

AVANCE y perspectiva

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
Instituto Politécnico Nacional

do Baños:
ro de la ciencia mexicana

Esclerosis múltiple:
génesis de la enfermedad

Ciencia y religión





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

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



planetario
LUIS ENRIQUE ERRO

www.ipn.mx www.sep.gob.mx

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP



Sumario

- 03 Presentación
- 05 Alfredo Baños: surgimiento de la física
y la investigación académica en México
Francisco Collazo Reyes y Gerardo Herrera Corral
- 21 La cacería tradicional en el Mayab: una mirada
desde la ecología humana
Salvador Montiel Ortega y Luis Manuel Arias Reyes
- 29 Una perspectiva sobre la producción y uso de
biocombustibles en México
Arturo Sánchez

DIÁLOGOS

- 37 Esclerosis múltiple: la génesis de la enfermedad
(entrevista con el Dr. Adolfo Martínez Palomo)
Susana Quintanilla

PERFILES

- 45 Eugenio Méndez Docurro,
magno creador de tecnosaber
Octavio Paredes López

ESPACIO ABIERTO

- 49 Ciencia y religión
Marcelino Cereijido
- 67 Ciencia y fe: una visión alternativa
Pablo Latapí Sarre

MATICES

- 73 El cuento chino de los peipers
Noé Valentín Durán

LIBROS Y REVISTAS

- 77 Nosotros: la juventud del Ateneo de México
Miguel Ángel Pérez Angón

Consejo editorial

José Víctor Calderón
Bioquímica

Ricardo Cantoral Uriza
Matemática Educativa

Marcelino Cerejido
Fisiología

Carlos Artemio Coello Coello
Computación

Francisco Javier Espinosa 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 Nava Alonso
Ingeniería Cerámica
Unidad Saltillo

Juan José Peña Cabriales
Biotecnología y Bioquímica
Unidad Irapuato

Cristina G. Reynaga Peña
Unidad Monterrey

José Ruiz Herrera
Ingeniería Genética de Plantas
Unidad Irapuato

Martha Rzedowski Calderón
Control Automático

Arturo Sánchez Carmona
Unidad Guadalajara

Revista Avance y Perspectiva

Dr. Miguel Ángel Pérez Angón
Susana Quintanilla
Dirección editorial

Gordana Ségota
Corrección

María Calderón, ReD basic color
Diseño

Luisa A. Bonilla Canepa
Josefina Miranda López
Coordinación 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 oficial 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 abril-junio, nueva época, volumen 1, número 1, se terminó de imprimir en noviembre de 2008. Tiraje: 5000 ejemplares. Certificado de Reserva de Derecho de Autor en Trámite, expedido por la Dirección General de Derechos de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Certificado de Licitud de Título y Certificado de Licitud de Contenido en Trámite, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, ISSN 1870-5499. Negativos, impresión y encuadernación: Lito Laser, S.A. de C.V., Primera Privada de Aquiles Serdán, núm. 28, Col. Santo Domingo, Azcapotzalco, C.P. 02160, Del. Gustavo A. Madero, México, D.F. Sede del Cinvestav: Av. Instituto Politécnico Nacional, núm. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07360, Del. Gustavo A. Madero, México, D.F. Sitio web: www.cinvestav.mx

La obra que se reproduce en las fotografías incluidas en este número es del artista plástico **Oscar Oramas**, a quien agradecemos su colaboración.

Correo electrónico:
oscaroramas@yahoo.com

Presentación editorial

Con este número de *Avance y Perspectiva* (Ayp) abrimos una nueva etapa en la publicación del órgano de difusión del Cinvestav. El nuevo consejo editorial decidió recuperar su nombre original, el cual fue seleccionado en 1981 a través de un concurso abierto en donde participó toda la comunidad del Cinvestav, debido a que está asociado con una tradición de 27 años dirigida a transmitir el entusiasmo por la actividad científica en el medio académico nacional, en especial entre los estudiantes de educación superior y posgrado. Nos hemos propuesto como prioridad, en esta nueva época de Ayp, que esta tradición perdure. Con el fin de darle continuidad a esta medida, se ha ampliado la integración del Consejo editorial de Ayp, incluyendo tanto colegas con amplia experiencia en la difusión y promoción de la ciencia y la tecnología como investigadores que ya han mostrado su interés y entusiasmo por este tipo de actividad. Se buscó que en la integración del nuevo Consejo editorial estuvieran representadas las cuatro áreas de investigación que desarrollamos en el Cinvestav. De la misma manera, se incluyeron a sus representantes de cada una de las Unidades de nuestra institución, con el fin de mantener una colaboración nutrida de todos los investigadores y estudiantes del Cinvestav en el contenido de Ayp. Como consecuencia, contamos con un Consejo editorial reforzado que nos permitirá seguir cumpliendo con el objetivo de promover la actividad científica en nuestro país.

El Consejo editorial será el encargado en darle continuidad a la política editorial de Ayp, a través de la promoción de colaboraciones escritas y la evaluación de las mismas, con el fin de mantener una alta calidad en el material publicado en nuestra revista. En este sentido, nos hemos propuesto impulsar la publicación de artículos escritos por los mismos investigadores y estudiantes del Cinvestav, de manera que Ayp realmente sea el órgano de difusión de las actividades que desarrollamos en nuestra institución. Además de los artículos propiamente de divulgación, nos interesa publicar el análisis y las reflexiones sobre el quehacer científico y tecnológico de nuestras comunidades así como la formación de nuestros recursos humanos, entrevistas con miembros de nuestra comunidad y reseñas de libros asociados a las actividades que realizamos en el Cinvestav. Finalmente, tenemos interés en restablecer la periodicidad y salida a tiempo de nuestra revista. Con el fin de concretar todos estos propósitos, invitamos a Susana Quintanilla y a Miguel Ángel Pérez Angón para que se reintegren a la dirección editorial de Ayp. Reiteramos nuestra invitación a los miembros de nuestra comunidad para que nos apoyen en esta iniciativa, enviando colaboraciones escritas, mismas que nos permitirán dar continuidad a esta nueva etapa de *Avance y Perspectiva*.

DR. RENÉ ASOMOZA PALACIO
DIRECTOR GENERAL



Alfredo Baños y el surgimiento de la física y la investigación académica en México

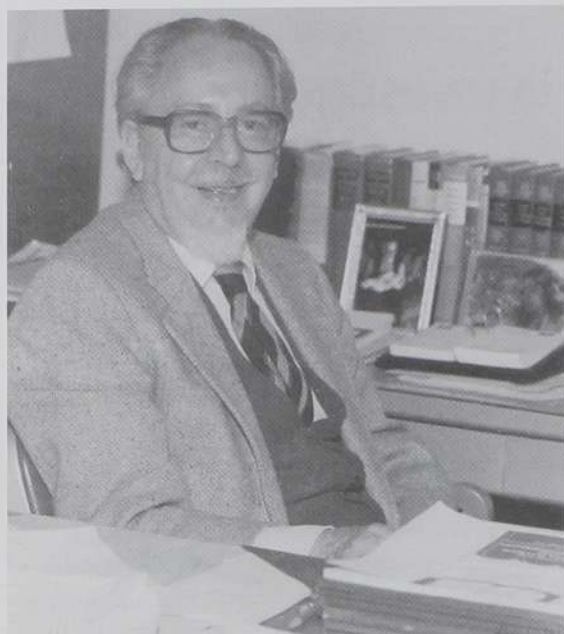
Francisco Collazo Reyes y Gerardo Herrera Corral

Ciencia e historiografía

Con la institucionalización de la historiografía de la ciencia como disciplina académica, la profesionalización de los historiadores,¹ el aumento de los practicantes y el número de investigaciones,² las interpretaciones y las aproximaciones historiográficas de la ciencia en general se han enriquecido.² En este proceso de consolidación de la disciplina han ganado terreno los estudios sobre aspectos históricos delimitados y lo han perdido las visiones globales de la ciencia. Existe un nuevo historicismo de las ciencias cuya tesis se refiere a que los periodos históricos son únicos, que los contextos corresponden a un tiempo y un lugar,³ y que basta entender el pasado en sus propios términos.⁴ Las historias generales de la ciencia están siendo gradualmente complementadas por microhistorias, que son estudios orientados al análisis minucioso de periodos, eventos y contextos específicos. Además, generan una documentación más abundante,⁵ ayudan a comprender mejor las circunstancias en que se desarrollan las prácticas científicas y a caracterizar las diversas modalidades que se adoptan para producir conocimientos en los contextos locales.⁶ En este ámbito se ha desarrollado un nuevo orden de historiografía bibliométrica de la ciencia basado en estudios apoyados en fuentes documentales retrospectivas con datos estandarizados, y en el análisis de las estructuras de información contenidas en los registros bibliográficos de la literatura científica como testimonios históricos.⁷ Constituyen un método de aproximación a la

El Lic. Francisco Collazo Reyes es responsable del Área de Bibliometría de la Biblioteca Jerzy Plebański del Cinvestav.
Correo electrónico: fcollazo@fis.cinvestav.mx

El Dr. Gerardo Herrera Corral es investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav.
Correo electrónico: gherrera@fis.cinvestav.mx



Dr. Alfredo Baños (1905-1995), fundador del Instituto de Física de la UNAM y del Departamento de Física del Cinvestav.

historia de las prácticas científicas, que han arrojado luz sobre diferentes aspectos del proceso social de la comunicación científica que acompaña los distintos modos de producción de conocimientos.

En este artículo reseñamos la aportación del físico Alfredo Baños (AB) al proceso de institucionalización y profesionalización de la física moderna, ocurrido en las décadas intermedias del siglo xx como parte de un movimiento que dio lugar al surgimiento de distintas prácticas científicas modernas, entre ellas el modo académico de producción de conocimientos científicos en nuestro país. Este movimiento tuvo su origen en la combinación de factores internos y externos que transcurrieron de manera paralela: por un lado, la formación de los primeros doctores mexicanos en ciencias físicas en universidades extranjeras y, por otro, la creación de una nueva generación de institutos de investigación científica en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La fundación del Instituto de Física (IF-UNAM), el regreso a

nuestro país de AB y su incorporación a este instituto como primer director permitieron la continuidad de una práctica de investigación teórica aprendida y desarrollada en instituciones del extranjero. La combinación de estas circunstancias dio lugar a las primeras publicaciones con resultados de investigaciones originales, desarrolladas desde los ámbitos locales universitarios y aceptados en revistas internacionales de corriente principal.

Analizaremos la participación de AB a partir de las distintas funciones que desempeñó en la comunidad científica: como profesor, directivo e investigador, así como el impacto científico de su obra medido en citas bibliográficas.

Como profesor, aportó a la enseñanza y al desarrollo de programas y reglamentos académicos relacionados con las ciencias físicas. Como director del IF-UNAM, plasmó la impronta de su concepción moderna del trabajo científico al incorporar, desde un principio de su gestión, los resultados de investigación científica como una función sustantiva del instituto, situación que le dio un perfil científico e internacional. Como miembro de la comunidad académica, participó en la promoción de las ciencias físicas al asumir cargos importantes en la primera Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas. Finalmente, como investigador, orientó sus trabajos, por un lado, hacia el marco normativo de la ciencia internacional, reflejado en la publicación de resultados originales, dirigidos a especialistas, sometidos al juicio de los pares y realizados conforme a los estándares de publicación internacional y, por otro lado, hacia una forma de organización del trabajo de investigación más dependiente de las relaciones de intercambio y colaboración científicas entre colegas. Estos criterios actuaron como fuerzas constitutivas de la comunidad de

investigación en rayos cósmicos permitiéndole evolucionar de coautorías simples y relaciones de trabajo en grupo a una estructura de interacciones en forma de red, además de convertirse, su objeto de estudio, en el primer tema de investigación de la física mexicana.

Si hacemos un análisis de las citas bibliográficas alusivas a los trabajos de AB, encontraremos un aspecto poco conocido: su obra científica tuvo un impacto científico relevante, logrado por un trabajo monográfico sobre radiación electromagnética. Iniciado durante una estancia de investigación en la etapa de formación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) a principios de los años 60, dicho trabajo fue concluido en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA).

Metodología

Los resultados que presentaremos están apoyados en fuentes monográficas sobre la historia de la ciencia en México y en la nueva cobertura retrospectiva del *Science Citation Index Expanded* (SCIE) y su iniciativa *Century of Science*,⁸ una edición especial que incluye información disponible en línea sobre la literatura científica universal publicada desde el año 1900. Estas fuentes se basan en registros que incorporan trabajos de corriente principal, en la medida que son publicados en revistas reconocidas en los índices internacionales y se pueden recuperar como estructuras de datos estandarizados y campos bibliográficos normalizados, además de utilizarse de manera tradicional como información básica para desarrollar indicadores bibliométricos de producción e impacto.

Investigamos, en distintas fuentes relacionadas con la historia de la física y la ciencia en México, las actividades de AB en sus múltiples cargos y funciones que desarrolló como miembro de la comunidad científica mexicana. Como ya se menciono, su influencia es notoria en los procesos de institucionalización y organización de las actividades académicas y de investigación en el área de las ciencias físicas en México.

Identificamos, también, la producción científica de AB, principalmente la que se publicó en revistas incluidas en el SCIE. Los trabajos con adscripción al IF-UNAM se analizaron como parte de la literatura científica afín a las ciencias físicas, generada en el periodo 1920-1952. Para ello se desarrolló una red con la estructura de relaciones de coautoría, obtenida a través del *software* de análisis de redes Pajek.⁹ Las relaciones de colaboración nos permitieron identificar cambios importantes en las formas de organización de las prácticas científicas desarrolladas antes, durante y después del periodo de publicación de los trabajos sobre el tema de la radiación cósmica.

Finalmente identificamos otras citas referentes a: (a) los trabajos publicados en fuentes cubiertas en SCIE; (b) un trabajo monográfico desarrollado en el Departamento de Física del Cinvestav y la UCLA, y (c) otros trabajos del doctor.

Antecedentes

El desarrollo actual de las ciencias físicas en nuestro país representa un largo proceso de evolución de la física de carácter ingenieril y de fines utilitarios, propios del siglo XIX, a una disciplina constituida como cuerpo de conocimientos básicos,¹⁰ apoyada en una estructura administrativa, organizacional y

de comunicación científica nuevas en nuestro país. Distintos esfuerzos dieron origen al modo académico de producción de conocimientos, el cual, como una práctica científica emergente, se concentraba de manera importante en dependencias de la UNAM, creadas principalmente en las décadas intermedias del siglo xx.¹¹ Entre los antecedentes importantes tenemos, por un lado, la creación de las primeras instituciones con espacios para la enseñanza de las ciencias físico matemáticas, como es el caso de la Escuela Nacional de Altos Estudios (ENAE); por otro lado está el proceso de formación de una importante generación de científicos mexicanos, iniciada por el maestro en matemáticas Sotero Prieto, de la cual destacó Manuel Sandoval Vallarta como el primer alumno en continuar su formación académica en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), una de las instituciones extranjeras de mayor prestigio en investigación científica hasta la fecha.

En el ámbito local, las prácticas científicas del periodo posrevolucionario seguían una dinámica determinada por las circunstancias económicas, sociales y políticas.¹² Las instituciones educativas tenían una vida efímera que impedía el arraigo de los escasos espacios desarrollados para el trabajo académico y de investigación. En el área de la física, los grupos de trabajo se mantenían escasamente vinculados a las actividades de discusión y difusión de temas científicos promovidos por la Sociedad Científica Antonio Alzate. Con el decreto de autonomía de la UNAM, en 1929, ocurrió uno de los momentos de mayor cambio en los sectores de la educación superior y de investigación. En particular, se concen-

traron varios institutos de investigación, que operaban de manera aislada en el país: Geología, Biología y Geografía, a los que siguieron otros de las áreas de sociales y humanidades, constituyendo la estructura académica más grande y el escenario histórico más viable para el desarrollo de la práctica científica académica. Sin embargo, el desarrollo de las ciencias exactas aún seguía ligado a escuelas de física y matemáticas dependientes de las facultades de Ingeniería y de Filosofía y Letras. La física, hasta antes de la creación del IF-UNAM en 1938, se redujo a las actividades de enseñanza, a la difusión del conocimiento existente y a la formación de profesores de distintos niveles. En este ambiente surgió la segunda generación de investigadores en física, de la que formaban parte, como profesores universitarios, Alfonso Nápoles Gándara, Mariano Hernández y AB.¹³

En el aspecto de la formación de recursos humanos en el extranjero, Manuel Sandoval Vallarta (MSV) inició, en forma paralela, sus estudios de doctorado y los primeros trabajos de investigación científica en temas de ingeniería eléctrica.¹⁴ Los resultados obtenidos le permitieron publicar, desde el extranjero, sus primeros trabajos entre 1922 y 1926 en revistas internacionales de las áreas de ingeniería eléctrica. Asimismo, la extensión de sus resultados al estudio teórico de las oscilaciones mecánicas le permitió publicar en revistas del área de física matemática (*Journal of Mathematics and Physics*), así como acceder, por primera vez en 1925, a una revista con cobertura en el SCIE, con la publicación de tres trabajos en la modalidad de resúmenes en la revista más importante del área: *Physical Review*. En 1927 continuó su

formación en Alemania, en la Universidad de Berlín, líder mundial en el área de física, donde siguió publicando sus resultados en diferentes revistas, incluyendo las de mayor impacto como *Nature*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *Review of Modern Physics* y *Physical Review*. Históricamente, la producción científica de msv representa la primera aportación de un físico mexicano a la ciencia internacional, generada en instituciones extranjeras.

Sandoval Vallarta mantuvo contacto con la escasa comunidad científica mexicana, mediante visitas regulares a nuestro país, compartiendo los resultados de sus investigaciones en presentaciones en la Sociedad Científica Antonio Alzate y la publicación de trabajos y traducciones en las *Memorias* de esta sociedad, así como en otras revistas locales como *Ciencia*, *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*, *Memorias del Colegio Nacional*, *Cuadernos Americanos* y el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, principalmente.

El prestigio internacional alcanzado por msv motivó a Alfredo Baños y Carlos Graef, becados por la Fundación Guggenheim en 1936 y 1937, respectivamente, a iniciar su formación en el MIT bajo la dirección de msv, en el momento de mayor influencia y reconocimiento internacional de su trabajo de investigación. En esta colaboración continuaron el estudio de la radiación cósmica y lograron resultados de investigación que les permitieron acceder a los patrones de publicación de las revistas de corriente principal del área. AB publicó, desde el extranjero y como autor único, sus dos primeros trabajos de extensión regular en 1939: uno sobre las órbitas asintóticas de los rayos cósmicos primarios,

publicado en *Physical Review*; y otro sobre los principios teóricos fundamentales de la radiación cósmica, aceptado en *Journal of the Franklin Institute* (trabajos 1 y 2 de la tabla 2); resalta en ellos una concepción moderna de la ciencia, distinta a la que prevalecía en México hasta entonces.¹⁵

En la década de los años treinta, sobre todo en el periodo del gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940), ocurrieron importantes acontecimientos para la educación superior y la investigación. En 1935 fue creado el Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, que además de servir de órgano de consulta abrió la posibilidad de desarrollar una política científica nacional.¹⁶ En 1937 se fundó la segunda mayor institución nacional de educación superior, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), donde se iniciaron procesos de institucionalización de la enseñanza y la investigación en el área de física. En este periodo, uno de los antecedentes más importantes, en términos de infraestructura, lo constituyó el montaje de un laboratorio de rayos cósmicos en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Físicas y Matemáticas en 1937.¹³ Por otro lado, y gracias a la iniciativa del esfuerzo individual de R. Monges López, se creó la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, que se convirtió posteriormente en la Facultad de Ciencias de la UNAM. R. Monges López también dirigió los Institutos de Geología y de Geofísica e intervino, en 1938, en la creación del Instituto de Ciencias Físico Matemáticas, mismo que dio origen a los actuales Institutos de Física y de Matemáticas de la UNAM.

Con la creación de la Facultad de Ciencias, el Instituto de Física y el Observatorio Astronómico Nacional de

Tonantzintla se inició, en el área de la física, una etapa que J.J. Saldaña¹⁵ identifica como protoacadémica, en el sentido que reconoce la necesidad de un trabajo científico original, especializado, colectivo, relativamente autónomo y realizado conforme a cánones profesionales.

Proceso de institucionalización

Alfredo Baños participó en un periodo histórico de cambios que modificaron las formas de organización de la ciencia mexicana y con distinta intensidad, repercutieron en instituciones de diferentes sectores, principalmente en el ámbito de las ciencias de la salud (medicina general y biomedicina), en el terreno industrial (química y farmacología de los esteroides) y en la investigación académica universitaria (la física de los rayos cósmicos). Los cambios en el ámbito académico se caracterizaron por una evolución de los métodos de investigación y de enseñanza científica al pasar de un estado de actividades desarrolladas en un aislamiento estructural hacia formas de organización más productivas y más inte-

gradoras de programas de investigación y docencia, fuertemente apoyados en formas de organización colaborativa de las prácticas científicas.

Como se muestra en la tabla 1, AB participó en distintas actividades relacionadas con el desarrollo general de la física en nuestro país antes y después de ser director del IF-UNAM. En el periodo 1927-1936 se graduó primero como ingeniero electricista y después como doctor en Ingeniería en Johns Hopkins University. A su regreso al país, participó en actividades de enseñanza como profesor de cursos de física teórica y de teoría de corrientes alternas en la carrera de ingeniero electricista, tanto en la Escuela Nacional de Ingenieros de la UNAM como la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Secretaría de Educación Pública (ESIME-SEP).¹⁷ Fue profesor en la nueva Facultad de Ciencias de la UNAM y fundador de la licenciatura en Física,¹⁸ para la cual él y el Ing. R. Monges López elaboraron el reglamento y los planes de estudio en las áreas de física y matemáticas.

En 1939, el Instituto de Ciencias Físico Matemáticas de la UNAM se dividió en dos: uno de Matemáticas y el otro de Física.¹³ Este último inició sus operaciones en condiciones

Tabla 1. Contribución de Alfredo Baños a la institucionalización de la física moderna mexicana.

Periodo e institución	Actividad	Aportaciones y resultados
1927-1936		
– Johns Hopkins University	– Estudiante	– Ingeniero Electricista – Doctor en Ingeniería
1933		
– Escuela Nacional de Ingenieros– UNAM	– Profesor	– Enseñanza. Profesor de física teórica
– Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica – SEP	– Encargado del laboratorio de física	– Ingeniería. Teoría de corrientes alternas
1936-1938		
– Massachusetts Institute of Technology	– Estudiante de doctorado – Investigación – Institucionalización de la enseñanza de la física	– Doctor en Filosofía. Física teórica – Dos trabajos publicados en revistas SCIE – Reglamentos de estudio – Planes y programas de estudio en física y matemáticas – Establecimiento de relaciones de cooperación con la Facultad de Ciencias y los observatorios astronómicos de Tonantzintla y Tacubaya

difíciles debido a la escasez de recursos humanos preparados, infraestructura e instalaciones. Se instaló en un local del Palacio de Minería, que consistía en “un solo cuarto donde trabajaban el director (Alfredo Baños, el único con doctorado), tres o cuatro investigadores y la secretaria”.¹⁹ Esta situación no cambió mucho durante su gestión de cinco años (1938-1943). Se mantuvo con una estructura ligera y un funcionamiento administrativo de pocas reglas; con una operación administrativa fuertemente concentrada en las decisiones del director, aspectos que le permitieron plasmar la impronta de su concepción moderna del trabajo científico. Desde un principio hizo prevalecer su liderazgo con la publicación de resultados originales de investigación en el tema de la radiación cósmica y su incorporación a los estándares de la publicación científica internacional; estos aspectos fueron asumidos como una función sustantiva de la institución. En esta primera etapa se gestó el perfil científico e internacional del IF-UNAM, que desde entonces lo distingue como una de las primeras instituciones del sector académico universitario en lograrlo.

En lo referente a la gestión de recursos e infraestructura científica, junto con otros miembros de la comunidad aca-

démica AB apoyó la creación de espacios para la investigación y la instalación de instrumental científico, orientado a fomentar el trabajo experimental y la enseñanza práctica, tanto en el Instituto de Física como en la Escuela Nacional de Ingenieros, así como la instalación del Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión y el sistema de contadores Geiger, ambos dependientes del IF-UNAM en su sede del Palacio de Minería.²⁰

Baños estableció acuerdos de colaboración académica y de investigación entre el IF-UNAM y las entidades con programas afines en el área tales como la Facultad de Ciencias y los observatorios astronómicos de Tonantzintla y Tacubaya.

También colaboró en la conformación de la primera Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas y fue vicepresidente de su primera mesa directiva.²¹ A principios de los años sesenta, AB regresó a México. Aprovechando una estancia sabática participó en las primeras actividades de investigación del Departamento de Física del Cinvestav. En este tiempo escribió parte de su libro *Dipole Radiation in the Presence of a Conducting Half-Space*, el más relevante de sus trabajos en términos del número de citas bibliográficas obtenidas.

Periodo e institución	Actividad	Aportaciones y resultados
1938-1943		
- Instituto de Física- UNAM	- Profesor - Investigador - Gestión de recursos e infraestructura - Organización de la comunidad científica y promoción de la física	- Fundador de la licenciatura en Física en México - Cátedra de física teórica - Siete trabajos de investigación sobre rayos cósmicos. Seis publicados en revistas SCIE y uno a nivel local. - Instalación del laboratorio de medidas eléctricas de precisión - Instalación de un contador Geiger - Vicepresidente de la primera Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas
1944		
- Massachusetts Institute of Technology	- Investigador	- Un artículo de investigación sobre rayos cósmicos publicado en una revista SCIE
1961-1962		
- Cinvestav - UCLA	- Investigador	- Un libro
1946-1993		
- UCLA	- Investigador	- 28 artículos de investigación publicados en revistas SCIE

Producción científica

La obra científica de Baños fue publicada en el periodo 1939-1993. La tabla 2 incluye 38 trabajos: 36 artículos en revistas incorporadas en el SCIE, uno en una revista local y otro como libro. Los primeros nueve corresponden al área de radiación cósmica, elaborados durante su estancia en el MIT y el IF-UNAM. En su adscripción a la UCLA publicó 28 trabajos

sobre el tema de radiación electromagnética y, en la primera mitad de la década de los años sesenta, escribió un libro en dos instituciones DF-Cinvestav y UCLA.

Los cuatro trabajos publicados entre 1939 y 1941 (tabla 2) corresponden a las primeras publicaciones científicas de la física moderna en México. Con características de una práctica científica emergente, surgida en espacios universitarios, dichos trabajos se basan en investigaciones de tipo teórico,

Tabla 2. Producción científica de Alfredo Baños.

Tabla 2. Producción Científica de Alfredo Baños.					CITAS	TEMA**
Núm.	MIT					
1	Baños, A	J Frankl Inst	1939	227	0	1
2*		623-45				
3	Baños, A	Phys Rev	1939	55	2	1
		621-23				
	Baños, A.	Phys Rev	1946	70	0	1
		448				
IF-UNAM						
4	Baños, A	Phys Rev	1939	55		1
		621-23				
2*	Baños, A; Uribe, H; Lifshitz, J	Rev Mod Phys	1939	11	2	1
		137-48				
5	Schremp, EJ; Baños, A	Phys Rev	1940	58	5	1
		662-63				
6	Schremp, EJ; Baños, A	Phys Rev	1941	59	5	1
		614				
7	Baños, A; Perusquia, ML	Phys Rev	1947	71	0	1
		276				
8	Baños, A; Perusquia, ML	Rev Sci Instr	1948	19	0	1
		239-43				
9	Baños, A. Análisis estadístico de coincidencias de rayos cósmicos. Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, 1941					1
UCLA						
28 Trabajos publicados en las siguientes revistas:						
10-16	7 - Physical Review					
17-22	6 - Bull Am Phys Soc					
23-26	4 - Physics of Fluids					
27-29	3 - J Applied Physics					
30-32	3 - J Math Phys					2
33	1 - IEEE Trans Anten Propag				174	
34	1 - IEEE Trans Plasma Sci					
35	1 - Nuovo Chim					
36	1 - Phys Rev Lett					
37	1 - Proc Roy Soc London					
Cinvestav - UCLA						
38	Baños, A. Dipole Radiation in the Presence of a Conducting Half-Space Oxford : Pergamon Press, 1966, 245 p.				474	2

Fuente: Science Citation Index Expanded: Web of Science: 1939-2006

*Se trata del mismo trabajo que aparece con doble dirección de adscripción: MIT y UNAM.

**1 = rayos cósmicos; 2 = radiación electromagnética

se escriben en colaboración, con resultados sometidos al juicio de sus pares, y se publican en dos de las principales revistas del área: *Physical Review* y *Review of Modern Physics*. Los primeros reconocimientos recibidos por estos trabajos entre sus pares, en revistas de la misma línea de investigación como *Nuovo Cimento*, *Physical Review*, *Nature* y *Physikalische Zeitschrift*, a principios de los años cuarenta, representan el inicio de los indicadores de impacto internacional de la ciencia académica universitaria mexicana, en la medida que marcan el inicio de un reconocimiento continuo y creciente en forma de citas bibliográficas registradas en los índices internacionales.

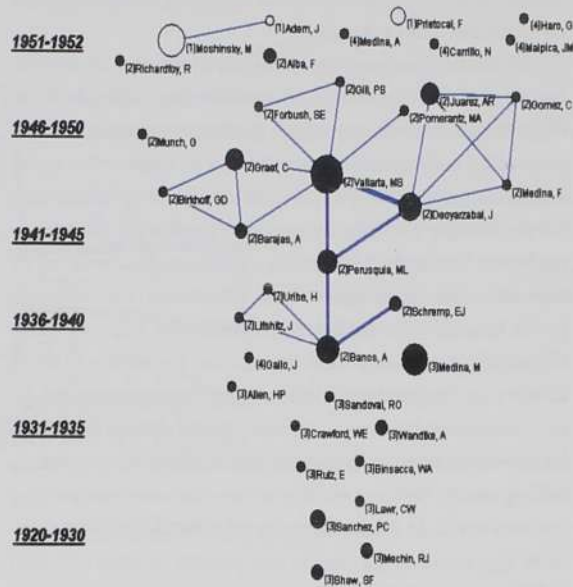
El doctor Baños también publicó trabajos escritos en el idioma y fuentes locales. Con los datos obtenidos con el sistema de contadores Geiger, que se instaló en la UNAM, se produjo el primer artículo de investigación en física realizado en México, publicado en 1941 con el título "Análisis estadístico de coincidencias de rayos cósmicos" (trabajo núm. 9 de la tabla 2). En él agradece a otros investigadores del instituto, M.L. Perusquía y Fernando Alba, por su valiosa colaboración.²²

A su salida del IF-UNAM se desempeñó, brevemente, como investigador en el laboratorio de radiación del MIT y después en la UCLA. Desde estas posiciones mantuvo una relación con algunos miembros de la comunidad mexicana de física, y entre 1947 y 1948 terminó dos trabajos pendientes en colaboración con M.L. Perusquía, adscrito al IF-UNAM, con datos experimentales obtenidos en este instituto con un aparato diseñado, construido y operado por estos dos autores. Ambos trabajos tratan sobre la determinación del efecto acimutal en la radiación cósmica primaria: uno fue presentado en la reunión sobre rayos cósmicos de la Sociedad Americana de Física, celebrada en Los Ángeles, California, en 1947, y el otro fue publicado como artículo regular en 1948 (trabajos 7 y 8 de la tabla 2).

Investigación en rayos cósmicos: nuevas prácticas científicas

Existen pocos antecedentes en los índices de la literatura científica internacional acerca de trabajos de investigación generada en México en instituciones del sector académico

Figura 1. Red de coautoría de las ciencias afines a la física en México: 1920-1952.



1. Ingenierías: civil, metalúrgica, geodesia.
2. Rayos cósmicos.
3. Física matemática.
4. Otros temas.

anterior a los trabajos producidos sobre radiación cósmica en el IF-UNAM. El SCIE incluye tres trabajos: dos con adscripción a la Escuela de Medicina, incorporada a la UNAM, y otro de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. Los dos primeros fueron publicados en *Archives of Dermatology and Syphilology* en los años 1930 y 1933, respectivamente, y el tercero en *Science*, en 1936. Los antecedentes más relacionados con las ciencias físicas se encuentran en publicaciones de las áreas de ingeniería civil, metalúrgica y geofísica, desarrolladas principalmente en el sector de la industria minera y en dependencias del gobierno, dedicadas a estudiar aspectos referentes a la extracción de minerales, la geografía, la geodesia y la climatología del país.

La figura 1 muestra las estructuras de organización y los modos de producción científica adoptados en las ingenierías (civil, metalurgia, geodesia), la física de rayos cósmicos, la física matemática y otras disciplinas afines a la física desarrolladas en el periodo de 1920-1952. Los nodos representan a los autores, el tamaño del nodo su producción, las líneas

indican trabajos en colaboración entre dos o más investigadores, y el grosor de las mismas la densidad de las relaciones de coautoría entre los autores.

Según las relaciones de coautoría resultantes de los trabajos publicados en revistas internacionales, cada una de las disciplinas temáticas reproduce distintas estructuras de colaboración y densidad de relaciones. Las ingenierías representan las principales áreas de publicación en las décadas de los años veinte y treinta. Los trabajos publicados en este período son resultado de prácticas científicas desarrolladas en circunstancias de un aislamiento estructural, caracterizado por la falta de continuidad de los resultados y la escasez de elementos vinculantes entre los autores, las temáticas abordadas y las instituciones sedes de las investigaciones. Además, corresponden a una organización del trabajo basada en las investigaciones individuales, con ausencia de referencias bibliográficas, sin reconocimiento en citas entre sus pares, y con una marcada orientación a la solución de problemas locales, que era la única ciencia que parecía no sólo útil, sino políticamente aceptable.²³ Los trabajos con mayor continuidad en esta etapa corresponden a los reportes anuales elaborados por M. Medina sobre la geodesia mexicana, que se mantuvo durante un largo período de 16 años (1929-1944) pero sin ningún vínculo con otros trabajos en términos temáticos, de coautoría, referencias y citas.

La introducción y el arraigo de la línea de investigación sobre rayos cósmicos en el IF-UNAM fueron acompañados de un proceso de apropiación de una práctica científica que introdujo características distintas a la ciencia académica mexicana actual. El cultivo de este tema de investigación teórica fue influido por el interés de aportar resultados originales desde el ámbito local al repertorio internacional de conocimientos sobre la radiación cósmica, desarrollado en el ámbito académico principalmente en el período 1939-1952, como lo muestra la figura 1. Esta línea de investigación dependió de una forma de organización basada en la continuidad y diversificación de las relaciones de colaboración científica y la obtención de resultados de acuerdo con las diferentes funciones desempeñadas de manera complementaria por sus distintos autores. El trabajo de investigación en este tema iniciado por AB, evolucionó gradualmente: de la forma indi-

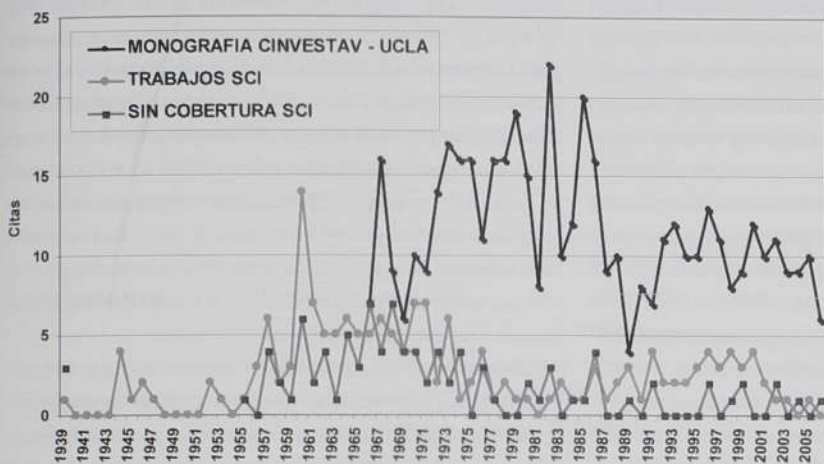
vidual tradicional de hacer investigación a la colaboración entre dos y tres colegas, hasta alcanzar una actividad científica más estructurada e integrar el primer grupo de investigación colaborativa en el tema. Desde el extranjero colaboró con dos trabajos, uno en 1947 y otro en 1948, que aportaron a la continuidad de la producción científica en el tema y relacionaron las investigaciones del primero con el segundo grupo gracias a la intermediación de M.L. Perusquía, como se muestra en la figura 1. Los trabajos de un segundo grupo de investigación atrajeron la participación de otros científicos extranjeros (G.D. Birkhoff, E.J. Schremp, S.E. Forbush), españoles exiliados (J. de Oyarzabal) y mexicanos formados localmente y en el extranjero, organizados en una práctica científica colaborativa, con una estructura de relaciones de coautoría claramente cohesionadas por el prestigio científico de MSV. Bajo este liderazgo, que influyó también en la celebración del primer congreso en la ciudad de México de la American Physical Society en 1950, el tema de la radiación cósmica alcanzó su mejor momento en el período 1947-1952. En el año 1950 logró su mayor producción científica, gracias a la presentación de trabajos de investigadores mexicanos en este congreso y su publicación en la revista *Physical Review*, en la modalidad de resúmenes.

El tema de los rayos cósmicos perdió interés a partir de los primeros años de la segunda mitad del siglo xx. Empezaron a surgir trabajos en el área de física matemática, desarrollados principalmente por Marcos Moshinsky, que para el año de 1952 ya tenía una producción científica similar a la de MSV, como lo muestra el tamaño de los nodos de la figura 1, pero bajo una forma de organización distinta, basada en la producción de autoría individual.

Repercusión internacional

Siendo profesor de la UCLA, AB fue invitado por el patronato del Cinvestav con el fin de crear el Departamento de Física (DF), invitación que habían rechazado los doctores Marcos Moshinsky y Richard Feynman. Aceptó la invitación por 18 meses a partir de agosto de 1961. En este período ocurrieron dos cosas: por un lado, AB no aceptó dirigir el DF-Cinvestav

Figura 2. Impacto de los trabajos científicos de Alfredo Baños.



Fuente: Science Citation Index Expanded; versión Web of Science; 1939-2006.

y, por otro lado, durante su estancia completó la mayor parte del ya mencionado libro *Dipole Radiation in the Presence of a Conducting Half-Space*, que luego concluyó en la UCLA, en los años 1963-1964, y que se publicó como una obra monográfica de la colección *International Series of Monographs in Electromagnetic Waves* (trabajo 38 de la tabla 2). Este trabajo apareció en el *Anuario del Cinvestav*²⁴ como la primera publicación del DF-Cinvestav en 1963. La versión final, publicada en 1966, incluía la siguiente nota: "La mayor parte del trabajo aquí presentado, que comprende los primeros seis capítulos, fue completado en la Ciudad de México durante 1961-1962, mientras el autor gozaba de una licencia sabática de la Universidad de California, Los Ángeles, para desempeñarse como profesor visitante del recientemente creado Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional".²⁵ Esta publicación no se encuentra incluida en el SCIE; sin embargo, ha sido citada en una gran cantidad de trabajos publicados en fuentes que sí son seleccionadas por el índice mencionado. Esto representa para AB

un impacto mayor al obtenido por el resto de sus trabajos, como lo muestra la gráfica de la figura 2.

Las publicaciones de AB recibieron un total de 746 citas en el periodo 1939-2006, mismas que se muestran en la figura 2 organizadas en tres grupos de citas. (a) La primera línea corresponde a la distribución anual de 474 citas hechas entre 1966-2006 al trabajo desarrollado en Cinvestav-UCLA, que representa 64% del total. (b) La línea correspondiente a "trabajos SCI" incluye 174 citas hechas a 21 de los 36 trabajos publicados en revistas SCIE y representa 23%. (c) La línea de menor crecimiento muestra la distribución anual de 98 citas hechas a 21 trabajos, sin cobertura en SCIE, que representan 13% del total. La producción sobre el tema de la radiación cósmica recibió únicamente 2% de las citas y 98% restante fue para los trabajos sobre radiación electromagnética.

El trabajo de AB forma parte de un tipo de literatura que se encuentra en el SCIE únicamente bajo el rubro de fuentes citadas, sin formar parte de los índices utilizados en la búsqueda de información. Esto impide recuperar sus citas

por los elementos bibliográficos convencionales, como son el nombre del país y de la institución de adscripción de los autores, entre otros. De ahí que el impacto de este tipo de trabajos pase generalmente inadvertido para efectos de evaluación y desarrollo de indicadores bibliométricos nacionales e institucionales. Estas citas sólo se recuperan mediante la opción de búsqueda de referencias citadas por el nombre del autor, generalmente para propósitos de análisis de citas individuales. En un trabajo reciente sobre la física mexicana se identificaron, con base en datos del SCIE, 63 publicaciones con más de cien citas en el periodo 1959-2000; se trata de 54 artículos de revistas, ocho libros y un capítulo en libro, considerados como los trabajos más citados de físicos mexicanos.²⁶ Los ocho trabajos publicados en forma de libros presentan una situación parecida a la obra de AB, en la medida que sólo existen como fuentes citadas en los registros SCIE. De éstos seleccionamos tres, con características similares a su trabajo (tabla 3), que corresponden a libros publicados en la década de los años sesenta, con periodos de vida citable durante cuatro décadas de manera ininterrumpida. La lista no incluye otros artículos de investigación relevantes publicados en revistas en este periodo. Hace falta una investiga-

ción exhaustiva de los trabajos y revistas que, aun fuera de la visibilidad del SCIE, han logrado un impacto relevante. Por ejemplo, se conoce poco el impacto internacional logrado por la astronomía mexicana, con los trabajos publicados en el *Boletín* de los observatorios Tonantzintla y Tacubaya. Destacan ahí por lo menos cuatro trabajos con más de cien citas en promedio, que la ubican como la revista local con el grupo de trabajos más relevantes en citas, comparada con las 121 revistas analizadas en dos estudios recientes,²⁷ con información referente a la producción e impacto alcanzados por las revistas latinoamericanas incluidas en toda la historia de los índices del *Institute for Scientific Information*.

El trabajo de AB, junto con los trabajos 2, 3 y 4 de la tabla 3, forma parte de las obras monográficas de mayor influencia y relevancia, en términos de citas, en la historia de la literatura científica de la física mexicana; corresponde a la década de los años sesenta.

Las 474 citas hechas al trabajo de Baños se encuentran en trabajos publicados principalmente como artículos de revistas y, en 55 casos, en trabajos de revisión, notas y cartas al editor. Su obra ha sido citada en trabajos publicados en 130 títulos de revistas distintas, con una alta concentración

Tabla 3. Libros más citados de la física mexicana en los años sesenta.

Núm.	Autores	Títulos	Editorial, año	Citas	Años citados ¹
1	Baños, A	Dipole Radiation in the Presence of a Conducting Half-Space	Oxford : Pergamon Press, 1966	474	41
2	Brody, TA y Moshinsky, M	Tables of Transformation Brackets	New York : Gordon & Breach, 1960 y 2a ed. 1967 New York : Gordon & Breach,	435 ²	46
3	Moshinsky, M	Group theory and the Many-Body Problem	1967 New York : Gordon & Breach,	233	40
4	Moshinsky, M	The Harmonic Oscillator in Modern Physics: from Atoms to Quarks	1969	258	39

1 Registradas en SCIE, 1960-2006.

2 Incluye las citas hechas a las dos ediciones de la obra: 1960 y 1967.

en 11 de ellas, donde destacan dos: (a) *Radio Science* y (b) *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, con 128 citas que representan 17% del total. Las citas se encuentran en trabajos clasificados en 36 categorías temáticas, principalmente en las áreas de telecomunicaciones; ingeniería eléctrica y electrónica; geoquímica y geofísica; percepción remota; instrumentos e instrumentación; meteorología y ciencias atmosféricas; óptica y ciencia físicas.

Conclusiones

La ciencia moderna y sus instituciones fueron concebidas y materializadas en el país a partir del siglo XIX.²⁸ Sin embargo, la categoría de entidad científica, comprendida ésta como la capacidad para estimular y generar conocimientos originales de manera continua, aunado a la aplicación de la observación y la experimentación al proceso de la enseñanza, no se adquirió en la etapa de su creación. Tampoco en las primeras décadas del siglo XX, en el periodo de anexión de la mayoría de los institutos de investigación existentes a la UNAM, ocurrida después del decreto de autonomía en 1929.²⁸ El proceso de institucionalización del cientificismo internacional, como un valor sustantivo del funcionamiento de las instituciones de investigación, encontró arraigo en el ámbito universitario de nuestro país con la creación del IF-UNAM, que fue promovido por un movimiento amplio de la comunidad académica en las circunstancias de estabilidad social y política del periodo nacionalista posrevolucionario de finales de la primera mitad del siglo XX.²⁹ Una etapa caracterizada por un importante crecimiento y diversificación de la comunidad científica mexicana, con actividades de investigación y docencia que tenían en la mira el marco normativo de la ciencia internacional, como parte de los valores adquiridos en el proceso de migración y formación profesional en instituciones extranjeras.

Alfredo Baños encabezó, como director del IF-UNAM, el proceso de institucionalización y profesionalización de las prácticas científicas de la física en México. Desde un principio asumió e incorporó a las actividades del Instituto importantes valores de la cultura científica universal: la libertad de elección de los temas de investigación, la promoción del trabajo en colaboración, la continuidad de resultados, el apego a la revisión de los pares y el cumplimiento de los estándares de la publicación científica, seguidos por la comunidad científica internacional. Con estos antecedentes fue posible, en una ciencia básica como la física, adoptar temas como la radiación cósmica, una línea de investigación teórica carente de vínculos con aplicaciones prácticas. Estas características contrastan con las del modo tradicional de hacer ciencia, seguidas en las áreas de ingeniería civil, metalúrgica, geología y geodesia; todas ellas concebidas como actividades de investigación dirigidas a mantener la orientación pragmática y los fines utilitarios de los conocimientos. En este sentido, el desarrollo y arraigo de los resultados de investigación en el IF-UNAM rompieron con la orientación utilitaria y corporativista tradicional, que había caracterizado a las prácticas científicas precedentes. Así, desde un principio la ciencia académica universitaria se diferenció de otros procesos exitosos de institucionalización de prácticas científicas seguidos en instituciones de los sectores de salud y la industria químico-farmacéutica.

A pesar de sus cortas estancias en el país, AB imprimió en sus distintas actividades, como profesor en la ESIME-SEP e investigador en el IF-UNAM y el DF-Cinvestav, la huella de su concepción moderna del trabajo científico. Introdujo una forma de organización que promovió las relaciones de colaboración entre colegas, mediante la publicación de trabajos en coautoría, y dio origen a una estructura de relaciones de colaboración que evolucionó de su modalidad más sencilla, entre dos autores, hacia una estructura que se reprodujo con la formación de otros grupos de investigación, interconectados en el tiempo en



una red de relaciones de trabajo colaborativo. Esta modalidad de organización, constitutiva de la comunidad de investigación en la física de rayos cósmicos, que se articuló centralmente bajo la influencia del liderazgo científico de unos y el prestigio internacional de otros, representa el antecedente de la conformación del primer frente de investigación de la física mexicana, la ciencia universitaria y la ciencia académica nacional en el periodo 1939-1952.

Más allá de los aspectos cuantitativos referentes a la producción y el impacto científico logrado por Alfredo Baños en el tema de los rayos cósmicos, su presencia en los índices bibliométricos le dieron identidad internacional al IF-UNAM y a la ciencia universitaria mexicana como un nuevo nodo ligado

a la red internacional de generación de conocimientos en el paradigma de las líneas de investigación en rayos cósmicos.

Como investigador del DF-Cinvestav, el doctor desarrolló una práctica científica que contrastaba con la del IF-UNAM: un trabajo monográfico, en forma de investigación aislada, sin vínculos temáticos ni relaciones de colaboración con la comunidad científica local, con un alto impacto internacional aunque sin crédito en los índices bibliométricos para las instituciones sedes del trabajo ni para la ciencia académica local. Todos estos aspectos complementan la interpretación historiográfica bibliométrica de la aportación de Alfredo Baños al desarrollo de la física mexicana y a la ciencia académica universitaria en México.

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias del Dr. Miguel Ángel Pérez Angón (Departamento de Física del Cinvestav), Gabriel Vélez Cuartas (Colombia, Universidad de Antioquia, Departamento de Sociología) y el Dr. Julio Herrera Velásquez (Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM).

REFERENCIAS

1. J.R.R. Christie, en: *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia* (México, UNAM, 2005) p. 43; L. Laudan. *Ibid.*, p. c31.
2. J.J. Saldaña, en: *Memorias del Primer Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología* (México, DF, 1989) t. I p. 5; E. Trabulse. *Ibid.*, p. 51.
3. D.R. Matravers, *Contemp Phys*, **47**, 167 (2006).
4. S. Edna, en: *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia* (México, UNAM, 2005) p. 17.
5. P. Findlen, *Isis*, **96**, 230 (2005).
6. R.E. Kohler, *Isis*, **96**, 224 (2005).
7. E. Garfield, *J Inf Sci*, **30**, 119 (2004); *J Am Soc Inf Sci Technol*, **54**, 400 (2003); *Proceedings of the International Society for Scientometrics and Informetrics* (Madrid, Sp. 2007) p. 22; Y.J. Gómez, *ibid.*, p. 346.
8. Thompson-ISI. Web of Knowledge. Disponible en línea: http://apps.isiknowledge.com/UA_GeneralSearch_input
9. W. Nooy, *et al.* (Cambridge, Cambridge University Press, 2005).
10. M.P. Ramos Lara, *Rev Mex Fis E*, **51**, 137 (2005).
11. M.E. Luna-Morales; F. Collazo-Reyes y J.M. Russell, en: *Proceedings of the International Society for Scientometrics and Informetrics* (Madrid, Sp. 2007) p. 523.
12. J.J. Saldaña, *Quipu*, **11**, 195 (1994).
13. R. Domínguez Martínez, (México, UNAM, 2000).
14. A. Mondragón, *Ciencia*, ene-mar, p. 53 (1999).
15. J.J. Saldaña y L.F. Azuela, *Quipu*, **11**, 135 (1994).
16. R. Casas, *Cuadernos de Investigación Social*, **11**, UNAM Instituto de Investigaciones Sociales (1985).
17. A. Aragón Leiva, *El Nacional*, junio de 1935.
18. A. Menchaca, en: *Las ciencias exactas en México* (México, Fondo de Cultura Económica, 2000) p. 97.
19. M. Moshinsky, en: *Forjadores de la ciencia en la UNAM* (México, UNAM, 2003) p. 15.
20. *El Universal*, 28 de noviembre de 1942.
21. *El Universal*, 23 de enero de 1943.
22. F. Alba Andrade, en: *Forjadores de la ciencia en la UNAM* (México, UNAM, 2003) p. 79.
23. R. Pérez-Tamayo, (México, FCE, 2005).
24. Cinvestav. *Anuario 1963*. Publicaciones del Departamento de Física, p. 13.
25. A. Baños, *Dipole Radiation in the Presence of a Conducting Half-Space* (Oxford, Pergamon Press, 1966).
26. L. Gottdiener, *Rev Mex Fis*, **52**, 95 (2006).
27. M.E. Luna-Morales, F. Collazo-Reyes, *Rev Esp Doc Cient*, **30**, 523 (2007); F. Collazo-Reyes; M.E. Luna-Morales; J.M. Russell, y M.A. Pérez-Angón, *Scientometrics*, **75**, 145 (2008).
28. J.J. Saldaña, en: *La Casa de Salomón en México* (México, UNAM, 2005).
29. R.M. Castañeda Castillo y G. Zamudio Varela, en: *Memorias del Primer Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología* (México, DF, 1989) t. I p. 166.



La cacería tradicional en el Mayab contemporáneo: una mirada desde la ecología humana

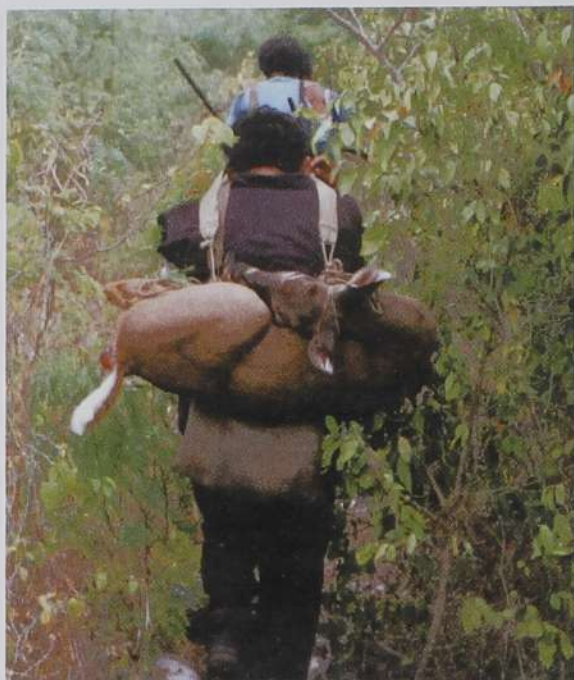
Salvador Montiel Ortega y Luis Manuel Arias Reyes

Desde épocas prehispánicas, la cacería ha sido una actividad estrechamente relacionada con las estrategias de subsistencia y el manejo de recursos naturales por parte de la población maya. Alrededor de una docena de especies animales aves, mamíferos y reptiles constituyen los blancos de caza en la región,¹ ya que aportan al menos 30-50% de la proteína animal que presenta la dieta de la población rural, como ocurre en muchas otras regiones tropicales.² La cacería en la península de Yucatán es una actividad ampliamente reconocida, sobre todo en el medio rural, pero relativamente poco documentada. Esto obedece, en buena medida, al hermetismo de muchas comunidades rurales sobre su actividad cinegética tradicional, aunque ésta tenga un carácter de subsistencia y por ello no necesariamente conlleve sanciones penales para quienes la practican.

La escasa información documentada sobre cacería tradicional muestra que esta actividad puede presentar marcados contrastes locales en términos de su modalidad, estacionalidad, tasa de extracción, especies y tamaño de presas, hábitat aprovechable y demanda social. Tales contrastes hacen que el estudio de esta actividad requiera de evaluaciones de carácter socio-ecológico, que permitan analizar y entender mejor el aprovechamiento actual de la fauna silvestre. Por ello, las aproximaciones teóricas (*e. g.* teoría de sistemas, dinámica poblacional, manejo de recursos) y herramientas metodológicas (*e. g.* instrumentos etnográficos y de investigación participativa) retomadas por la ecología humana resultan particularmente útiles y pertinentes, ya que esta disciplina

El Dr. Salvador Montiel es investigador titular del Departamento de Ecología Humana de la Unidad Mérida del Cinvestav.
Correo electrónico: montiels@mda.cinvestav.mx

El Dr. Luis Manuel Arias es auxiliar de investigación del Departamento de Ecología Humana de la Unidad Mérida del Cinvestav.
Correo electrónico: marias@mda.cinvestav.com



Campesino-cazador transportando un venado cola blanca. S. Montiel.



Tallado en piedra de dos cazadores cargando un venado. Museo Regional de Yucatán "Palacio Cantón" del Centro Regional Yucatán, Instituto Nacional de Antropología e Historia (CRY-INAH).

emergente³ busca entender el desempeño del hombre y sus implicaciones ambientales en contextos ecológicos y socio-culturales específicos.

El propósito de este artículo es ofrecer al lector un panorama general sobre la cacería maya en Yucatán revisando sus elementos tradicionales, su carácter de subsistencia y las implicaciones para el manejo y conservación de la biodiversidad en esta importante región mesoamericana.

Animales en la cultura maya

La existencia de numerosas representaciones zoomorfas en vestigios arqueológicos denota la importancia que han tenido los animales en la vida cotidiana de la población maya desde tiempos prehispánicos. Entre las principales repre-

sentaciones en estelas y otros monumentos se encuentran el jaguar, la serpiente de cascabel, el venado, el murciélago, el mono, el halcón, el lagarto y la tortuga.⁴

Recordemos que, al nacer, los hijos de los antiguos mayas recibían el nombre de algún animal emblemático a fin de contar con un sello distintivo para su personalidad y carácter. Se creía que así estarían vinculados con la naturaleza y recibirían la influencia astrológica acorde con la cosmovisión religiosa de esta cultura.

A lo largo del tiempo, la alimentación maya, basada tradicionalmente en maíz y otros cultivos de la milpa y el solar, se ha complementado con animales silvestres, cuya carne ha sido una fuente importante de proteína para la dieta familiar. El rescate arqueológico de partes óseas de presas ancestrales de caza ha evidenciado lo anterior, además de demostrar el valor que ha tenido la cacería como actividad de subsistencia

desde los primeros asentamientos mayas en la península.⁵ Las pieles, dientes y cornamentas de animales, usados como parte de la indumentaria de antiguos guerreros, ha tenido una amplia representación en murales y paredes de las construcciones mayas. Es interesante observar que huesos y cornamentas, empleados en la antigüedad como implementos agrícolas, son utilizados hasta nuestros días entre los campesinos milperos.

La cacería es una actividad tradicional aún de gran importancia en las comunidades rurales del Mayab contemporáneo.^{3, 6} Esta actividad extractiva, usualmente para la subsistencia del cazador y su familia, está frecuentemente asociada con otras actividades forestales y agropecuarias practicadas en las selvas mayas: extracción de leña, producción de carbón y cultivo de la milpa (con el sistema agrícola de roza-tumba-quema). A partir de ese conjunto de actividades, aunado al manejo del solar o huerto familiar, el campesino-cazador mantiene una dieta familiar, la cual, según la estación del año, incorpora alimentos como maíz, frijol, calabaza, chile, hortalizas, frutas locales y carne de animales silvestres y de traspatio.

Formas de caza y dinámica comunitaria en Yucatán

Tradicionalmente, los campesinos-cazadores de Yucatán practican al menos cuatro modalidades de caza: (1) *P' uuj* o batida, (2) *Ch'uk* o acecho, (3) *Ts'on* o cacería nocturna (también referida como "lamparear") y (4) *Ximba ts'on* o cacería oportunista (también referida como "pasear el monte").^{3, 7} Algunas veces se reconoce una modalidad adicional, "la cacería del pavo cantor", que puede ser considerada como una variante de la cacería de acecho para conseguir específicamente el pavo de monte.⁶

Con excepción de la batida (practicada en grupos de quince a treinta cazadores), las modalidades mencionadas se practican usualmente de forma individual o en pareja, con el propósito de conseguir principalmente venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tepezcuintles (*Agouti paca*), jabalíes (*Tayassu tajacu*), iguanas (*Ctenosaura similis*) y tejones (*Nasua narica*) en áreas circunvecinas ubicadas a no más de cin-



Estelas en piedra con imágenes de jaguar. Museo Regional de Yucatán "Palacio Cantón" del Centro Regional Yucatán, Instituto Nacional de Antropología e Historia (CRY-INAH).

co kilómetros de la comunidad.¹ En estas áreas, los cazadores suelen tomar ventaja de la presencia de cuerpos de agua permanentes (e. g. pozos y cenotes), que son frecuentados por animales para hidratarse durante el día.

Todas las modalidades de caza incorporan procesos de organización social y familiar para la producción con base en la transmisión de conocimientos de padres a hijos en las comunidades mayas actuales.⁸ De las cuatro modalidades de caza, la batida, por su naturaleza grupal, muestra una forma compleja de organización social y un espacio de convivencia comunitaria que merece una semblanza más detallada. Aquí, un grupo de alrededor de veinte cazadores, acompañados de seis perros, se dan cita al amanecer en cierto punto de la comunidad y designan por consenso a dos "maestros" (generalmente, los cazadores más experimentados del grupo) para coordinar las actividades del día. Al llegar al sitio seleccionado para la cacería, mediante un sorteo los participantes son asignados a uno de dos grupos –el de batida y el de espera– y



Grupo de cazadores y perros antes de una batida (cacería en grupo) en los alrededores de una comunidad Maya de Yucatán. S. Montiel.



Cazadores del grupo de batida antes de su ingreso al sector de caza. En el extremo opuesto están ubicados los miembros del grupo de espera. S. Montiel.

se define su posición en el grupo respectivo. Para iniciar la cacería, el grupo de espera rodea el sector de caza seleccionado formando un semicírculo, en el que cada cazador se coloca lateralmente de veinte a treinta metros de su compañero inmediato. Con sus escopetas listas, quedan a la espera de los animales, que serán dirigidos hacia ellos por el grupo de batida, lo cual harán acercándose desde el extremo opuesto del sector paralelamente al grupo de espera. A la orden del maestro, y con ayuda de los perros, el grupo de batida empezará su desplazamiento dentro del sector esperando detectar algún animal. Durante el recorrido, los cazadores avanzan coordinadamente en su posición para evitar herir o ser heridos por algún compañero. Al momento de lograr una presa, el tirador lo comunica al resto del grupo y el maestro, dependiendo del terreno que falte por recorrer para encontrar al grupo de espera, decide parar o continuar con la batida. Cuando los grupos se encuentran, los cazadores reúnen a las presas de la batida y las guardan colgándolas en algún árbol cercano. En esta pausa los cazadores descansan, no más de un cuarto de hora, socializan los pormenores de la cacería y reinician posteriormente la actividad con otra batida. En cada ronda de cacería la posición de espera se alterna de dos

a tres veces por cada grupo. La duración y el número de rondas en un día de batida los deciden los maestros con base en la cantidad de presas y el cansancio de los participantes en cada grupo. Después de la actividad, generalmente al atardecer, los cazadores regresan con sus presas a la comunidad y se reúnen en casa de uno de los maestros. Ahí, el trabajo continúa hasta desollar y destazar las presas, de las cuales se obtendrán porciones similares de carne para ser repartidas entre todos los participantes de la batida.

Impacto de la cacería en Yucatán

La carne de monte o *wild meat* es un recurso natural de gran importancia para la población humana que habita en las regiones tropicales del mundo. En estas latitudes, altamente productivas y ricas en biodiversidad, existe una creciente demanda de fauna silvestre como fuente de proteína que parece estar impactando brutalmente las poblaciones animales que viven en varias regiones de África central, Centro y Sudamérica. Para estas regiones se han publicado tasas de extracción de biomasa animal, que van de miles hasta millones de



Cazadores reunidos en torno a sus presas (venados) al momento de terminar una ronda de batida. S. Montiel.



toneladas anuales.⁹ Para la península de Yucatán existe muy poca información publicada al respecto, lo cual hace difícil precisar, de manera confiable, la magnitud de tales aprovechamientos de fauna silvestre a nivel regional. Sin embargo, estudios recientes han aportado información muy importante que nos da una idea de la magnitud del problema. Por ejemplo, a partir de esfuerzos recientes de investigación en una comunidad maya de Campeche, se ha encontrado que en un periodo de ocho meses los campesinos-cazadores locales realizaron un total de 175 salidas de caza, obteniendo un total de 253 animales de 12 especies (mamíferos, aves y reptiles) (tabla 1 y figura 1).¹ El total de presas resultó en una biomasa animal estimada de 4.8 toneladas, compuesta principalmente de venado cola blanca. Las cuatro modalidades de caza registradas (batida, acecho, cacería nocturna y cacería oportunista) son practicadas tradicionalmente en la comunidad con diferentes costos y beneficios. El mayor número de animales se obtiene mediante cacería oportunista y acecho pero, en términos de biomasa animal, esta cifra varía siendo el acecho y la batida las modalidades con mayor aporte.

Un hallazgo importante de este estudio fue que de las doce especies de presas, cuatro de ellas (venado, tejón, jaba-

lí y pavo de monte) se obtienen mediante tres modalidades de caza; en cambio, especies como la iguana y la ardilla se obtienen por medio de una sola modalidad, ya sea cacería oportunista o acecho.

Esta información está contribuyendo a formar una primera aproximación cuantitativa en el ámbito regional del impacto que actualmente tiene la cacería tradicional sobre las poblaciones de varias especies de vertebrados. Por nuestra parte, la investigación en este sentido continúa y se fortalece con la finalidad de robustecer nuestro conocimiento sobre la magnitud y dinámica de la cacería tradicional en la península de Yucatán.

Conservación de la biodiversidad regional

Las actividades humanas dirigidas al aprovechamiento de la biodiversidad deben ser planeadas para lograr su uso eficiente, promoviendo así la conservación de los elementos biológicos que la constituyen. En relación con el uso y la conservación de la fauna silvestre, el consenso actual esboza cuatro recomendaciones generales:⁹ (1) la obtención de datos ecológicos

Tabla 1.

Variables asociadas con las modalidades de caza practicadas en una comunidad de la costa oeste de la península de Yucatán (registro de ocho meses).

Modalidades de caza	Batida	Espiar	Nocturna	Oportunista	Total
Presas (todas las especies)	36	82	39	96	253
Biomasa estimada de caza (toneladas)	1.4	2.3	0.7	0.3	4.8
Salidas de caza	26	55	29	65	175
Número promedio y rango de cazadores	20 (15-30)	2 (1-4)	2 (1-4)	1	
Inversión per capita (USD) por evento de cacería	5	1	10	1	

Tomado de León y Montiel (2008).¹

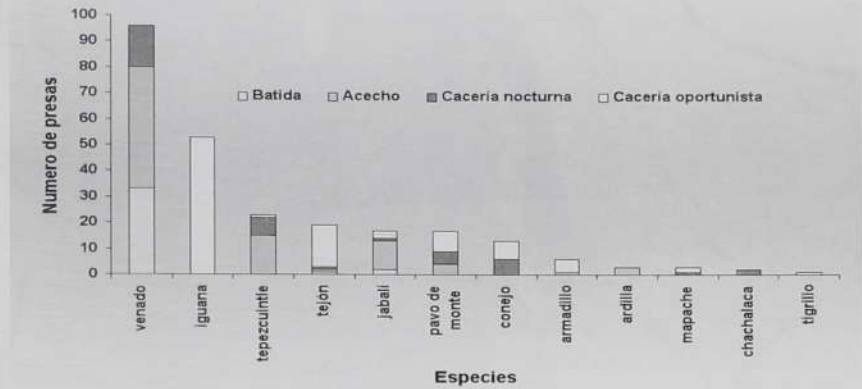
fundamentales (e. g. distribución y densidad) de las especies cazadas; (2) un diagnóstico del nivel de dependencia de carne silvestre por parte de la población; (3) la determinación de mecanismos que operan a diferentes niveles y que pueden estar promoviendo el comercio ilegal de carne y derivados de la cacería, y (4) el desarrollo de un marco de referencia robusto para diagnosticar la escala del aprovechamiento de vida silvestre determinando los lugares y tiempos de regulación e intervención más efectivos.

Atender las recomendaciones anteriores es un reto logístico y metodológico que estamos asumiendo mediante nuestros esfuerzos de investigación en el Laboratorio de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (Laecbio) de la Unidad Mérida del Cinvestav. Buscamos generar información de campo que permita cuantificar el aprovechamiento de especies clave y sus prácticas tradicionales de manejo en diferentes ambientes ecológicos y sociales.

Nuestra matriz ambiental de estudio es la reserva de la biosfera Los Petenes, Campeche. Desde el año 2001 hemos estado realizando ahí un intenso esfuerzo de investigación en varias de las comunidades rurales ubicadas en su zona de influencia. La presencia regional y la interacción constante con dichas comunidades han promovido la realización de estudios de caso sobre el aprovechamiento de fauna silvestre con el fin de proponer, junto con la población local, estrategias viables que sustenten un programa participativo de conservación y manejo de vida silvestre para la reserva y su área de influencia.

En Laecbio, buscamos que la información generada se canalice oportunamente a las instituciones encargadas de normar y ejecutar acciones en materia ambiental, con el fin de contribuir a que la regulación cinegética tradicional en la región se sustente en conocimiento científico y que el aprovechamiento de los recursos naturales en el Mayab pueda llegar a ser sustentable.

Figura 1.
Distribución del número de presas por modalidad de caza y por especie.



Tomado de León y Montiel (2008).¹



Momento del reparto de la carne de un venado por parte de uno de los maestros (derecha) el día de la batida. En la imagen se observan porciones similares de carne para repartirse entre los cazadores reunidos en la casa del maestro S. Montiel.

REFERENCIAS

1. P. León y S. Montiel, *Human Ecology*, **36**, 249(2008).
2. E. Bennett, *Conservation Biology*, **16**, 590(2002).
3. F. Steiner, *Human Ecology, Following Nature's lead* (Island Press, EUA, 2002).
4. D. Sodi, *La literatura de los mayas, Lecturas Mexicanas* 86 (Joaquín Mortiz, 1986).
5. K.F. Emery, *Nature Conservation*, **15**, 184 (2007).
6. S. Montiel, L. Arias y F. Dickinson, *Geografía agrícola*, **29**, 43(1999).
7. F. Méndez-Cabrera y S. Montiel, *Universidad y ciencia*, **23**, 127(2007).
8. L. Arias, en *La milpa en Yucatán, un sistema de producción agrícola tradicional*, E. Hernández et al., comps. (Colegio de Postgraduados, Montecillos México, 1995).
9. E. Milner-Gulland, E. Bennett y S.A.M.W.M. Group, *Trends in Ecology and Evolution*, **18**, 351(2003).



Chlorophyll - V45 15.7

Una perspectiva sobre la producción y el uso de biocombustibles en México

Arturo Sánchez

Petróleo y alimentos

Unos días después de la reunión del G8 que se llevó a cabo en Tokio durante la segunda semana de julio de este año, se filtró a la prensa el borrador de un informe del Banco Mundial en el que se presentan los resultados de un análisis sobre el alza de precios de los principales granos y semillas a nivel mundial.¹ El reporte confirma lo que otros organismos internacionales ya habían informado: que el crecimiento desorbitado en los precios de los granos y semillas básicos se debe, en gran medida, a su uso para la producción de biocombustibles de primera generación y consecuencias relacionadas.² Lo interesante de este reporte es que le pone números a la afirmación y establece que ésta es la causa de tres cuartas partes de 140% de incremento que tuvo el Índice de Precios de Alimentos del Banco Mundial de enero de 2005 a febrero de 2008, aun con cosechas récord en los ciclos 2004/05 y 2005/06.³ El otro 25% se atribuye a las sequías en Australia durante 2006 y 2007, a pobres cosechas en la Unión Europea durante 2007, al incremento en el consumo de oleaginosas en China para alimento de ganado y aves, así como a la debilidad del dólar y a la especulación.

En el reporte se afirma que el auge mundial en el uso de alcohol de primera generación como combustible automotriz se debe, en parte, a los altos precios del petróleo. Sin embargo, estos incrementos, que impactan en los precios de la energía necesaria para cultivo, fertilizantes y otros componentes, no han sido el factor principal. Por ejemplo, en

El Dr. Arturo Sánchez es investigador titular de la Unidad Guadalajara del Cinvestav y miembro del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*.
Correo electrónico: arturo@gdl.cinvestav.mx

Estados Unidos (EUA) el incremento en los precios del crudo ha causado 15% de incremento en los costos de producción de los principales cultivos.

Los datos mostrados en el reporte refuerzan la hipótesis de que los principales propulsores han sido las políticas gubernamentales y subsidios relacionados con el consumo de alcohol como combustible automotriz en EUA y algunos países de la Unión Europea. Por ejemplo, el gobierno estadounidense ha establecido reducir el consumo de gasolina en 20% para el año 2017 y sustituirlo por alcohol de primera generación (de maíz, principalmente).⁴ Esta política ha sido secundada por programas muy agresivos de inversión y subsidio. Como un ejemplo están los 0.14 USD que reciben actualmente los comercializadores de etanol por cada litro que mezclen con gasolina.

Lo anterior ha causado que el consumo y producción de etanol en EUA se incremente vertiginosamente. En 2002, se producían alrededor de 8 mil millones de litros, mientras que en 2007 fue de 24 mil 600 millones de litros con una demanda de 25 mil 900 millones de litros y una capacidad instalada de 35 mil 300 millones de litros.⁵ Actualmente, EUA cuenta con 164 plantas de producción de etanol a partir de maíz y se están construyendo 100 más para contar con una capacidad de producción de 51 mil 300 millones de litros para 2010. El costo actual de producción es de 0.64 USD/litro, mientras que el costo de producción esperado por el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) es de 0.35 USD/litro para el año 2012. Otros organismos afirman que puede ser aún menor, como es el caso del Laboratorio Nacional de Recursos Renovables (RNEL, por sus siglas en inglés), que proporciona un estimado de 0.28 USD/litro para 2010.⁶

Para poder producir estas cantidades, se afirma en el reporte filtrado que en EUA todos los incrementos de producción desde el 2004 se han usado para la producción de etanol. En el ciclo 2007, una cuarta parte de la cosecha de aproximadamente 330 millones de toneladas⁷ se destinó a este fin (esto significa 82,5 millones de toneladas, equivalente a 11% de la producción mundial).⁸ Esto ha provocado que actualmente la producción de etanol a partir de maíz ya sea rentable en EUA, situación que todavía no se ha logrado para el diesel.

Maíz y biocombustibles

Ante estas circunstancias, el panorama para México en el uso de biocombustibles no se ve muy alentador. La dependencia alimentaria y la cercanía con EUA hace insostenible que se utilicen tecnologías de primera generación a nivel local. Por ejemplo, la producción de maíz en el ciclo 2007 fue de 23.3 millones de toneladas, mientras que el consumo ascendió a 31 millones de toneladas. Las importaciones representaron 35% del consumo nacional.⁹ Esto equivale a alrededor de 40% del maíz que EUA utilizó ese mismo año únicamente para producir alcohol. El caso del trigo es todavía más alarmante ya que nuestras importaciones en este periodo fueron equivalentes a casi 100% del consumo nacional.¹⁰ Más aún, existe un vacío por parte del gobierno federal en relación a políticas energéticas. La reglamentación correspondiente a la Ley de Bioenergía, aprobada por el Congreso, sigue sin conocer la luz, aun cuando la Secretaría de Energía (Sener) afirma que para el año 2010 ya estaremos usando mezclas de al menos 10% de alcohol en las gasolinas

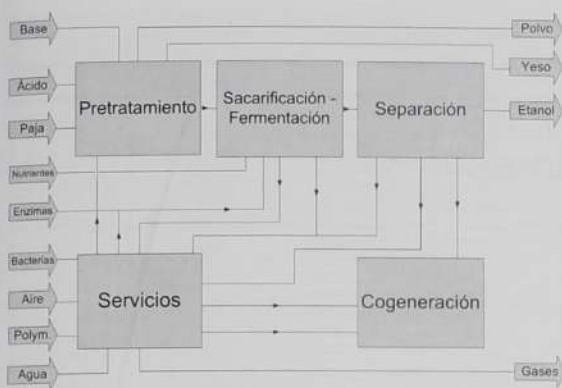


Figura 1. Diagrama de bloques en el proceso de producción de etanol basado en paja de trigo.

para vehículos. Si todas estas piezas del rompecabezas estuvieran en su lugar, sería técnicamente imposible contar con plantas de producción de bioetanol que funcionen en México para la fecha establecida. Por lo tanto, es muy probable que el alcohol que se utilice como oxigenante de gasolinas en el corto plazo provenga ya sea de EUA o Brasil, que son los grandes productores y exportadores mundiales y con la participación de jugadores con alta capacidad económica y de ingerencia política. Lo paradójico es que el alcohol que compremos probablemente se obtendrá del maíz y esto, a su vez, contribuirá a seguir manteniendo altos los precios de este grano. Por ejemplo, si en este momento se sustituyera 10% del consumo de gasolina en México por alcohol de maíz, como lo establece la Sener, se necesitarían alrededor de 15 millones de toneladas para producirlo. Esto es equivalente a casi la mitad del maíz que se consume actualmente en México. En otras palabras, perdemos doblemente porque vamos a pagar precios altos por el maíz que nos comemos, debido a la presión en los precios, que nosotros contribuimos a crear al comprar también alcohol. La otra alternativa es voltear hacia Brasil con sus tecnologías basadas en el uso de caña de azúcar.

Organismos internacionales, incluido el Banco Mundial, coinciden en que, para aligerar la presión sobre el mercado de los granos, es necesario que los gobiernos que han impulsado la producción de biocombustibles de primera generación cambien sus políticas de consumo y promuevan la producción de biocombustibles de generaciones superiores. Las actividades de investigación y desarrollo en este ámbito han sido muy intensas en todo el mundo durante los últimos quince años, como lo demuestra lo nutrido de la literatura

académica. También ya existen algunas plantas piloto para demostrar el avance de tecnologías emergentes. Por lo tanto, en el mediano plazo se podría contar con tecnologías que puedan ser utilizadas por proveedores locales para satisfacer parte de la demanda de combustible de transporte de una manera socialmente responsable y amigable para nuestro medio ambiente.

Paja de trigo

Con la finalidad de explorar qué tan rentable sería el uso de tecnologías de segunda generación, mi equipo de trabajo realiza, desde hace dos años, un análisis paramétrico de factibilidad técnico-económica para la producción de etanol utilizando paja de trigo.¹¹ Se escogió la paja de trigo debido a que en otros trabajos previos de investigación nos hemos familiarizado con su ciclo de vida como producto agro-industrial. Tomando en cuenta la economía nacional, estimamos el costo de producción de etanol (USD/kg) utilizando el método de valor presente neto (VPN) como una función del tamaño de la planta (*i. e.* flujo de materia prima), costo de materia prima, interés, periodo de vida útil y porcentaje de apalancamiento.

Los datos que requiere el cálculo VPN sobre la planta de procesamiento (precios de equipo y flujos de materiales) dependen, principalmente, del tamaño de la planta y la tecnología utilizada. Éstos fueron calculados utilizando el modelo en estado estacionario de una planta hipotética, que cuenta con cinco etapas principales de procesamiento bajo un arreglo estándar: pretratamiento, sacarificación-

Tabla 1. Características de operaciones unitarias de planta hipotética.

Etapa	Características
Pretratamiento	– Limpieza y ajuste de tamaño para aumento de área de contacto – Tratamiento termoquímico (solución H₂SO₄, 0.75% peso) en reactor a contracorriente (190 °C y 30 atm) – Eliminación de agentes inhibidores por medio de neutralización-acidificación
Sac-Ferm	– Sacarificación enzimática por lotes – Fermentación enzimática por lotes – Preparación de enzimas fuera de planta
Separación	– Sistema de destilación-rectificación – Malla molecular para secado de alcohol – Evaporador triple efecto para concentración de jarabes
Servicios	– Arreglo aeróbico-anaeróbico-clarificación, t. retención 1 h
Cogeneración	– Quemador 40,000Kw – Turbina 6,000Kw

fermentación, separación, servicios y cogeneración de energía. En la figura 1 se presenta un diagrama de bloques de dicha planta y en la tabla 1 se enlistan algunos detalles sobre la tecnología seleccionada para cada etapa.

El proceso es intensivo en el uso de agua y puede tener un impacto importante en el medio ambiente, por lo que se le prestó especial atención en la sección de servicios. La cogeneración incluye tanto la generación de electricidad como de vapor. El modelo está construido de manera modular con balances de material para cada etapa. Las 315 ecuaciones que constituyen el modelo se resuelven con una estrategia secuencial en función de los flujos de entrada de materia prima. Los cálculos se realizaron utilizando datos experimentales, tanto de laboratorio como de planta piloto, disponibles en la literatura para los factores de separación, rendimiento y reacción de todas las operaciones involucradas. El cálculo de costos de equipo para cada etapa, así como de la inversión total y los costos de producción, fueron realizados utilizando técnicas estándar de ingeniería de proceso.^{12, 13} El procedimiento de cálculo y los resultados fueron validados utilizando resultados publicados en la literatura para la producción de etanol en otras latitudes con otras materias primas.

Los resultados de este ejercicio muestran que, efectivamente, es necesario jugar con las economías de escalas en las que el costo de materias primas tiene el papel más importante. Por ejemplo, si quisiéramos competir con el costo de producción esperado en EUA para el año 2012 y tratáramos

de minimizar el costo de inversión, suponiendo que la tecnología de producción está disponible y probada, sería necesario empezar a construir hoy una planta para procesar 2 mil 100 toneladas de paja por día (87mil 500 kg/h). Esta cantidad de paja equivale aproximadamente a 20% de la producción nacional. El precio al que se tendría que adquirir la paja sería de aproximadamente 60% menor al precio actual de mercado. Hacer el acopio de estas cantidades de materia prima a los precios requeridos parece ser muy difícil. Aún más, podría traer consecuencias graves en el mercado de esta materia prima, ya que la paja de trigo en México tiene una gran cantidad de usos, entre otros como forraje ganadero. La tabla 2 muestra otros valores utilizados en este cálculo. Al comparar este caso con las condiciones que actualmente prevalecen en EUA para la producción de etanol con base en maíz, se hace más evidente la importancia que ha tenido la intervención del estado.

La composición del costo de producción se muestra en la figura 2. La materia prima aparece en primer lugar con 42% del costo total de producción, mientras que la operación de la planta contribuye con 20%. Estos datos nos indican que contar con portafolios de materias primas baratas y procesos más eficientes redundaría en un menor precio del etanol. La cuestión es establecer qué tanto impactaría y cuáles son las operaciones unitarias de las que se pueden obtener un mayor beneficio. Las respuestas a estas preguntas se pueden encontrar en el documento que respalda esta nota.

A continuación presento el impacto de la variación del costo y flujo de materia prima. En la figura 3 se muestra el flujo de efectivo con respecto al costo de producción por litro para diferentes valores de flujo de materia prima. Se puede observar que para el tamaño de planta que manejamos, la contribución del aumento del flujo en la disminución del costo ya no es tan relevante. Sin embargo, el costo de materia prima sí impacta de manera importante, como se muestra en la figura 4. Utilizando un precio de aproximadamente 0.03 USD/kg de paja, que es común en EUA, nuestro modelo proporciona un precio de 0.26 USD/litro de alcohol. Por lo tanto, la regla principal es contar con materias primas baratas, con concentraciones importantes de polisacáridos.

Conclusiones

La conclusión a la que llegamos es que pudiera ser, en el mediano plazo, financieramente factible producir en México etanol con materiales lignocelulósicos. El punto, y gran oportunidad para nosotros, es que la tecnología está lejos de estar lista. Esto es más relevante si recordamos que el ejercicio de cálculo que se presenta está en el rango superior de dimensiones de equipo, en el que aprovechamos el tamaño para que nos salga más barato. Para plantas más chicas, que pudieran manejar “portafolios de materias primas”, como deberían de ser en nuestro contexto mexicano, tendremos

Tabla 2. Características de cálculo VPN para planta 2,100 ton/día.

Precio de la paja, USD/kg	0.03
Flujo de materia prima, (106) kg/día	2.1
Tasa interna de retorno, %	9
Apalancamiento, % inversión	30
Tiempo de construcción, años	2.5
Periodo útil de la planta, años	10
Inversión total, (106) USD	100
Costo de operación anual, (106) USD	43
Costo de materia prima anual, (106) USD	29

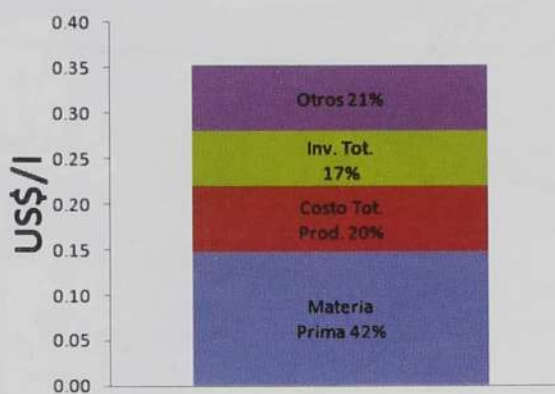


Figura 2. Distribución de costos de producción.



que hacer uso de tecnología altamente eficiente para hacer rentable la producción.

Creo que es importante resaltar el inmovilismo del aparato del estado en este ámbito en cuanto a las legislaciones y apoyos. Todo pareciera indicar que la cena está servida para los grandes importadores. Un asunto clave es la cantidad y precio de materias primas. El modelo y procedimiento de cálculo que hemos desarrollado está pensado para poder evaluar la factibilidad técnica y financiera de otros materiales lignocelulósicos. El modelo está construido de manera modular para poder considerar los detalles específicos de tecnologías que se requieran en cada operación unitaria o reacción.

Actualmente, mi equipo de trabajo sigue avocado en esta área. Estamos trabajando en mejorar el modelo matemático y, como primer paso, vamos a realizar la integración de energía en la planta hipotética para abatir costos de producción. También hemos realizado una revisión del estado del arte para algunas operaciones unitarias importantes en el proceso, en las que queremos incursionar a escala pre-piloto a fin de contar con datos experimentales que respalden los cálculos teóricos. De esta forma estaremos en una posición técnicamente sólida para embarcarnos en la construcción de una planta piloto, que nos permita probar tecnologías emergentes para biocombustibles de segunda generación.

Agradezco a Laia Muñoz por sus comentarios a este manuscrito y a Héctor Gutiérrez por la preparación de las gráficas.

REFERENCIAS

1. <http://blogs.guardian.co.uk/environment/category/biofuels/>
2. Cambios en el uso de suelo y prohibiciones a la exportación de países productores.
3. 10.2% y 8.9% respectivamente mayor que el promedio de los tres años anteriores.
4. *Biomasa Mult Year Program Plan*. (EUA Department of Energy, marzo 2008).
5. <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/>
6. A. Aden *et al.*, "Lignocellulosic biomass to ethanol process design and economics utilizing co-current dilute acid prehydrolysis and enzymatic hydrolysis for corn stover" (National Renewable Energy Laboratory, 2002).
7. USDA Economic Research Services. Year Book Tables.
8. En este mismo ciclo, 23% de la tierra disponible para cultivo cambió a maíz. Esto impactó principalmente en las cosechas de soja y trigo.

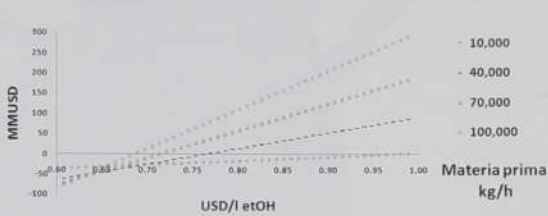


Figura 3. Flujo de efectivo vs. costo de producción para diferentes flujos de materia prima.

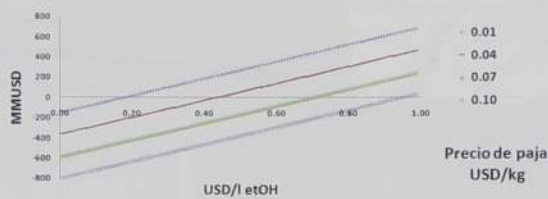


Figura 4. Flujo de efectivo vs. costos de producción para diferentes precios de materia prima.

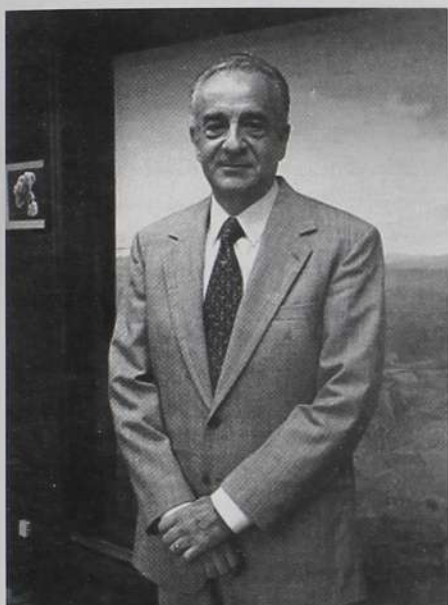
9. Según el reporte, las reservas de soja cayeron 75% mientras que, en el caso del trigo, fue de 50%, siendo éste el nivel más bajo en sesenta años, según la USDA. Incrementos en el uso de maíz para otros fines se respaldaron con reservas, incluyendo el aumento de exportaciones. Según algunos organismos internacionales, no se espera que bajen los precios en los próximos ocho años.
9. Indicadores básicos del sector agroalimentario y pesquero, www.siap.gob.mx
10. Producción 3.6 millones, importación 3.2 millones de trigo.
11. A. Sánchez, H. Gutiérrez-Murillo, G. Magaña. *J. Bioresource Technology* (en preparación).
12. J.M. Douglas, *Conceptual Design of Chemical Processes*. McGraw Hill, 1988.
13. W.D. Seider, J.D. Seader y D.R. Lewin, *Product and Process Design Principles* (WILEY, 2004).



Esclerosis múltiple: la génesis de la enfermedad

Entrevista con el Dr. Adolfo Martínez Palomo

Susana Quintanilla



Adolfo Martínez Palomo

Enfermedades neurodegenerativas

La inmensa mayoría de los mexicanos estamos desacostumbrados a escuchar noticias acerca de la ciencia y de los científicos. Éstas son muy infrecuentes, casi nulas, y resultan menos llamativas que las relacionadas con la violencia, los desastres naturales, la política y, en menor escala, las artes y los espectáculos. Basta con observar las listas de las referencias más leídas en los periódicos, o visitadas con mayor frecuencia en la Red, para percibir que en México lo que se haga o deje de hacer en materia de investigación científica no tiene trascendencia en la opinión pública. Si acaso, de vez en cuando salen a la luz sucesos supuestamente escandalosos, que de ningún modo dan cuenta de todo lo que esta labor implica y de sus contribuciones a la sociedad.

En abril de 2008 fue anunciada en la prensa y en otros medios masivos una noticia inusitada: un equipo de investigación mexicano, coordinado por los doctores Julio Sotelo (Unidad de Neuroinmunología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, INN) y Adolfo Martínez Palomo, (profesor emérito del Cinvestav), había hecho un aporte significativo al conocimiento de la esclerosis múltiple, una enfermedad en torno a la cual existen grandes enigmas. Si bien el hallazgo es producto de varios años de trabajo, fue conocido a partir de la publicación de un artículo científico en *Annals of Neurology*, una de las revistas más prestigiadas en el campo y la más leída por los especialistas.¹ En el editorial, Donald H. Gilden, un experto en el tema, no sólo apuntaló la

La Dra. Susana Quintanilla, investigadora titular del Departamento de Investigaciones Educativas es directora editorial de *Avance y Perspectiva*.
Correo electrónico: susanaq@cinvestav.mx

contribución realizada, sino que hizo un exhorto para continuar el desciframiento de los misterios de la enfermedad.

Cuando supe lo anterior, sentí emociones encontradas: por un lado, el orgullo de saber que Martínez Palomo, un colega y científico sin par, había tenido un logro tan importante; por el otro, desazón ante la indiferencia de la academia mexicana hacia este éxito. Y no sólo por la apatía implícita en esto último, sino porque el descubrimiento puede contribuir, a largo plazo y tras un proceso igualmente largo e incierto, al conocimiento de la esclerosis múltiple, una de las enfermedades neurológicas más comunes en algunas regiones de la Tierra. Sus efectos en términos humanos, tanto económicos como sociales, son cuantiosos, y sus secuelas en la vida de los enfermos y de sus allegados resultan incommensurables. No hay parámetros para medir las alteraciones emocionales que genera este padecimiento, todavía sin curación.

Aun cuando mi área de conocimiento es equidistante a la de Martínez Palomo, y mi ignorancia en torno a su trabajo es inmensa, decidí hablar por teléfono con él para felicitarlo y solicitarle una entrevista. Respondió a lo primero con el comedimiento propio de los científicos más experimentados. En cuanto a lo segundo, me invitó a reunirnos en su oficina del Consejo Consultivo de Ciencias, del que es coordinador general desde hace varios años.

Descifrar los misterios de la enfermedad

Martínez Palomo me recibió con la gentileza que lo caracteriza. Esta vez no traía puesta la bata blanca con la que lo he visto en muchas ocasiones, incluso fuera de su laboratorio. Pero ésta no era la única anomalía respecto de nuestros encuentros anteriores: en éstos, los temas de conversación no me resultaban ajenos, la política científica y educativa, la historia de la ciencia y del Cinvestav, la música, la literatura y las artes plásticas. No desconoce ninguno de estos universos; transita por ellos con la erudición y la ligereza propias de un experto. Es un escritor de fuste ("una buena pluma", diría él), entusiasta del buen decir e intransigente en el uso de las palabras. Todavía recuerdo mi aprensión al saber que él estaba leyendo alguno de los primeros manuscritos de lo que después sería mi libro sobre la creación y los primeros

años del Cinvestav. Y no porque temiera la posibilidad de un enojo por alguna interpretación u opinión mía (en esto él es respetuoso siempre), sino por su reacción (esa sí implacable) ante una falta de ortografía o de sintaxis.

Cuando me senté en su gran escritorio, con el cuaderno de notas frente a mí, no sabía cómo comenzar la entrevista. Por fortuna, Adolfo tiene la costumbre de abrir el diálogo con el punto de partida de sus investigaciones, la descripción de la enfermedad. Es un narrador nato, y sus relatos de las enfermedades son tan fascinantes como una novela negra o de aventuras. Nunca dudó que su campo era la medicina (es médico cirujano egresado de la Facultad de Medicina de la UNAM), pero aún ahora, después de una larga y muy bien cimentada carrera científica (en 1986 recibió el Premio Nacional de Ciencias), se pregunta si la elección que realizó entre la clínica y la investigación fue la más acertada. Al parecer sí lo fue, no sólo por los méritos logrados en esta última, sino por la actitud de gozo y curiosidad con su trabajo como investigador. Extiende esta cualidad en todos los ámbitos de su vida. Además, quienes hemos convivido con él sabemos que, en el fondo, nunca renunció del todo a la clínica. Si alguien quiere llamar su atención, basta con que mencione que está enfermo. Entonces, Adolfo se acercará al "paciente" para inquirirlo sobre sus padecimientos y sugerirle a quién acudir, qué leer o qué hacer.

A lo largo de casi dos horas, Martínez Palomo me explicó algunas de las características más importantes de la esclerosis múltiple y en qué consiste la investigación en la que ha participado. Tratándose de un hombre con tantas miras, es natural que sus explicaciones vayan por muchos blancos.

Susana Quintanilla (SQ): Comencemos por lo más elemental, ¿qué es la esclerosis múltiple?

Adolfo Martínez Palomo (AMP): Es una enfermedad del sistema nervioso central, crónica y degenerativa. Avanza por episodios de duración variable que tienen una fase de brote y una de remisión, y dejan como secuela cicatrices causadas por la destrucción de la mielina. Al paso de los años produce un debilitamiento y una invalidez neurológicos progresivos; una parte de los enfermos termina en silla de ruedas.

SQ: Sí, esta enfermedad es terrible, tanto en sí misma como por la ansiedad que genera en personas aún lúcidas pero prácticamente inmovilizadas. Pero, ¿qué tan frecuente es?

AMP: Los cálculos son aproximados: una de cada mil personas. Afecta principalmente a adultos jóvenes (de 30 a 50 años de edad), sobre todo a las mujeres, entre las que es dos veces más común que entre los hombres (aunque a ellos los ataca con mayor intensidad). Su epidemiología tiene patrones muy curiosos: es más frecuente en los países del norte que en los del sur; en los ricos que en los pobres. Además, el grado de proclividad aumenta en la población con mayor educación. Aunque en México no ha alcanzado las proporciones endémicas que tiene en el norte de Europa, es la segunda enfermedad neurológica más frecuente como causa de hospitalización. Tuvo un incremento inusitado en nuestro país durante la década de los ochenta del siglo xx, cuando cada año se duplicaba el número de enfermos y las cifras indicaban un movimiento epidemiológico superior al de otros lugares como Inglaterra, Alemania y Estados Unidos.

SQ: Estos patrones me hacen suponer que la población afectada tiene rasgos especiales.

AMP: Sí, de hecho quienes atienden a los pacientes de esclerosis se enfrentan a comunidades muy activas respecto de su enfermedad: atentas a la información sobre ésta, inquisitivas en relación con el desarrollo de los síntomas y conscientes de sus sufrimientos. Si navegas por la Red podrás observar la existencia de numerosos blogs, grupos de apoyo y otros recursos a través de los cuales los pacientes no sólo dialogan entre sí, sino que están en contacto con la investigación científica y médica especializada en el tema. Para los médicos e investigadores, ello constituye, a la vez, un reto y una fortuna: sólo a partir de esta interacción resulta factible el conocimiento integral de la esclerosis múltiple, que trae consigo aspectos emocionales como la depresión, la angustia, la ira y el miedo.

SQ: En una entrevista anterior publicada en *La Jornada* dijiste que aún se ignora mucho de este padecimiento, pese a que ha sido muy estudiado.²

AMP: Así es, aunque parezca paradójico. Desde los años cuarenta del siglo xx el interés por esta enfermedad ha ido en aumento, pero todavía no hay respuestas definitivas a ninguna de las preguntas esenciales relacionadas con ella. Incluso, hace no muchos años se decía que si querías arruinar tu carrera como investigador debías dedicarte al estudio de la esclerosis múltiple. En la actualidad hay centenares de publicaciones científicas acerca de esta patología; ninguna de éstas da una pista firme sobre sus causas.

Dos hipótesis

SQ: ¿Es sobre esto, la etiología de la enfermedad, que Julio Sotelo y tú han estado trabajando?

AMP: Sí, y resulta conveniente hablar un poco sobre las dos hipótesis prevalecientes en este rubro. Una involucra factores patógenos externos, en particular una infección viral; la otra da predominancia a dos factores intrínsecos: la susceptibilidad genética y la autoinmunidad. Ninguna de estas hipótesis ha sido comprobada, pese a los avances científicos en la virología, la genética, la neurología y otras áreas de las ciencias biológicas, médicas y de la salud.

SQ: ¿El estudio que han realizado contribuye a la comprobación de alguna de estas hipótesis?

AMP: Vendría a ser como el descubrimiento de un hilo dentro de una madeja. Un hilo importante, pero que no da cuenta del conjunto.

SQ: ¿En qué consiste ese hilo?

AMP: En la identificación del virus Varicela-Zoster (vz), en adelante), de la familia herpes, como una causa posible de la esclerosis múltiple. Desde hace una década Sotelo y sus colaboradores en el Laboratorio de Neuroinmunología del INN han venido realizando estudios sobre los factores dietéticos, ambientales, de exposición y económicos, que pudieran incidir en el desarrollo del padecimiento. Entre otras cosas, descubrieron que casi todos los afectados habían tenido

varicela en edades mayores a la promedio. Posteriormente, encontraron evidencias de que los pacientes tenían en sus leucocitos periféricos huellas moleculares del vvz en el momento del brote. En estudios subsecuentes establecieron una asociación directa entre el virus y la enfermedad.

Microscopía electrónica

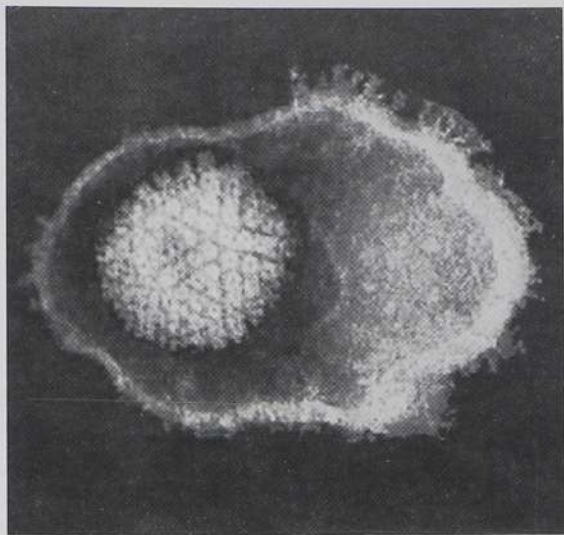
SQ: Supongo que fue entonces que tú te incorporaste de lleno en esta indagación.

AMP: Julio Sotelo tenía pruebas bioquímicas en sangre periférica que sugerían la existencia de una infección viral asociada con los brotes de esclerosis múltiple. Cuando comenzó a estudiar, mediante técnicas de biología molecular, el líquido cefalorraquídeo encontró concentraciones muy altas de las huellas del virus en pacientes que estaban en la fase del brote. En una comida informal comentó conmigo lo anterior, y decidimos buscar los virus. Comenzamos a realizar observaciones de partículas virales mediante microscopía electrónica en el líquido cefalorraquídeo de 19 pacientes con esclerosis múltiple durante la fase de brote, y de 18 pacientes durante la de remisión. Asimismo, observamos un grupo de

control formado por 28 sujetos sin esclerosis pero con alguna otra enfermedad del sistema nervioso central. Las 19 primeras muestras tienen gran cantidad de virus, mientras que en las de los pacientes que están en la fase de remisión la cantidad disminuye de manera considerable. Asimismo, no encontramos virus en los sujetos del grupo de control. Estos resultados sugieren que el vvz es un agente de la enfermedad, lo que no significa que todos aquellos que tengan el primero desarrollen la segunda.

SQ: Has repetido varias veces –tú, que en general evitas las repeticiones– la palabra observación. ¿Qué función desempeña esta actividad en el proceso de la investigación científica?

AMP: En mi especialidad, la microscopía electrónica, resulta esencial ver mucho con mucho cuidado. Y ello implica más que la posesión de aparatos sofisticados; requiere de un entrenamiento óptico y una formación que va más allá de lo meramente técnico. Esto para no mencionar cuestiones como la curiosidad, la capacidad para establecer las conexiones entre elementos aparentemente independientes entre sí y la paciencia. La combinación de estas piezas hace que las horas pasadas en el laboratorio parezcan cortas: nunca las he sentido largas o me han resultado aburridas.



Micrografía del herpes Varicela Zoster

SQ: Si hay alguien en México acostumbrado desde niño a la vida en los laboratorios ése eres tú.

AMP: Como sabes, mi padre, Manuel Martínez Báez, era médico; fue catedrático de la UNAM y fundador del Instituto de Enfermedades Tropicales. Cuando yo era niño iba a recogerlo junto con mi madre a donde él trabajaba. Me entusiasaban el olor a solventes y fijadores, los artefactos y el ambiente que se vivía en los laboratorios. Este entusiasmo era acompañado por las charlas informales de los amigos de mi padre, Daniel Cosío Villegas, Ignacio Chávez y Luis Enrique Erro, entre otros, quienes discutían largamente, y a veces de forma acalorada, acerca de los retos de la ciencia en México y sus contribuciones posibles a la sociedad.

Varicela y esclerosis

SQ: Personalmente, me sorprendió que estuvieras estudiando un virus; te asocio mucho más con otros “bichos”, como las amibas.

AMP: En realidad, comencé mi carrera estudiando la posible causa viral del cáncer. Tenía entonces 25 años de edad y esta-

ba en el Instituto de Cáncer de Francia. Cuarenta años después, he vuelto a mi origen. Resulta complicado trabajar a 40 mil aumentos para detectar los virus, entre las muchas cosas que aparecen en el microscopio electrónico, y estar seguro de que éstos lo son. Se requiere una gran experiencia para esto.

SQ: Cómo sabes si el virus que aparece en las muestras estudiadas es el vvz, ¿por su morfología?

AMP: La morfología nos proporciona datos relativos a las dimensiones del virus y a las características de los elementos que lo componen. Con base en ello sabemos que se trata de un virus herpes; sin embargo, no podemos afirmar que es el vvz. Para esto último se requerirían análisis del corte de los virus a una resolución muy grande, que a su vez necesitarían un microscopio electrónico de mayor resolución del que tenemos. Y aquí es cuando destacan las virtudes del trabajo compartido e interdisciplinario, ya que la biología molecular sí distingue de cuál tipo de virus herpes se trata.

SQ: A partir de la detección del vvz en las muestras de líquido cefalorraquídeo de los pacientes, ¿qué inferencias se pueden realizar respecto de las relaciones entre el vvz y la esclerosis múltiple?



AMP: Me alegra tu pregunta porque, de manera involuntaria, se han generado inducciones no válidas que inquietan a la población sobre cosas inexistentes. De ningún modo se puede deducir que los niños que tengan varicela tendrán esclerosis múltiple en el futuro. Lo que puede ocurrir es que una proporción muy pequeña de esos niños tenga en la etapa adulta el mismo virus, que permanece “medio dormido” en los ganglios intercostales. Cuando el virus “despierta” produce lesiones muy dolorosas en los adultos mayores. Por alguna razón que debemos investigar, el vvz se asocia, en los jóvenes de 20 a 40 años, a otra enfermedad, la esclerosis múltiple.

SQ: ¿Hay una secuencia lineal, varicela, herpes y esclerosis, en este proceso?

AMP: No necesariamente completa, y mucho menos generalizada. Millones de niños tienen varicela; sin embargo, la secuencia hacia la esclerosis es relativamente baja. Por otro lado, la identificación del virus no prueba que éste sea el causante de la enfermedad.

SQ: En la investigación científica sucede a menudo que un descubrimiento pionero, como lo es éste, abra muchas interrogantes por resolver. Antes de esto, es indispensable ampliar las muestras.

AMP: Justo en esto estamos trabajando, tanto a nivel nacional como en asociación con colegas de otros países. Si los resultados llegaran a ser similares o iguales a los obtenidos previamente, no sólo darán bases más firmes para avanzar en el conocimiento de la etiología de la enfermedad, sino también en su prevención y tratamiento. Aunque falta mucho para lograr esto último, es previsible que el descubrimiento realizado estimule la imaginación de expertos en farmacología e inmunoterapia. Es probable que en el futuro se desarrollen fármacos y vacunas. Si esto llegara a suceder, nuestro aporte sería “redondo”, pues habría contribuido a la lucha en contra de una enfermedad que afecta a un sector clave de la población justo cuando está en lo que podríamos llamar “la flor de la vida”. Esta contribución es, a la larga, el sueño de cualquier científico médico.

Salí de la oficina de Martínez Palomo con varias páginas de mi cuaderno llenas de apuntes indescifrables, un volumen de sus obras completas (publicadas por El Colegio Nacional), la sensación de haber aprendido mucho durante la charla y el temor de no poder transmitir a los demás este aprendizaje. Al llegar a mi casa le envié un correo agradeciéndole su paciencia. Poco después, recibí su respuesta. Junto a ella, una fotografía del temible vvz.

REFERENCIAS:

1. A. Martínez Palomo, J. Sotelo y otros. *Ann. Neurology* XX, AAA (2008).
2. *La Jornada*, 3 de marzo (2008).



Eugenio Méndez Docurro, magno creador de *tecnosaber*

Octavio Paredes López



Entrevista concedida por el Presidente Adolfo López Mateos a estudiantes del Instituto Politécnico Nacional, en donde están, entre otras personas, el Director General, Ing. Eugenio Méndez, el Sr. Carlos Suárez-Villa y el Ing. Víctor Bravo Ahuja, Subsecretario de Educación Tecnológica, en 1960.

Eugenio Méndez Docurro (EMD) estudió secundaria y preparatoria en la vocacional 2 del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y se graduó de ingeniero en comunicaciones también en el Politécnico en 1947. Posteriormente realizó estudios de posgrado en la Universidad de Harvard, en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y en otras instituciones de Francia e Inglaterra. Al poco tiempo de su regreso a México fue nombrado subdirector general del IPN y en 1959 director general del mismo, en donde creó escuelas de física y matemáticas, enfermería, de graduados y otros grupos. Sin duda, EMD se encuentra entre los más grandes y sobresalientes constructores mexicanos de programas e instituciones de educación técnica y de innovación científica y tecnológica (ICT) del siglo xx. Probablemente empezó a adquirir esta visión, que lo ha caracterizado a lo largo de su fecunda vida, a partir del puerto veracruzano que lo vio nacer y de cuyo estado siente un enorme orgullo.

Muy pronto se dio cuenta de la necesidad del país de incidir en áreas estratégicas y acelerar la formación de personal altamente calificado para la educación y la ICT; necesidad que fue enriquecida con sus interacciones nacionales e internacionales y muy especialmente con su ex profesor y colega politécnico, a la sazón científico en el MIT, Manuel Cerrillo. Su liderazgo en el IPN y su cercanía con el poder político, especialmente con el presidente Adolfo López Mateos, entre otros, se conjugaron para llevar a cabo la creación, en 1961, del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav cuyo 50 aniversario y los festejos correspondientes

El Dr. Octavio Paredes López es investigador titular del departamento de Biotecnología y Bioquímica de la Unidad Irapuato del Cinvestav. La versión original de este artículo se publicó en el periódico *La Crónica de Hoy* (1 de octubre de 2008) en el espacio semanal del Consejo Consultivo de Ciencias.
Correo electrónico: oparedes@ira.cinvestav.mx



Ceremonia de inauguración de cursos en la Plaza de El Carillón, Santo Tomás, Dr. Eusebio Mendoza, Secretario General del IPN, Dr. Arturo Rosenblueth, Director del Cinvestav-IPN; Dr. Ignacio Chávez, Rector de la UNAM; Ing. Eugenio Méndez, Director del IPN; Dr. Emilio Vera Blanco, Presidente de CANACINTRA; Profesor López Dávila, Oficial Mayor de la SEP; C.P. Armando Cuspín, Subdirector Administrativo del IPN; Ing. Luis Aguilar Álvarez, Subdirector Técnico. 1960.

son inminentes). Algunos académicos, por ignorancia o por mala fe, tratan de restarle este enorme mérito (pero innumerables documentos oficiales e insignes personas que vivieron los acontecimientos lo atestiguan fehacientemente) y procuran atribuírselo a otro u otros que se incorporaron al Cinvestav cuando la decisión de su creación ya había sido tomada y las acciones estaban en marcha; e igualmente han tratado de desarticular al Centro del Instituto que le dio vida y razón de ser.

De último momento el Dr. Cerrillo declinó la dirección ofrecida y esto muy probablemente cambió el derrotero a seguir por el naciente Cinvestav; de esta manera don Eugenio le propuso y convenció al secretario de Educación Pública, Jaime Torres Bodet, y al presidente López Mateos para designar a Arturo Rosenblueth como su primer director. Rosenblueth había estudiado medicina en la UNAM y en Francia y después se especializó en la Universidad de Harvard, donde desarrolló una muy brillante carrera académica antes de incorporarse al Instituto Nacional de Cardiología.

Siendo subsecretario de Comunicaciones, EMD fue nombrado vocal ejecutivo del organismo predecesor del Consejo

Nacional de Ciencia y Tecnología, el Instituto Nacional de la Investigación Científica, de los años 1965 a 1970. Para entonces ya tenía acumulada una buena dosis de experiencia: había participado en la época avilacamachista con Sandoval Vallarta en una comisión impulsora de la ciencia y tecnología.

En el INIC, él preside los trabajos de diversas comisiones integradas por cerca de 800 científicos y tecnólogos, y que estaban coordinados por personas de lo más distinguido del México de esa época, para evaluar la situación de la CYT azteca; actividades que desembocaron en 1970 en la creación del Conacyt y funge así como su primer director general, simultáneamente a su función de secretario de Comunicaciones y Transportes; al establecer las bases para el arranque del consejo por más de dos años, renuncia al mismo para concentrarse en sus otras actividades de funcionario. Para la creación del Conacyt, EMD contó con la estrecha colaboración, como él mismo lo atestigua, de la UNAM (por cierto siempre presente en los grandes eventos académicos), del IPN, de otras instituciones de educación superior, de la entonces Academia de la Investigación Científica, hoy Academia Mexicana de Ciencias, y de diversos organismos gubernamentales y no gubernamentales. Es decir, no fueron en forma anónima las comunidades de investigadores los creadores del Cinvestav y del Conacyt, como sugieren algunos; fueron personajes liderados por uno de ellos, por uno de los mismos, y en estos dos casos por EMD; honor a quien honor merece.

En 1962 se crea por decreto presidencial la Comisión Nacional del Espacio Exterior (Conee), siendo subsecretario de Comunicaciones Walter Buchanan, y miembro de la misma don Eugenio. La colaboración e intercambio de información meteorológica y de otros componentes de CYT con los EU, Argentina y Brasil, fue muy intensa; se aceleró el envío de cohetes al espacio mexicano y los programas de percepción remota, así como el entrenamiento de personal especializado. En 1974, siendo EMD secretario de Comunica-

ciones, se inauguran los laboratorios de la Conee. Con el cambio de gobierno federal en 1977, y como ocurre en México con alguna inexplicable frecuencia, fue disuelta esta comisión, dispersándose el personal y dejando de lado los avances y las experiencias en un campo que todavía estaba en sus etapas iniciales, y en las que se habían alcanzado niveles de frontera en el *tecnosaber*.

En 1989 se le nombra director general del Instituto Mexicano de Comunicaciones, organismo que participa en el desarrollo de proyectos y diseño de satélites de comunicación con tecnología nacional, para lo cual se entrena rápidamente a ingenieros mexicanos; este grupo hace también los estudios para seleccionar las mejores propuestas de construcción y lanzamiento de los satélites denominados Solidaridad con tecnología mayoritariamente foránea. En 1997 se disuelve este organismo y se pierden los logros alcanzados para la construcción de microsátélites experimentales que estaba en pleno desarrollo.

De conformidad con lo que ha ocurrido en diversos eventos de la ICT en el país, de pare y arranque, la Cámara de Diputados aprobó en el 2007 la creación de la Agencia Espacial Mexicana; a pesar de décadas de atraso y de esfuerzos perdidos en estas actividades en la ICT, se espera que esta agencia entre en operación en el futuro próximo y que le toque mejor suerte que los eventos precedentes.

Don Eugenio ha recibido una enorme cantidad de reconocimientos de instituciones y organismos nacionales e internacionales; y todavía en la actualidad desarrolla una serie de actividades académicas dignas de elogio. Sería altamente deseable que su alma máter y otros organismos del tecnosaber encabezaran acciones tendientes a que el ejemplo de este gran visionario fuera ampliamente conocido por los jóvenes de nuestro país. La sociedad mexicana del presente y del futuro, con las desavenencias y desasosiegos actuales, bien se lo merece.



Ciencia y religión

Marcelino Cerejido

Interpretando la realidad

Todo organismo depende de interpretar la realidad en que vive. Si una polilla no interpretara que esto es mármol y no madera estaría frita. No importa si es consciente o no de dicha interpretación. La conciencia es una recién llegada al planeta. El fenómeno que llamamos "vida", su origen, evolución, diversificación y funcionamiento, son procesos inconscientes en su casi totalidad. Un bebé puede llegar a comer cal de las paredes si le falta calcio, pero la ciencia se enteró de que existe el calcio apenas en 1808, cuando lo descubrió Humphry Davy.

El cerebro con que interpretamos la realidad fue producido casi en su totalidad por los animales que nos precedieron evolutivamente. Es por eso que los humanos reaccionamos en forma muy parecida a ratas y monos cuando sentimos disgusto, temor, compasión, atracciones sexuales, de manera que nuestras conductas no reflejan únicamente nuestro entrenamiento cultural. Muchas guerras han sido motivadas en último término por el acceso a la sal y al agua potable. El hambre ha provocado rebeliones, motines de prisioneros, invasiones y, en ocasiones, ha estrujado la moral a tal punto, que el ser humano ha llegado a comer carne de sus propios congéneres.

El cerebro siempre ha sido un órgano para asuntos esencialmente domésticos: regular el metabolismo, la función del corazón, el hígado, los pulmones, los genitales, de cuyas vicisitudes se mantiene informado gracias a hormonas,

El Dr. Marcelino Cerejido es investigador emérito del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav. La versión original de este artículo se publicó en el periódico *La Crónica de Hoy* (mayo 2008) en el espacio semanal del Consejo Consultivo de Ciencias.

Correo electrónico: marcelinocerejido@hotmail.com, cerejido@fsio.cinvestav.mx

receptores y nervios cuyas operaciones íntimas no pasan por la conciencia. Luego los “sentidos”, que nos conectan con la realidad-de-ahí-afuera (oír, tocar, ver, oler), son meras extensiones, de modo que cuando el nivel de hidratación, nutrición, temperatura, proximidad de un depredador sean advertidos, podemos, ahora sí conscientemente, optar por ir a beber, comer, ponernos debajo de un árbol, clamar por ayuda.

De modo que, así como a fuerza de estudiar los cielos, los científicos acabaron con una suerte de historia natural de las estrellas (comienzan como nubes de gas, se contraen, inician reacciones atómicas en su interior, gastan su combustible, se condensan, revientan, las devora un agujero negro), con las conductas de los animales y sus cerebros, más lo que se aprende de la evolución de creencias ancestrales y religiones a través de milenios; los zoólogos, arqueólogos, antropólogos, historiadores y neuropsicólogos van dibujando una historia natural del misticismo y de las religiones. Hay monitos que “creen” (o lo que en ellos equivalga creer) que tienen un “personaje cuidador” y “proveedor de alimentos” al que acuden con premura en cuanto algo los asusta, así se trate de una muñeca de trapo con dos botones por ojos y una boca dibujada. Esta manera científica de enfocar la religión escandaliza a los religiosos que se aventuran a hacer afirmaciones como: “La ciencia jamás podrá entender la fe ni la idea de Dios”, aseveración poco seria, en tanto a que no se apoya en demostración alguna y hasta nos provoca una sonrisa clemente al recordar los tiempos en que tenían el tupé de predecir: “El hombre jamás podrá volar; el abdomen y el corazón nunca podrán ser intervenidos quirúrgicamente”.

Nadie está libre de decir estupideces; lo grave es decir las con énfasis. Montaigne

También el ser humano depende de interpretar la realidad de la mejor manera de que sea capaz

Ante la novedad, los animales suelen reaccionar huyendo a ponerse a salvo, aversión a lo desconocido que hemos heredado y que ha contribuido a formarnos como *Homo sapiens*.

Pero los más avanzados, sobre todo los mamíferos, son muy curiosos, exploran y clasifican la realidad en peligrosa/segura: algo cayó al suelo en la lejanía, corren a mirarlo, husmearlo, tocarlo... es una piedra: recobran su serenidad. Saltando ahora el 99% inicial de la historia de la vida en el planeta, y pasando a ese momento tan reciente en que fue surgiendo la conciencia, llegamos a un ser humano que empezó a tratar de interpretar conscientemente la realidad comenzando por captar que esa realidad lo contenía a él mismo. Presumiblemente, su primer modelo consciente de la realidad habrá sido el *animismo*: un pájaro vuela porque está animado; en cambio, una piedra no vuela porque es inanimada.

Jean Piaget descubrió que al adulto no se le instalan de repente los modelos explicativos, sino que durante su tierna infancia parece recorrer las diversas etapas que atravesó la cultura humana. En este sentido, los chicos parecen tener una etapa parecida al animismo: Jaimito chocó contra una mesa y se ha lastimado. El padre lo consuela “¡Mala la mesa que lastimó a Jaimito! Vamos a castigarla...”; le pegan a la mesa y el niño parece adquirir cierto control sobre esa realidad lastimadora.

En etapas posteriores, ya en pleno *politeísmo*, el humano pudo sistematizar sus experiencias y modelos, e interpretar que las diversas esferas de la realidad están a cargo de algún dios especialista. Ceres estaba a cargo de la agricultura, Urano de los cielos, Poseidón de los mares, Eros del amor. Desde entonces, el ser humano sabía que las distintas personas difieren en sus puntos de vista. Por eso, la incoherencia entre los diversos dioses del politeísmo no sorprendía ni preocupaba.

En cambio, una misma mente no debe contradecirse a sí misma, porque implica cierta chapucería en el manejo del conocimiento. Por eso, el paso hacia los *monoteísmos*, requirió ni más ni menos que inventar “la coherencia de Dios”. No fue tarea fácil, pues cuando se decía: “Dios todo lo sabe y es perfecto”, no se olvidaba que a ese dios la primera pareja le había salido tan mal, que la había tenido que correr del Edén. La gente se apaciguaba imaginando que Dios es todo bondad, y que si se comportaban de acuerdo con sus mandamientos, lo tendrían de su lado. Pero tampoco dejaba de ser preocupante porque los sacerdotes les recordaban que cuando ese Dios bondadoso consideró que los habitantes de

Sodoma y Gomorra se habían descarriado, los aniquiló con una lluvia de fuego. Si hoy un presidente mandara a bombardear con napalm un poblado, porque hay ahí muchos opositores políticos, evasores de impuestos, homosexuales, lo llevarían a una corte por depravado. Por eso los exegetas, talmudistas y filósofos debatían por siglos para ver si podían explicar las incongruencias divinas, es decir, las pifias del modelo monoteísta.

A través de todos esos debates fue como se escaló el pelotón hacia la coherencia y sistematización, que luego tendría el pensamiento científico. De ahí que tengamos un inmenso respeto a cada una de las concepciones religiosas del pasado, pues en su momento cada una de ellas fue el mejor modelo que el ser humano había podido forjarse para interpretar la realidad concientemente.

El siguiente modelo humano para interpretar la realidad, fue el científico. Por supuesto, hace tres o cuatro siglos quienes fueron generando la manera científica seguían imbuidos en esquemas místicos. El gran Carolus Linnaeus pasó sus últimos años tratando de entender cómo habrán cabido tantísimas especies en el Arca de Noé. En pleno siglo XIX, Darwin daba por sentado que, si bien la realidad se rige por las leyes, éstas habían sido promulgadas por Dios durante la creación. Por el contrario, la interpretación de la realidad que hace la ciencia moderna exige *no recurrir a milagros, revelaciones, dogmas ni al principio de autoridad*. No admite que un bioquímico proclame que el ciclo de los ácidos tricarbónicos tiene ocho pasos: seis regidos por enzimas y dos por milagros. Curiosa situación entonces: dado que el fenómeno religioso es parte de la realidad, su estudio constituye un campo válido de la ciencia pero, puesto que las interpretaciones no

pueden incluir milagros ni deidades, debemos explicar misticismo, milagros y religiones sin recurrir a ellos. Ésa es la tarea que bosquejo en el presente artículo.

La cualidad fundamental del ser humano

Así como la serpiente desarrolló enormemente su capacidad de captar el infrarrojo y puede ver una rata en la oscuridad, cazarla y alimentarse, y el elefante hizo de su trompa un utilísimo atributo para manipular objetos, tomar agua, echarse polvo, el ser humano hipertrofió su *sentido temporal* con el que puede captar duraciones.¹² Puede detectar así que este fenómeno precede a tal otro (está nublado → llueve o, al revés, llueve y recuerda que antes estuvo nublado). Con dichas *cadena causal* pudo armar complejos modelos mentales de la realidad. Para entrever la ventaja que esto otorga, imaginemos tres ajedrecistas. El primero es un novato que a cada jugada se pregunta qué movimiento podría hacer: su futuro es una jugada. Un segundo jugador, más avezado, puede imaginar el tablero dentro de cinco o seis movimientos y así planear sus jugadas o desentrañar las estrategias y celadas de su rival. El tercero es un gran maestro, que ni bien hacemos un movimiento menos que perfecto, sabe que nos derrotará en veinte o treinta jugadas. No dejemos de advertir que cada uno de ellos puede hacer *un solo* movimiento por vez, pero el gran maestro lo escoge entre miles de miles de movimientos posibles. Para abundar: puestos a hacerse una vivienda, un castor y una cigüeña harán unas tan características, que un zoólogo puede decirnos de qué especies se trata, pues hace millones de años que vienen haciéndolas del

mismo modo. En cambio, el ser humano podrá tener en cuenta los materiales de que dispone, el costo del terreno, la cantidad de moradores que la habitarán, el clima, el suministro eléctrico, los drenajes, y acabará construyendo un iglú o un rascacielos con helipuerto en la azotea.

El gran maestro de ajedrez fue imaginando y desechando ideas dentro de su cabeza. Y así como, al seleccionar un gran ajedrecista, estamos seleccionando una mente con gran capacidad de representarse dinámicamente la realidad (esto es: en función del *tiempo*), se fueron seleccionando homínidos con más y mejor sentido temporal. Pero llegó un momento en que ese sentido temporal abarcaba tanto futuro, que el humano alcanzó a captar que llegará un momento en que habría de morir. La muerte le planteó entonces la mayor de todas las ignorancias, pues nadie ha regresado de ella a explicarle qué habría de sucederle después de que muriera. Si el conocimiento da poder y conforta saber que uno puede, la ignorancia y la certeza de que estamos ignorando nos sumerge en la impotencia. Si la muerte plantea la mayor de nuestras ignorancias, también nos presenta la mayor angustia. Pero aquí dejaré un momento esta angustia ante la muerte, para introducir, primero, otra de las curiosas relaciones del ser humano con el conocimiento: el que seamos profundamente creyentes.

Si el ser humano venía haciendo de su capacidad de conocer su herramienta fundamental, habrá constituido una transición gigantesca el paso del conocer no sólo lo que él mismo había descubierto y probado, sino, además, lo que habían aprendido todos los seres humanos presentes y de generaciones pretéritas. Yo, por ejemplo, no conocí a Amenofis IV (al III tampoco), ni presencié la Revolución Francesa, ni in-

venté el idioma castellano, sin embargo se los creí a mis padres y maestros, y los tengo incorporados en mi patrimonio cognitivo. La capacidad de creer otorga ventajas porque transforma a toda la humanidad en un descomunal embudo cognitivo, gracias al cual, durante la crianza y la educación, me transfieren todo lo que aprendieron infinidad de seres humanos, de todos los pueblos y generaciones. Blaise Pascal opinaba que la ciencia se comporta como un único cerebro que va incorporando lo aprendido por todas las mentes de la Tierra. *Todos somos creyentes*. La capacidad de creer y confiar en el otro es, incluso, muy anterior a las religiones, pues también los animales superiores son creyentes: cuando se liberan en un bosque animales en peligro de extinción, que habían sido criados y multiplicados en granjas, se constata que acaso no pueden sobrevivir porque nadie los instruyó para cazar, evitar depredadores, interpretar señales ambientales. Son organismos incultos que no tuvieron a quién creerle.

La religión encuentra una función

Por eso, aunque el ser humano ignore lo que habrá de sucederle una vez que muera, su tremenda angustia le es calmada por su cultura que le asegura que vendrá Anubis para llevar su alma en una barca por el Nilo o, si ha sido piadoso, obedeció los mandamientos y ritos, irá al paraíso o al infierno. No hubo civilización sin religión, y el núcleo central de todas las religiones contiene como elemento fundamental “explicarnos” nuestro destino *postmortem*, con lo que se logra mitigar nuestra desesperación. Tomemos nota: para *desangustiarnos*, no es imprescindible que la explicación sea cierta, sino que *al*

sujeto le resulte creíble. Si estando en el cine escuchamos de pronto un terrible bochinche nos alarmamos, pero en cuanto nos explican: “Es que, en la sala de al lado, a los de la orquesta se les cayó el bombo”, nos apaciguamos. En cambio, si nos explican: “Es que un terrorista escondió una bomba y el personal de seguridad no la puede ubicar”, nuestra reacción será muy distinta, así ambas sean falsas.

Karl Popper opinaba que una pregunta sólo puede considerarse científica cuando se puede hacer algo por contestarla.³ Por mucho tiempo la ciencia se ocupó relativamente poco de la muerte, porque no sabía qué decir de ella. Recién, hace menos de treinta años, comenzó a aprender sobre la apoptosis (muerte celular programada genéticamente), y por qué las especies tienen una muerte asegurada tras una expectativa de vida característica (un ratón vive 2 años, un elefante 50). Pero acerca de cómo mitigar la angustia de muerte, la ciencia no tiene la más perra idea. Pero no nos hagamos ilusiones, pues cuando la tenga tampoco podrá calmárnosla, dado que es imposible quitarnos a golpe de razonamiento las nociones y hábitos que no hemos adquirido mediante la razón; sería como esperar curarnos del tabaquismo con sólo analizar tablas médicas con sus consecuencias. En cambio, con sus aseveraciones que *asemejan* razones, las religiones tañen cuerdas tradicionales que tratan de provocarnos estados emocionales especiales (inhalar incienso, ayunar, sumergir al feligrés en vibrantes y poderosas músicas, arquitecturas añejas, ropajes estrambóticos, actitudes hesicásticas, imágenes impactantes), que le dan la sensación de que hay otras realidades, otros mundos, acaso un más allá. Las religiones consiguen hacer algo por atenuar angustias ancestrales. En este aspecto no han sido superadas

por las ciencias y, por lo tanto, siguen teniendo un papel en reconfortar al creyente.

La realidad tiene más, muchísimas más señales de las que podemos captar y, entre éstas, sólo interpretamos conscientemente un puñadito. Hablamos cara a cara porque es en ella donde la naturaleza nos puso “los efectores que nos comunican con el otro” y los receptores para captar las señales ajenas”. Luego decimos: “Este asunto nos huele mal, no me late, me suena falso...”, ante argumentos que no tienen olor, ni palpitan ni suenan. Además, dado que todos tenemos angustias de pasaje (pubertad, matrimonio, batalla, muerte), resulta comprensible que hayan surgido sacerdotes. Para forjar sus modelos e interpretaciones analizaban sueños, ponían vírgenes sobre trípodes bajo los cuales hervían yerbas aromáticas, que esfumaban un tanto la censura de la razón de aquellas chicas, las ponía en trances de captar o imaginar otras variables.

Reuniendo lo racional, lo emocional, lo ético y lo estético, las religiones han ofrecido explicaciones del Universo, que incluyen, por supuesto, el origen y el destino de los seres humanos. Han sido sometidas a una institucionalización progresiva, que alcanzó su apogeo hace milenios. Más tarde, los gobiernos se fueron apartando en forma progresiva de la religión institucionalizada quitándole poder, en numerosos casos eliminándola de las ceremonias oficiales y, en muy pocas otras, entrando en abierta hostilidad, al punto que los ritos llegaron a adquirir un tinte subversivo. Salvo en este último caso, las religiones institucionalizadas se mantienen visibles en calidad de guardianes de las tradiciones, papel que refuerza su asociación con los círculos conservadores y que debe haber contribuido al estancamiento de sus estructuras.



Distanciándose de la religión

Un modelo mental de la realidad puede ser malo por su pobreza, pero también porque fue acumulando incongruencias y protestas. Ya lo decía Stanley Javons: "El progreso no consiste solamente en agregar nuevos conocimientos, sino también en desechar errores, falsas suposiciones y groseros autoritarismos". Así como las moscas se la pasan limpiando sus antenas con las que captan olores cruciales para ellas, el ser humano siente peligro y angustia ante la contaminación de su aparato cognitivo con ruido y discrepancias. Pero, en caso de dudas, la autoridad religiosa no se iba con vueltas: eliminaba a cuanto místico, cuestionador, representante de los humildes pudiera aplicarle el sello de "hereje".⁴ ¡A la hoguera! En cambio, los países nórdicos europeos, que estaban territorialmente alejados del poder central, pudieron cuestionar, traducir la Biblia a sus idiomas vernáculos para que la entendieran; aprendieron a leerla y discutirla, ganaron libertad para indagar, descreer y desechar supuestas reliquias, que frecuentemente les habían dado los turcos a condición de que los ejércitos cristianos levantaran el cerco a sus ciudades. La depuración de sus creencias les permitió progresar, y el resultado fue tan importante, que los transformó en Primer Mundo.⁵

Quienes forjaron "la manera científica" de interpretar la realidad se preocuparon por eliminar discrepancias, incongruencias y contradicciones, sobre todo entre sus modelos explicativos y la realidad. Hicieron del experimento una prueba muchísimo más poderosa que los autos de fe. Por eso, los evolucionistas tuvieron que introducir cambios drásticos en las ideas tradicionales referentes a la edad del Universo, la forma de la Tierra y la naturaleza de los organismos

vivientes, entre otras. Eliminaron de cuajo muchos de los principios centrales del judaísmo y el cristianismo, como la autoridad de la Biblia, la historia de la creación, la expulsión del paraíso de Adán y Eva y, en forma correlativa, la redención por Cristo, la influencia divina sobre el mundo, la creencia en una humanidad hecha a imagen y semejanza de Dios, la fundación de la moral sobre un orden divino, etcétera.⁶

Las ignorancias científicas y las ignorancias religiosas

Las religiones acostumbran a presentar las grandes ignorancias como "grandes misterios": cuanto mayor es la ignorancia, más sagrado es el misterio. En el mundo antiguo era casi imposible eludir dichas ignorancias. Hoy sabemos que no hubieran podido conocer por qué el vidrio rojo es rojo, ni cómo una semilla sembrada reproduce un vegetal, cómo produce seda un gusano, cómo se gesta un bebé en nueve meses, por qué se producen las epidemias; todo era misterioso, todo era entonces sagrado. Dado que, para ellos, Dios así lo había querido y dispuesto, el camino más seguro era rezarle. Pero, con el surgimiento de la ciencia, las cosas comienzan a tener explicaciones, de modo que sin necesariamente proponérselo, le fue destruyendo la base de razón y coherencia de los modelos explicativos religiosos. Los científicos explicaban mareas, oleajes, tormentas y corrientes, y Neptuno perdía su chamba; explicaba los rayos, y Vulcano salía despedido por la puerta de atrás. Una poderosa Navaja de Ockham⁷ fue podando las deidades de los modelos explicativos de la realidad. La gran diferencia es que, para la ciencia, lo desconocido no tiene nada de sagrado: es ignorancia a secas.

Si acaso la ciencia, toda su comunidad, de pronto descubre que tal concepto o tal demostración están fundados en un artefacto, un error, una suposición falsa, va y trata de reformar de raíz sus ideas, pues en la ciencia no hay verdades (dogmas); todo lo que dice, en un momento dado, es lo mejor que puede decir al respecto; las así llamadas “verdades científicas” son “verdades provisionarias”. Si un premio Nobel declarara ser infalible, sería tomado como signo de que se le está arruinando la croqueta; en cambio, un papa puede declarar su infalibilidad con bombos y platillos. Vemos, entonces, que la manera de interpretar la realidad “a la científica” *introdujo esa humildad cognitiva*, que permite reconocer el error antes de seguir admitiendo una (ahora) tontería, con tal de mantener nuestro patrimonio cognitivo lo más aseado posible; las interpretaciones religiosas jamás lograron una humildad parecida.

El analfabeta científico oye decir que la ciencia está contra la religión y lo repite sin pudor. Rara vez capta que la ciencia se ocupa de lo que ingresa a su patrimonio cognitivo y se preocupa muy poco por lo que quede afuera. Típicamente dice: “ $2 + 2 = 4$ ”, pero no se larga a desafiar, “y quienes piensen que es 17 son unos imbéciles”. Hoy, la ciencia no se lanza a refregarle en la nariz a un cardenal que le están salvando la vida gracias a una oportuna cirugía de próstata o a la remoción de un trombo de una coronaria, y que, por lo tanto, vive gracias al conocimiento logrado por anatomistas, que acaso su institución una vez quemó en la pira.

Pero los sacerdotes, como los políticos, no escuchan razones: cuentan cabezas. Bacon habrá declarado que “el conocimiento es poder”, pero es como si un ayatola, un papa, un gran rabino le replicaran: “Sí, don Francisco, ¿pero ha advertido usted el poder que otorga la ignorancia? Compare usted el número de científicos con el de religiosos”.

Nacidos a medio madurar

El cerebro de los mamíferos nace “verde”, en el sentido de que su configuración final depende de la crianza y la cultura. La red neuronal definitiva depende de señales, experiencias, crianza y educación: cerrarle un ojo a un gatito recién naci-

do durante unas cuantas horas hace que el ojo quede ciego para siempre. Su “cableado” no ha sido ensamblado para captar luz y procesar señales luminosas. El término “ventanas” al cerebro, alude a oportunidades que sólo permanecen abiertas durante cierto periodo temprano de la vida, que corresponde al cableado de circuitos neuronales y maduración de receptores y mediadores químicos.

El niño no tiene conocimientos con los que hacer un “control de calidad” de lo que se le da a creer. Le cuentan que Caperucita iba por el bosque y... ¡lo cree! Pero cuando llega a adulto, ya está dotado de un filtro hecho de conocimientos, experiencia y sensatez. Cuando me compré una casa en México, abundaban en el contrato las alusiones a leyes, decretos y cláusulas que no entendía. Me hice acompañar por un amigo versado en esas cosas que leyó cuidadosamente y acabó aconsejándome “Pide que te aclaren aquí... Exige que te pongan una cláusula que bla bla bla”. Le creí (a mi amigo) y firmé. Hoy, la religión insiste en cargar la memoria humana con nociones que, en el ínterin, se han demostrado falsas. Con gran claridad se expresó George Bernard Shaw: “No existe creencia, sin importar lo grotesca o incluso infame que sea, que no pueda hacerse que forme parte de la naturaleza humana si es inculcada desde la niñez”.⁸ No por nada los religiosos se esmeran por apoderarse del aparato educativo, y sobre todo inculcar sus nociones durante la tierna infancia, cuando el filtro de sensatez es todavía demasiado ineficiente. En el analfabeta científico ese filtro sigue siendo tan ineficiente, que luego la industria mediática puede hacerle creer qué debe beber y comer, dónde debe veranear, con qué medicinas debe curarse, a quién debe votar, y le impulsa a esforzarse para que sea y proceda como ellos quieren.

A su vez, lo que es denominado “enseñanza de la religión” es, de hecho, una “enseñanza religiosa”, adoctrinamiento forzado de niños cautivos en una escuela. La religión, en su calidad de componente importante de la cultura humana debería, ciertamente, ser enseñada, pero esta enseñanza debería incluir la opinión actual de los científicos acerca de la mitología, el misticismo, la historia y la evolución de las religiones, la historicidad de los personajes religiosos, la fuente y la autenticidad de los documentos tomados como sagrados y cualquier otra forma de conocimiento que

pueda ser incluida en la “enseñanza de la religión”. En cambio, la enseñanza religiosa resulta ser en buena medida *ignorancia aplicada*, un acto francamente delictuoso en países que están haciendo esfuerzos desesperados por entrar en lo que se ha dado en llamar “sociedad del conocimiento”.

La gente que padece cáncer demanda a las compañías tabacaleras debido a que, a pesar de que sabían que el tabaco puede producir cáncer, seguían vendiendo su producto. Podemos imaginar que en un periodo de treinta años podría darse una avalancha de personas que, así como hoy llevan a la corte a sacerdotes que abusaron sexualmente de ellos en la niñez, lleven a juicio a sus gobernantes porque permitieron que los maestros religiosos distorsionaran sus programas racionales durante su niñez mediante el ruido supersticioso, les cerraron sus “ventanas de oportunidad” y quedaron, en consecuencia, condenados a ser ciudadanos subdesarrollados. En cuanto al alambrado y futuro nivel mental de niños que duermen las veinticuatro horas del día colgando a espaldas de su madre pordiosera... mejor hablamos otro día, pues el cognicidio e infanticidio no son tópicos del presente artículo.

Licencia para deformar la mente infantil

La enseñanza en los tiempos coloniales se basaba en técnicas verbalistas o mnemónicas, *el método catequista* en el que el discípulo estaba obligado a contestar preguntas con respuestas fijas de la religión. Quedaba fuera de orden que el niño entendiera o no la pregunta y lo que estaba respondiendo.

Sin embargo, durante la segunda mitad del siglo diecinueve y principios del veinte, ni siquiera los países más humildes de América Latina podían enseñar astronomía y biología sin tener que explicar el heliocentrismo y la evolución. Con el fin de evitar conflictos, los educadores presentaban el heliocentrismo y la evolución como meras hipótesis, y un truco adicional consistió en distorsionar dolosamente estos temas. Así, los libros de texto solían *mentir* que la hipótesis de la evolución sólo era válida para animales y plantas pero no para seres humanos, creados por un soplido divino a un muñequito de barro y que, para completar, se trataba

de un proceso ya terminado. Sin embargo, cuando resultó ya imposible esconder el evolucionismo, los círculos religiosos recurrieron a la “escolarización”. Consistió en tomar la materia “historia natural”, en la que se enseñaba a los alumnos acerca de la vida y sus formas, su evolución y el origen de los seres humanos, y desmembrarla en zoología, botánica, anatomía y fisiología. De esta forma ya no fue necesario tocar los temas del origen del Universo, de la vida o de la naturaleza de los seres humanos.

La pedagogía basada en la religión afecta la comprensión de la ciencia moderna. Charles Darwin declaraba: “Una creencia inculcada constantemente durante los primeros años de la vida, cuando el cerebro es impresionable, parece adquirir casi la naturaleza de un instinto; y la esencia verdadera de un instinto es que se le sigue en forma independiente de la razón”. Theodozius Dobzhansky opinó: “En Biología nada tiene sentido, salvo en el contexto de la Evolución”. Nuestra medicina daría un enorme salto cualitativo si se la enfocara desde la teoría de la evolución, pero sucede que por razones ideológicas ninguna de las escuelas de medicina en Latinoamérica enseña la materia Evolución.⁹ Tomemos nota entonces: no tenemos una medicina mejor porque nos falte dinero, sino porque nos sobra analfabetismo científico.

El problema verdadero parece ser cómo inculcar la democracia en el cerebro de alguien que, debido a la educación que le infligieron a una tierna edad, declara ser un cordero. Si un gobierno llevara de pronto preso a un ciudadano por un supuesto delito que cometieron sus bisabuelos, seguramente los sacerdotes vibrarían de indignación. Y, sin embargo, convencer a un niño de que debe pagar por un pecado supuestamente cometido por Adán y Eva. ¿Cómo promover una visión

de la realidad que pudiera ser compatible con la ciencia moderna en un cerebro que, desde su niñez, ha sido forzado a creer en milagros? Hasta los mismos monitos y gansitos dependen de figuras protectoras, alimentadoras, que en general cumplen los padres, pero que hasta pueden ser sustituidos por muñecas de trapo y científicos que caminan en cuclillas ante los polluelos recién salidos del cascarón (la famosa experiencia de Konrad Lorenz). Más que temidos, los individuos prestigiosos son reverenciados. Dios está asociado con el bienestar, es un cuidador, proveedor de protección, alimentador, padre percibido como más fuerte y sabio. Pero esa dependencia no pasa desapercibida al poderoso, que aprovecha para exigir genuflexión, postración, obediencia, humillación.

¿Por qué le resulta tan necesario a las religiones preservar errores y prácticas perversas? Si la ciencia procediera de la misma forma, se vería obligada a compaginar entre sus sistemas actuales hasta los errores que honestamente cometieron sus prohombres. ¿Se imagina el lector las contorsiones que debería realizar la ciencia actual para sostener la opinión de los astrónomos babilonios de que las estrellas están fijas, que los planetas son erráticos, que no hay otra geometría que la de Euclides, que el átomo es en verdad indivisible?

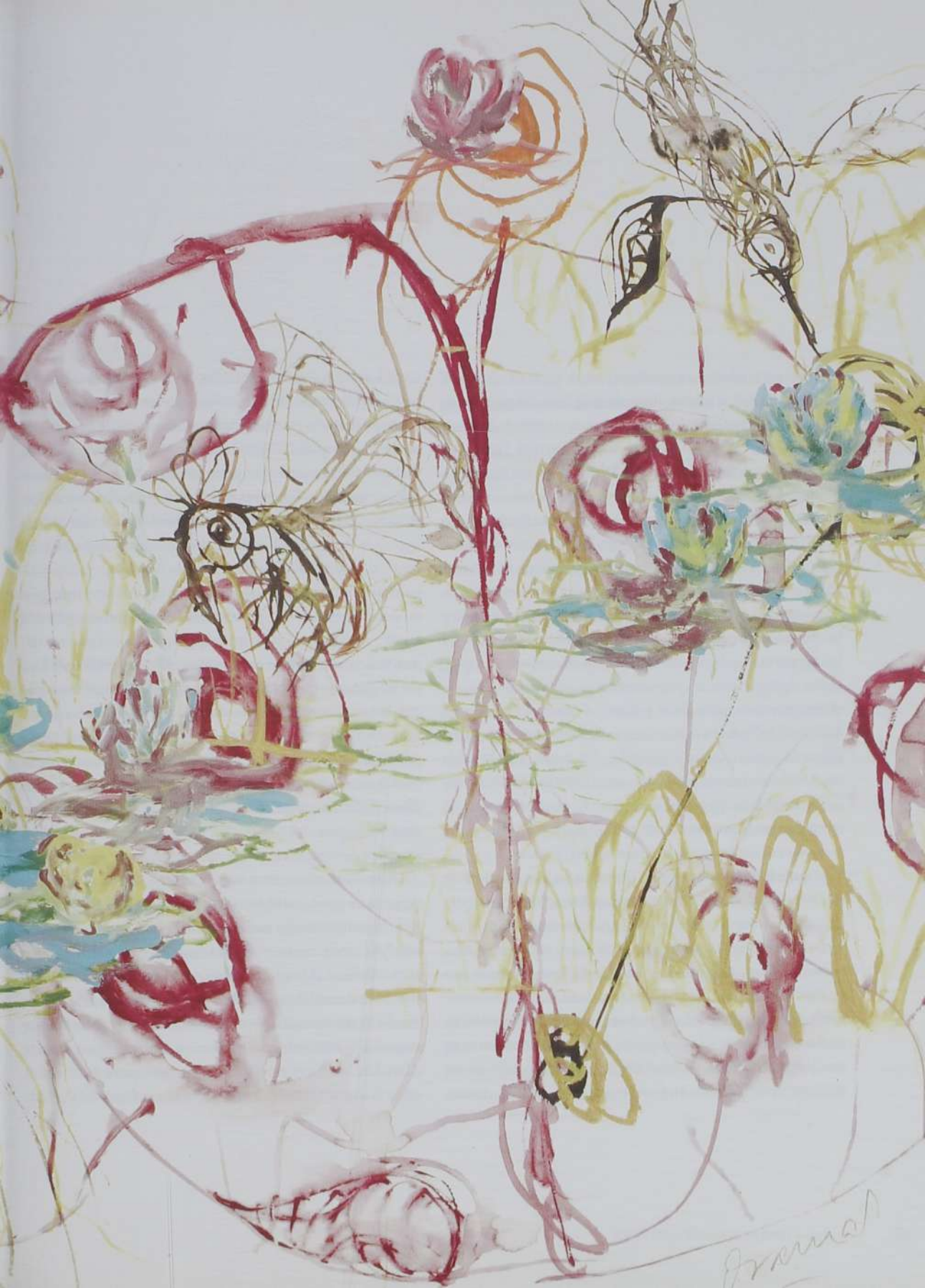
Y sin embargo, la necesidad de la religión no se ha evaporado

¿Por qué no son las mismas jerarquías religiosas quienes impulsan urgentes depuraciones? Esas depuraciones, ajustes y *aggiornamenti* no constituirían novedad alguna. Vienen a la memoria Francisco de Asís y William de Ockham, el protestantismo, los curas obreros, la teología de la liberación y Juan XXIII. Vale la pena recordar que, cuando los protestantes de países como Alemania, Inglaterra, Suecia no pudieron sanear del todo la religión, tuvieron así y todo la sensatez (y el poder) de separarse y desarrollar sus propias versiones. ¿Por qué tiene la institución religiosa una necesidad tan vital de aferrarse a ideas que se han demostrado erróneas? Al analizar sus creencias, los feligreses podrían descubrir que sus antepasados fueron realmente sabios, pues buscaban evitar ciertos alimentos nocivos o seguir prácticas prudentes con respecto a la salud, al matrimonio o a la vida sexual. Bien podría

ser que estas actitudes aún estén justificadas, en cuyo caso habría una razón para seguir las practicando. Las religiones prohibían que los hermanos se casaran entre ellos; hoy la genética molecular explica que estaban tratando de evitar los efectos de mutaciones dañinas. A muchos les molestará que la razón venga a suplantar un precepto, pero es que en el momento en que estos se establecieron, no podía haber habido explicaciones racionales, porque los mecanismos que causaban tal o cual fenómeno no podrían haber sido captados por quienes no conocían de microorganismos, moléculas, mutaciones, receptores, toxinas, vibraciones atómicas. No se nos pase por alto que, lo que una vez fueron simples (y honestas) ignorancias, hoy van pasando a ser mentiras.

¿Acaso estamos usando la mentada tolerancia para ponernos de acuerdo?

Puesto que las religiones y la ciencia discrepan en su manera de concebir la realidad, debería existir un diálogo franco e intenso entre ambos. De hecho, algunos científicos han propuesto un diálogo ciencia/religión (e.g. Stephen J. Gould). Sin embargo no parece factible, dado que el misterio constituye una de las nociones principales de la teología cristiana, es tomado como verdad (*veritas abscondita*), y no es compatible con el conocimiento racional (i.e. con la episteme de Platón y Aristóteles o la ciencia de los agnósticos). El misterio requiere ignorancia (la *docta ignorantia* de la Edad Media). De acuerdo con Tomás de Aquino, los misterios no pueden ser percibidos con los sentidos sino sólo con la fe apoyada en la autoridad de Dios. Puede uno argüir que las ideas medievales no son necesariamente válidas en nuestro tiempo. No obstante, el 8 de diciembre de 1864, el papa Pío IX promulgó la encíclica *Quanta Cura*, con un *Syllabus* añadido, en la que condena cualquier intento de reconciliarse con el progreso derivado de la ciencia moderna. En fecha más reciente, el papa Paulo VI (1963-1978) declaró: “[La Iglesia] no puede tolerar que una persona atente a placer contra las normas que el Concilio Tridentino ha propuesto para la fe en el misterio de la eucaristía”. Quiere decir que los católicos romanos deben negar lo que ven y entienden a favor de lo que deberían ver y entender. Dicho en otras palabras, los católicos romanos no



Pranav

podrían ser verdaderos científicos porque dada una “verdad” proclamada por la Iglesia, deberán aceptarla, así no puedan insertarla en el cuerpo de conocimientos científicos. Por eso, en diciembre de 1999, la American Geophysical Union denunció la enseñanza del creacionismo e hizo un llamado a que los científicos se comprometan políticamente en un movimiento por promover la enseñanza del evolucionismo.

Lejos de propiciar dicho diálogo, los religiosos tienden a boicotearlo.¹⁰ Así, en 1994, las mujeres se reunieron en El Cairo en un congreso patrocinado por Naciones Unidas para discutir la igualdad, la violencia intrafamiliar, el aborto, la religión y los derechos sexuales. Las intervenciones del Vaticano fueron tan agresivas que distrajerón la atención de esos temas importantes, en especial de las preguntas acerca de la manera en que el crecimiento rápido de la población causa el empobrecimiento de los estados más pobres entre los pobres.¹¹ Un editorial de la revista *Nature* preguntaba si la Santa Sede se había convertido en una organización no gubernamental y, de ser así, si debería “registrarse simplemente como una ONG en reuniones futuras, un grupo de presión con estatuto de observadora, pero sin licencia para interrumpir” (*sic*).

Desde Plotino y Agustín de Hipona a Boecio, Anselmo de Canterbury, Abelardo, Tomás Aquino, Buenaventura, la Iglesia hizo un honesto y titánico esfuerzo por amalgamar la razón con la fe, que luego comenzó a fracasar y aflojar con Duns Scotus, William de Ockham y Nicolás de Cusa. Ilustraré este punto con base en el principio de autoridad, tal y como lo utilizó la Iglesia en el caso del sacerdote Guillermo Schulemburg, ex abad de la Basílica de Guadalupe, quien de pronto comentó que la historia del indio Juan Diego Cuauhtlatoatzin “es un símbolo, no una realidad”, pues, según opinó, carece de sus-

tento histórico. Ante el sobresalto, el Vaticano declaró que investigaría el punto. Debí reconocer que los tiempos han cambiado y saludar la nueva actitud modernista de la Iglesia. Mas pocos días después, la Iglesia investigó ¡a Schulemburg! Eventualmente se encontró que, junto con su sobrino, había manejado el fondo de limosnas de manera no satisfactoria. Eso *desautorizó* al ex abad para opinar sobre la verosimilitud de la saga de la Virgen de Guadalupe y el indio Juan Diego. Algo así como si yo digo que la raíz cuadrada de 9 es 47 y, como alguien intente refutarme, me lo quito de encima acusándolo de no haber pagado sus impuestos, ser borrachín o tener mal aliento. Insisto: para la religión que algo sea cierto o no depende de *quién* lo dice, no si concuerda con la realidad. Para ver de qué manera esto afecta nuestra salud cívica pensemos que, habitualmente, cuando se acusa a un funcionario de haber cometido cierta felonía, éste suele recurrir al principio de autoridad, buscando en el historial de quien lo acusa algún chanchullo para enrostrarle, tras lo cual podrán sentarse alrededor de una mesa para negociar. Al parecer, una tontería no tiene valor, pero dos tonterías contrapuestas son negociables y pueden cancelarse mutuamente.

Aprovechando la fascinación de la gente ante el misterio, al punto de que las religiones lo consideran sagrado, los medios de comunicación masiva recurren a la “ignorancia aplicada”, es decir, ruido y escoria cognitiva impuesta adrede para inutilizar el intelecto humano. El negocio de venderle misterios al analfabeto científico es tan pingüe, que la industria de la ignorancia aplicada inventa falsos misterios que inyecta a cuestiones que, de hecho, están suficientemente aclaradas. Hace un par de años, un documental televisivo sobre la derrota que la Unión Soviética infligió a Alemania

durante la segunda Guerra Mundial (excelente así y todo), la atribuyó a que “las brujas que había convocado el Führer en su refugio veraniego de Berteschgaden, resultaron vencidas por fuerzas más poderosas que Stalin había heredado de Rasputin”. En diciembre de 1992, el sacerdote Xavier Escalada, declaró: “La Virgen de Guadalupe está muy preocupada por los mexicanos que estamos creando”. Ninguno de mis doctos colegas osó preguntarle cómo lo sabía.

De regreso al politeísmo

La vida de los pueblos depende en forma crucial del momento en que siembran, riegan, cosechan, cazan, migran los pájaros, llegan los cardúmenes, se reproducen los animales, nieva, llueve. Si sembraran en el momento erróneo, y los vegetales intentaran brotar –digamos– cuando el suelo está escarchado, morirían de hambre. Pero he aquí que estos momentos no caen anualmente en fechas exactas, por la sencilla razón de que la duración del año no coincide regularmente con ellas; por ejemplo, la Pascua judía no cae siempre el 3 de abril ni la Navidad en domingo. Por eso los sacerdotes recurren a agregar o quitar días, y el pueblo marca su almanaque utilitario con festividades de diversos santos, casi sin excepción paganos. Por eso también que, así como los paleocristianos fueron quitando requerimientos que molestaban la conversión al cristianismo (por ejemplo, la circuncisión o la prohibición de venerar imágenes), fueron reintroduciendo deidades paganas del panteón greco-romano, trastocadas ahora en vírgenes, santos y festividades cristianas. La capacidad de conocer mejora la probabilidad de sobrevivir. De

hecho, la historia de la humanidad muestra un continuo perfeccionamiento de nuestros modelos explicativos de la realidad (animismo, politeísmos, monoteísmos, ciencia moderna). Así tomada, *la ciencia no es otra cosa que el último modelo de la capacidad humana de interpretar la realidad*. Ante ese obstinado esfuerzo por entender la realidad resulta paradójico que la mitología de los diversos pueblos esté llena de ejemplos en los que el deseo de conocer y la curiosidad son castigados severamente: Eva condenó a todo el género humano por comer del Árbol de la Sabiduría. “Porque me has visto, Tomás, creíste; bienaventurados los que no vieron y creyeron”, amonestó Jesús a Tomás (Juan 20:29). Y así con Orfeo, Prometeo, Pandora, Irit (mujer de Lot). Esto señala una discrepancia fundamental entre la religión y la ciencia: en tanto que la primera recompensa la fe ciega en lo que dicta la autoridad, la segunda valora la duda y la indagación. Finalmente: si Dios deseaba que alguien supiera algo, ya se lo *revelaría*. En cambio si hoy un matemático no se esforzara en demostrar cierto teorema, sino que afirmara que es así porque se lo reveló San Fourier Obispo, seguramente perdería su chamba.

Un resumen de todo esto sería: los modelos religiosos de la realidad y el científico surgen en dos momentos distintos o etapas de maduración cultural, sólo que las visiones del mundo no son como la hora oficial, que en un momento preciso se cambia y se ajusta en todos los países. Por otra parte, la secuencia animismo→politeísmo→monoteísmo→ciencia moderna no es de ninguna manera un derrotero invariable; pues tiene innumerables rutas laterales; en todo momento coexisten sociedades con distintas creencias. Más aún, sólo el Primer Mundo (10% de la humanidad) tiene ciencia

El autoritarismo es éticamente censurable y cognitivamente paupérrimo

moderna; el resto, embotado en el oscurantismo, naufraga en un *analfabetismo científico deplorable*. En todos los tópicos de los que ya puede ocuparse la ciencia, supera increíblemente a los religiosos. Piénsese en la capacidad de predecir: la ciencia envía un artefacto a Saturno, que tomará fotos de los anillos dentro de ocho años en un momento exacto; o tiene capacidad para imaginar lo que sucedió hace 13 mil 700 millones de años, tres minutos después de la Gran Explosión. Con todo, hay cosas que las religiones pueden y la ciencia no. Me refirió al conferir un sentido a la vida, otro a la muerte, confortar angustias ancestrales, etcétera. Pero esto no debería otorgar a las religiones el derecho de bloquear el desarrollo de una cultura compatible con la ciencia.

Lo terrible es que, así como un pichón de águila acuciado por el hambre comienza a devorarse al hermano o una rata de laboratorio, recién despertada, devora a la hermana todavía anestesiada, un labriego castra toros para uncirlos al arado, un mercader le extrae órganos a niños raptados para venderlos, un proxeneta embauca adolescentes para prostituirlas y un país aprovecha para venderle al Tercer Mundo alimentos contaminados con radiación de un reactor atómico arruinado, un país con un aparato científico-técnico avanzado toma a los otros como "clientes" y su diplomacia, agencias financieras y flotas armadas cuidan de que no superen la etapa de vender materias primas al precio que se les antoje. La creación de "universidades patito" y la aniquilación de cualquier esbozo científico por medio de administradores surgidos de ellas, no dejan de colaborar en este papel tenebroso.^{5,6}

Recordemos que uno de los pasos para el desarrollo de la democracia y la ciencia fue el abandono del principio de autoridad. El autoritarismo no es solamente una pifia ética (en ciencia cuenta *qué se dice*, no *quién lo dice*), sino que es, además, cognitivamente demasiado caro porque un sistema autoritario utiliza un solo cerebro: el del jefe. En cambio, en un sistema democrático funcionan en paralelo todos los cerebros disponibles. Ya mencioné que Pascal comparaba a la ciencia con un colosal y único cerebro, que resulta de la suma de todas las generaciones actuales y pretéritas, que aprende continua e indefinidamente. Cognitivamente hablando, el machismo, por ejemplo, es de una chapucería inaudita, pues ha venido suprimiendo el cerebro de media humanidad: el de las mujeres.¹²

La ciencia sabe que todo su conocimiento lo obtuvo alguien que pudo haberse equivocado, y que cada tanto surge algún genio que propone una interpretación más adecuada de las cosas ya conocidas. Pero no siempre fue así. Por eso todo lo que se afirma queda por siempre jamás abierto al cuestionamiento: va, limpia y recompone su patrimonio cognitivo. En cambio, las religiones parten de dogmas inamovibles, que le ordenan al feligrés lo que debe interpretar: "Si la Santa Iglesia nos ordena ver negro algo que vemos blanco, debemos aceptar que es negro", afirmaba Ignacio de Loyola. Por eso los modelos religiosos han ido acumulando demasiados errores, prejuicios, contradicciones insalvables, que fuerzan al feligrés a aceptar que el Universo fue creado hace 6 mil años, que la dignidad de la mujer está en su himen,¹³ que un país puede proscribir la tortura pero, al mismo tiempo, educar a sus niños en la adoración de un dios que cometió el primer genocidio de la historia (el diluvio universal) y tortura a los pecadores en el infierno por toda la eternidad. El temor a dios es un ingrediente central del judeocristianismo. Pero, para la Biblia, incluso amar a esa deidad es un mandamiento.

En un mundo donde la ciencia pesa cada vez más en el quehacer diario, escasean cada vez más los jóvenes con vocación sacerdotal, y se necesita importar sacerdotes de África. En muchos países europeos (e. g. Alemania) los domin-

gos por la mañana un sacerdote debe volar en su motocicleta de una iglesia a la otra para oficiar misa, porque el número de oficiantes es cada vez más reducido.

Más allá de lo ideológico

Las sociedades suelen tener rasgos sorprendentes de originalidad con los que van superando las pobreza conceptuales, confusiones históricas, falsas reliquias, abusos. Así, tienden a banalizar la parafernalia de usos y costumbres tomados del paganismo (el pino de Navidad, papá Noel con sus renos, el huevo de Pascua, la rosca de Reyes, el Carnaval y sus batallas a cubetazos de agua),¹⁴ curas y monjas abandonan los hábitos para casarse.^{15, 16}

Pero, a pesar de todas las calamidades que provoca seguir operando sin ciencia, en un mundo en el que casi la totalidad de las funciones de cierta envergadura requieren ciencia y tecnología avanzada, es innegable que, a lo largo de milenios, las religiones fueron aprendiendo a conferir un sentido a la vida, a consolar al ser humano ante el envejecimiento y la muerte, y, por ahora, la ciencia moderna no sabe cómo suplir esos papeles cruciales. Tenemos religión para rato. Dado este escenario, las ciencias deberían ayudar a las religiones a depurarse.

Veamos unos cuantos temas en los que la ciencia moderna quizá podría ayudar a las religiones

(1) Siendo la religión algo tan importante para la humanidad, es lamentable que la ciencia la estudie pero no la enseñe *ni la divulgue*, para que entre a formar parte de la cultura.

(2) ¿Podría la ciencia ayudar a los sacerdotes a analizar cuándo y por qué sus religiones comenzaron a mostrarse tan preocupadas acerca de la vida sexual, y si sus normas tienen que ver, luego, con los escándalos sexuales y con la aplicación de ideas antiguas a las estructuras sociales de la actualidad?

(3) ¿Podrían los científicos, aunque sea a manera de divulgación, mostrar que el hecho de que, hace dos mil años, Jesús haya tenido un cenáculo exclusivamente masculino no justifica que las instituciones religiosas actuales se sigan manejando mediante "*cosas nostras*" machistas que discriminan a la mujer?

(4) En la medida en que progresan la medicina y la salud pública aumenta exageradamente el número de ancianos confinados en asilos, en pésimas condiciones físicas y psicológicas. Resulta muy difícil tratar de convencerlos que deben seguir sufriendo sus insoportables padecimientos para no ofender los sentimientos religiosos de terceros que, a su vez, puestos a optar entre sus principios y el dolor del anciano, prefieren que éstos prosigan.

(5) Los religiosos se manifiestan despavoridos ante esa ciencia que clona células humanas tratando de producir en el laboratorio células β del islote de Langerhans, que provean insulina a un infante diabético, de células cardíacas a un infartado, de células que reparen el cerebro de un enfermo de Parkinson. Sin embargo, de acuerdo con los Evangelios (Mateo 26:26-28), en su última cena Cristo declaró: "Este es Mi Cuerpo y esta es Mi Sangre", y el procedimiento de la eucaristía se viene cumpliendo religiosamente desde entonces. ¿Debemos entender que desde hace dos mil años la Iglesia viene clonando a Jesús? Recientemente, un análisis con rayos x descubrió que la calavera de Hatshepsut, reina-faraona de la dinastía XVIII de Egipto, que gobernó de 1479 a 1457 a.C., tenía algunos dientes, por lo que los sabios abrigaron la esperanza de que contuviera suficiente DNA para secuenciar su genoma. ¡Lo lograron!, y así averiguaron datos valiosos de parentesco que pasaron a iluminar aspectos históricos de hace tres milenios y medio. Entusiasmado por la hazaña, un sabio –evidentemente cristiano a rajatablas– expresó su deseo de que se le autorice a tomar unos mililitros del vino transmutado en sangre durante la misa, para averiguar el grupo sanguíneo y secuencia del genoma del fundador de su fe. Quedé alelado por su candidez, me emocionó su fe, me pregunté de qué manera tomarían los cristianos su petitorio y sus resultados, cuál serían los argumentos en juego, cuáles

sus fundamentos, pero hasta ahora no he logrado enterarme de cómo siguió el asunto.

(6) Si yo dijera: "Fulano es un tipo excelente; con decirles que no es mexicano" estaría cometiendo una ofensa inadmisible. Pero, a pesar de que nuestras abuelas, madres y esposas no fueron ni son vírgenes, se sigue ponderando a deidades cuyo mérito –se aduce– consistió en no haber conocido varón, ofensa que seguimos asestando diariamente a las mujeres que amamos, y seguimos permitiendo que se eduque a nuestros niños con dichas premisas éticas.

(7) Según los religiosos, la Virgen suele aparecerse a indiecitos descalzos y pastorcitas analfabetas, para pedirle a esa gente sin zapatos, vivienda ni comida que construyan un templo para adorarla. Pero el feligrés no entiende bien a bien por qué esa deidad no se aparece, en cambio, ante el Fondo Monetario Internacional, ante los cárteles de narcotraficantes, ante las cámaras de legisladores que se autoasignan sueldos muchas veces superiores a los de un minero, un maestro o un becario.

(8) ¿Cómo desarrollar procesos educativos que respeten el derecho de los niños a que no se les atiborre de temores apocalípticos, tabúes perniciosos, prejuicios, que luego podrían engendrar discriminaciones, guerras, miserias y ciudadanos subdesarrollados?

(9) Una de las cosas en las que la ciencia podría ayudar a los religiosos consiste en enseñarles que en la Grecia clásica, cuando se desmoronaron las estructuras sociales jerár-

quicas, en cuyo tope reinaba un arkonte, cobraron importancia las ciudades, y los habitantes, llamados de ahí en más "ciudadanos", se vieron obligados a inventar una manera de gobernarse entre iguales. Optaron por reemplazar principio de autoridad por formas democráticas del "tener razón": argumentar, demostrar, refutar, apoyar, disuadir, convencer, que con el tiempo dieron origen a la democracia, la filosofía y a los pródromos de la ciencia. Si nuestros divulgadores tuvieran a bien divulgar estos hechos, nuestra sociedad podría enterarse de que tomar fábricas, universidades, bloquear carreteras, organizar plantones de encuerados no son precisamente "demostraciones" (así las llaman, sin embargo) que tengan mucho que ver con las libertades democráticas ni con la sensatez. Los países subdesarrollados van contaminando sus legislaciones (a todo nivel, desde el nacional hasta el de sus más modestos institutos) con normas que no surgen de la sensatez, sino del juego de presiones del momento, de la conveniencia electoral y patrimonial de un mandatario, del peso de un líder sindical, de un gremio que –independiente de que reclame cosas justas– sólo será escuchado si se bloquea avenidas, adultera resultados de exámenes de capacidad intelectual, no asigna presupuestos para la ciencia por razones científicas sino por mandatos burocráticos, evalúa investigadores con criterios que destruyen la calidad de la ciencia. Muchas de las barbaries que atribuimos a la corrupción surgen, en cambio, del tratar de manejar una sociedad moderna con un espeluznante analfabetismo científico.

(10) Finalmente, a lo que iba: ¿Podría la ciencia llevar a cabo una campaña para erradicar el analfabetismo científico o, por lo menos, forjar una cultura compatible con la ciencia?

Esta hipotética campaña debería partir de que un analfabeto científico no lo es por maldad, sino por una imposibilidad de librarse del oscurantismo. Al analfabeto científico hay que consolarlo, ayudarlo, educarlo con el profundo respeto que se le tiene a un parasitado, a un canceroso, a un herido. Así como a nadie se le ocurriría planear una lucha contra el analfabetismo común, denostando y castigando a quienes no tuvieron la suerte de aprender a leer y escribir, “luchar contra” el analfabetismo científico debería basarse en la dignidad, el respeto y el deseo de ayudar a nuestros semejantes hundidos en el subdesarrollo, la superstición y la ignorancia aplicada.

Nuestro amado Cinvestav debería liderar esta misión social: de formar investigadores, pasar ahora a formar científicos. Ser científico –vengo hartando de tanto repetirlo– consiste en saber interpretar la realidad sin recurrir a milagros, revelaciones, dogmas ni al principio de autoridad. En cambio, ser investigador requiere ser entrenado para tomar una porción del caos de lo ignorado, estudiarlo, explicarlo e integrarlo al orden de lo conocido. Idealmente, un científico y un investigador deberían ser una misma persona, pero

tengo colegas que, si bien morirían antes de atribuir un fenómeno químico, celular o cósmico a un milagro, no pueden ganarse la vida como investigadores porque no tienen una gota de originalidad. De hecho han sido corridos del Sistema Nacional de Investigadores. Y viceversa: tengo colegas investigadores que son un destello de creatividad y productividad, pero tienen una visión del mundo sólo comparable con la de Savonarola y los homínidos de Tanzania. Ya que los científicos nos presentamos como especialistas en resolver problemas, ¿por qué no comenzamos por evitar la actual destrucción de nuestra calidad científica, para luego ayudar a nuestros paisanos a zafar del embotamiento oscurantista y entonces desarrollar una cultura compatible con la ciencia?

A su vez nuestros jóvenes: ¿se sentarán a un costado en espera de que la autoridad resuelva si habremos de formarlos como investigadores o como científicos, o considerarán que están demasiado grandecitos para seguir siendo cándidamente creyentes, habilitarán sus filtros de sensatez y responsabilidad social, y revisarán si tienen algo que decir en este debate?

REFERENCIAS

1. F. Blanck-Cerejido y M. Cerejido, *La vida, el tiempo y la muerte* (Fondo de Cultura Económica, México, 1988).
2. M. Cerejido y F. Blanck-Cerejido, *La muerte y sus ventajas* (Fondo de Cultura Económica, México, 1997).
3. M. Cerejido, *Ciencia sin seso locura doble* (Siglo XXI, México, 1984).
4. “Hereje” deriva de “haresis”, la capacidad de juzgar y decidir, y fue justamente éso lo que prohibió la autoridad religiosa.
5. M. Cerejido, *Por qué no tenemos ciencia* (Siglo XXI, México, 1997).
6. M. Cerejido y L. Reinking, *People without science* (Vantage Press, Nueva York, 2005).
7. *Entia non sunt multiplicata praeter necessitatem*. En la práctica: No hay que invocar variables innecesarias.
8. M. Cerejido, *Hacia una teoría general sobre los hijos de puta* (en imprenta, Buenos Aires, 2009).
9. Cuando se me invitó a pronunciar la conferencia “Miguel Jiménez”, en la Academia Nacional de Medicina, hablé de la medicina evolutiva y resalté que, a diferencia de otros adelantos portentosos de la medicina (la cirugía, los antibióticos, y toda la parafernalia de radiaciones e imágenes) el enfoque evolucionista estaba a la mano

- y sería gratis, pues México tiene decacadosísimos especialistas en evolución. Pasados los aplausos, no faltaron colegas que se acercaran a rogarme que fuera respetuoso con sus convicciones religiosas.
10. M. Cerejido y L. Reinking, *Ignorancia debida* (Ediciones del Zorzal, Buenos Aires, 2003).
11. M. Cerejido, *Gente sin ciencia* (Gedisa, Buenos Aires, 2009).
12. “Como en todas las iglesias de los santos, vuestras mujeres callen en las congregaciones; porque no les es permitido hablar, sino que estén sujetas, como también la ley lo dice. Y si quieren aprender algo, pregunten en casa a sus maridos; porque es indecoroso que una mujer hable en la congregación” (Pablo de Tarso en 1ª. Corintios 14:34-35).
13. El dogma de Inmaculada Concepción fue introducido por el papa Pío IX el 8 de diciembre de 1854, con la bula *Ineffabilis Deus*.
14. Los físicos arman en Ginebra un aparato descomunal para hacer chocar partículas y la bautizan humorísticamente “La Máquina de Dios”. Sin embargo Dios no haría tal experimento... pues se supone que ya conocía el resultado.
15. E. Masferrer, *Reforma* (México, 31 de julio de 2008).
16. M. Arbajal, (Buenos Aires, 27 de agosto de 2008) p. 12.



Ciencia y fe: una visión alternativa

Pablo Latapi Sarre

En este espacio periodístico se publicaron recientemente varios artículos sobre la relación entre el pensamiento científico y la fe religiosa.¹ Mi reacción fue de asombro; un doble asombro. En ellos se presentaba una visión de la ciencia que yo creía superada desde hacía cincuenta años: una ciencia arrogante, tan confiada en la razón que asegura que nos liberará progresivamente de nuestras ignorancias, de modo que acabará por extinguir las religiones (mi primer asombro). Por otro lado, me pareció que en esos artículos aparecía (segundo asombro) una visión del hecho religioso y de las religiones propia del racionalismo decimonónico, que recurría a estereotipos de iglesias, dogmas, sacerdotes y prácticas religiosas que rayan en la caricatura.

Ambos asombros me movieron a presentar aquí una visión alternativa. Soy una persona profundamente religiosa, a la vez que un científico que toma muy en serio las ciencias –las humanas, las sociales, las naturales y las llamadas (anti-guamente) exactas. Ambas formas de conocimiento han estado en diálogo, dentro de mí, desde mi adolescencia, increpándose a veces, otras veces conciliándose, pero siempre tratando de ser honestas respecto a sus respectivos alcances, su validez y su significado. He seguido, sin ser especialista, los avances maravillosos de algunas ciencias, sintiéndome orgulloso de sus logros; también he cuestionado las bases epistemológicas de la indagación científica y su incapacidad para abordar, por sí misma, las preguntas “últimas” que todos los seres humanos nos planteamos. Por otro lado, tomo en serio mi fe religiosa; fui formado durante 35 años en una

El Dr. Pablo Latapi Sarre es investigador titular del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la UNAM y miembro del Consejo Consultivo de Ciencias. La versión original de este artículo se publicó en el periódico *La Crónica de Hoy* (junio de 2008), en el espacio semanal del Consejo Consultivo de Ciencias. Correo electrónico: platapis@prodigy.net.mx

orden (la Compañía de Jesús), que se precia de estar abierta y respetar el pensamiento contemporáneo, que indaga el hecho religioso no sólo como fenómeno cultural históricamente persistente, sino como realidad inquietante en la mayoría de los seres humanos, también los del presente. Fui educado también para “orar”, es decir, para predisponer mi espíritu para “experimentar a Dios” percibiendo los silencios interiores, y para intentar construir las condiciones adecuadas para comunicarme con ese ser misterioso. Baste esto como introducción.

En mi visión alternativa –que no pretende polemizar con nadie– considero que el pensamiento científico hoy predominante está ya muy lejos de la perspectiva autosuficiente, propia de los “padres” de la ciencia moderna: Bacon (1561-1626), Descartes (1596-1650) y Newton (1642-1727). En su cosmovisión mecanicista y en su concepción de “la razón”, Dios no era necesario en este mundo; si existía, tendría que estar en otro orden de existencia que nos era inaccesible; había que constituir nuestra razón en el único recurso para explicarnos lo que somos y lo que es el universo. Desde entonces se inició la oposición ciencia-religión, especie de esquizofrenia que separaba el mundo material y el mundo espiritual, y mostraba como irreconciliables dos modos de conocer.

Esta cosmovisión mecanicista empezó a ser desmantelada por Einstein. La física cuántica y sus hipótesis fueron estableciendo hechos intrigantes: la convertibilidad de energía y materia, la indeterminación inescapable (Heisenberg) porque nuestro conocimiento altera la realidad, el “salto cuántico” (Bohr) por el que los electrones pueden saltar de una órbita a otra sin pasar por el espacio entre ambas, etcétera. Algunos científicos llegan a afirmar que la realidad no existe o es radicalmente “irrepresentable” (“las ondas de luz no existen realmente; no son más que ondas de saber”) y, por tanto, ningún modelo conformado según nuestra experiencia a gran escala puede ser “verdadero”. Nuestro concepto de “objeto” y nuestra concepción de “conocimiento” han quedado profundamente cuestionados: no sólo el concepto de realidad se difumina sino también el de identidad y, por ende, el de causalidad, fundamento de la ciencia.

El desarrollo científico de las últimas décadas nos ha conducido a otro modo de ver el mundo y a otra concepción

de lo que es la propia ciencia: un acercamiento siempre tentativo, siempre provisional, a una realidad cuyo constitutivo último ignoramos.

Y aún hay más: las recientes investigaciones del mundo subatómico han comprobado que predomina el “vacío cuántico”: noventa por ciento de cualquier átomo es espacio vacío, vacío de todo, inclusive del antiguo “éter”; más aún, las partículas que parecen girar dentro del átomo surgen de esa nada y vuelven a desaparecer en ella. “Las partículas elementales –afirma un cosmólogo matemático– emergen del vacío [...]; éste es el sencillo e impresionante descubrimiento; [...] en la base del universo hierve la creatividad”. Y se expresa como un místico: “Empleo la expresión ‘abismo que lo nutre todo’ como una manera de señalar este *misterio* que está en la base del ser” (cursivas mías). Sorprende la similitud de estas afirmaciones con las de los Vedas, las Upanisads y los místicos orientales. Conclusión de todo esto: el universo está lejos de ser “explicado” como imaginábamos antes de Einstein; tampoco es una realidad que vamos “conociendo”, en sentido riguroso, por la ciencia; lo que vamos conociendo es que lo desconocemos.

Análogas sorpresas nos ha deparado la investigación astronómica, a partir de la teoría del Big Bang y de los cálculos de Hubble (1889-1953): las cerca de 140 mil galaxias de que tenemos noticia se están alejando unas de otras a una velocidad cada vez mayor. Miles de científicos están tratando de rastrear los sucesivos pasos de esta expansión desde la primera gran explosión de energía o, si se quiere, desde el “rebote” que sucedió a una retracción: cómo se desarrollaron las partículas, gases, estrellas, supernovas, galaxias, etcétera, hasta llegar a nuestro pequeño planeta Tierra y, en ésta, cómo surgió y evolucionó la vida y, particularmente, la vida consciente. En esta “nueva cosmología” los científicos afirman

que no hay espacio fuera de este universo ni hubo tiempo antes del Big Bang; ambos se crean a medida que el universo se expande. Uno de ellos (J.B.S. Haldane) llega a afirmar: "el universo no es sólo más extraño de lo que suponemos, sino más extraño de lo que podemos suponer".

El racionalismo científico con sus antiguas reglas se cimbra, además, ante una emergente visión holística del universo. Se va descubriendo que las causalidades son redes complejas y que el universo es más bien un "sistema de sistemas dentro de otros sistemas": un "holón" –lo llaman los epistemólogos– en el que el todo es mayor que la suma de sus partes; los "todos" naturales (los organismos vivos, lo mismo que los ecosistemas y las galaxias) son, cada uno de ellos, más que la suma de sus partes. Nuestra razón no está hecha, todavía al menos, para comprenderlos.

Las implicaciones epistemológicas de estos nuevos acercamientos científicos al universo son múltiples pero, para el propósito de este artículo, sólo destaco una de ellas: la razón científica honesta y rigurosa hace mucho que abandonó su antigua seguridad; hoy no es arrogante ni autosuficiente, sino humilde, va unida al asombro y, por ello, está cada vez más cercana del pensamiento religioso. Aunque cada vez sabemos más de los "cómos", sabemos menos de los "porqués" y "para qué". El anunciado desencantamiento del mundo parece ir en dirección contraria.

Es una paradoja de la ciencia que sean precisamente sus maravillosos descubrimientos los que la llevan a comprender los límites de su "razón científica". Por lo mismo, la mayoría de los científicos contemporáneos no son arrogantes; no ven con lástima o condescendencia a los que aceptan la religión ni los tildan de "analfabetos científicos" en espera de ser salvados por la ciencia; muchos de ellos asumen una actitud de humildad, derivada del asombro.

Si hace cincuenta años algunos científicos entusiastas proclamaban que la ciencia acabaría con la idea de Dios y con el ámbito de la experiencia religiosa, y si también algunos hombres religiosos recurrían a la razón para "probar" la existencia de Dios o construir una apologética de las verdades de su fe, hoy el escenario es muy distinto. Una mente reflexiva puede ver en la ciencia –dialogando con ella y asumiendo sus incertidumbres– una invitación a la aceptación del misterio; el misterio no como residuo que queda sin explicar por la triunfante ciencia, sino como realidad insondable, que está presente en el fondo de lo que somos y que nos invita a aceptar otro orden de la existencia: el religioso. Ciencia y religión pueden ir de la mano, en beneficio de ambas; religión y ciencia son dos caminos complementarios que se enriquecen recíprocamente en la indagación de nuestras preguntas últimas.

Las múltiples perplejidades por "lo que no sabemos" llevan a todo espíritu honrado a la actitud de admiración; a preguntarnos por "lo que hay detrás" y a intentar construir puentes hacia esas realidades misteriosas; eso no es aún fe religiosa, aunque puede prepararla. Fe es experiencia de Dios, en uno mismo y en lo que percibe, en lo que entiende y en lo que no entiende; experiencia vital, a veces respuesta, las más de las veces sólo silencio ante un infinito que nos sobrepasa. El enigma está ahí, no obstante la fe: "un enigma que no puede resolverse únicamente por los avances del conocimiento objetivo, porque lo que le otorga su carácter único es la raíz de la libertad de cada individuo".⁴

Muchos científicos y muchos teólogos están replanteando la relación ciencia-fe. Han superado la antigua posición de "conflicto insuperable", también la de "total independencia" entre ellas; y han entrado a un "diálogo constructivo" que las enriquezca a ambas. Un caso, que en lo personal me resulta



ilustrativo, es el de John Polkinghorne, notable físico cuántico y matemático inglés que, en paralelo a su profesión científica, estudió teología y se ordenó de pastor en la iglesia anglicana; con buen conocimiento tanto de la ciencia como de la teología busca la conciliación entre ambas, indagando "una mutua inteligibilidad de doble dirección". Su argumento central es la "verosimilitud" de la fundamentalidad creadora de Dios.⁵ Para él, Dios es una hipótesis de "fundamentalidad necesaria", más verosímil y de mayor fuerza explicativa que la hipótesis atea de la autosuficiencia necesaria y absoluta del mundo físico, o de la posición que remite al azar cuanto no podemos explicar, o de la que sostiene la incomunicación total entre la ciencia y la religión. Llega a afirmar: "La búsqueda de comprensión que es natural al científico es, al fin de cuentas, la búsqueda de Dios; así es como la religión continuará floreciendo en esta Era de la Ciencia".

Otros científicos que no se resignan al inmanentismo, recurren a explicaciones panteístas (Dios se identifica con el mundo) o panenteístas (Dios está presente en toda la creación); Polkinghorne va más allá: se adscribe al concepto bíblico de un Dios personal que se comunica con nosotros. Lo que me interesa destacar es que existe hoy un diálogo serio entre científicos y teólogos, que está replanteando la relación entre ciencia y fe en los términos que exige el presente. Un presupuesto necesario es aceptar la limitación y los condicionamientos de la razón científica.

Hay diversas formas de conocer, muchas aún muy poco exploradas. Reducir nuestro ámbito cognoscitivo a la razón científica sería lamentable, incluso para la ciencia misma. Me acerco a realidades inasibles para la razón cuando la música me traslada a otras dimensiones; no puedo negar el universo de Mahler o de Mozart por el hecho de que la razón científica sea incapaz de penetrar en él. Me acerco a realidades meta-científicas también cuando me envuelve la mirada de un re-

trato de Rembrandt, o me sumerjo en los versos de Piedra de Sol de Octavio Paz, o me entenece la sonrisa de un niño o la mirada amorosa de una madre. Somos más que razón; somos vivencias de amor, temor y esperanza, conciencia de nuestra vulnerabilidad, seres éticos, obligados a solidaridades con los demás; somos quizás símbolos o indicios de otra realidad. No nos reduzcan, por favor, a una ecuación de relaciones ni a un pequeño modelo de insumos y productos.

Todos los seres humanos tenemos más preguntas que respuestas; es ésta una asimetría existencial que nos persigue de la infancia a la vejez, como característica esencial de nuestra especie. Las preguntas fundamentales, las "de sentido" –¿qué soy, qué es mi vida, qué es mi muerte, qué puedo conocer, qué debo hacer, qué puedo esperar, hay Dios y es posible comunicarme con él?– están en pie. Ante ellas, las ciencias tienen muy poco que decir; ante ellas, a veces, la experiencia de Dios puede iluminarnos, si se dan ciertas condiciones: silencio interior, humildad, desprendimiento de las cosas, aceptación de nuestros desamparos y apertura amorosa al prójimo. Esto es para mí la fe.

Todo lo dicho hasta aquí lo dije de una manera más bonita y sencilla Einstein: "Hay dos maneras de vivir: una, como si nada fuese milagro; otra, como si todo fuese milagro." Misterio es también por qué elegimos entre una y otra.

REFERENCIAS

1. Cereijido Marcelino, *Avance y Perspectiva* 27, 125 (2008).
2. Shrodinger Erwin, *Ciencia y humanismo* (México, Tusquets, 1988), pp. 55 y 36.
3. Swimme Brian, *The Hidden Herat of the Cosmos: Humanity and the New Story* (N. York, Orbis-Maryknoll, 1996), p. 93.
4. Theobald Christof et al., *L'univers n'est pas sourd. Pour un nouveau rapport sciences et foi* (Paris, Bayard, 2006), p. 358.
5. En vez de citar sus libros, remito al magnífico ensayo de Javier Monserrat: "John Polkinghorne: Ciencia y religión desde la física teórica", en: *Pensamiento: Revista de Investigación e Información Filosófica*, 61, 363 (2005).



El cuento chino de los *peipers*

Noé Valentín Durán Figueroa

Cuando andaba por vez primera en los pasillos del Cinvestav en Zacatenco, en el año 2002, escuchaba a grupos de gente, con taza de café en mano, hablar de algo que invariablemente sonaba a la palabra *peipers*. Estaba empezando mi tesis de licenciatura en el Departamento de Genética y Biología Molecular. Era más ignorante que hoy día y, como tal, no comprendía las discusiones que se efectuaban en las afueras de los laboratorios; los estudiantes no dejaban pasar siquiera cinco minutos sin que repitieran otra vez el mismo sonido, *peipers*. Por un momento pensé que se referían a sus profesores y que, por alguna razón, los llamaban así despectivamente; después pensé que se trataba de un nuevo modelo de estudio que revolucionaría la manera de hacer biología molecular; otros días no sabía qué pensar, pues esos tipos me confundían, pero no pasó mucho tiempo para descubrir la verdad: *papers*, papeles. Seis años después me aproximó al significado que un estudiante de doctorado le asigna a esa palabra de origen inglés.

Uno de los ejercicios del quehacer científico es la publicación periódica de resultados para dos tipos básicos de públicos: (a) público general y (b) comunidad científica. El primero se refiere a todas aquellas actividades de divulgación de la ciencia; el segundo, a un juicio riguroso de personas expertas en el tema de estudio. Abordaré con un ejemplo hipotético este segundo caso.

José Luis Hernández-Pérez, estudia su programa doctoral en el Instituto Metagenómico Nuclear Biológico de Xochilpatencatl, el mundialmente reconocido Imebiox. Está a

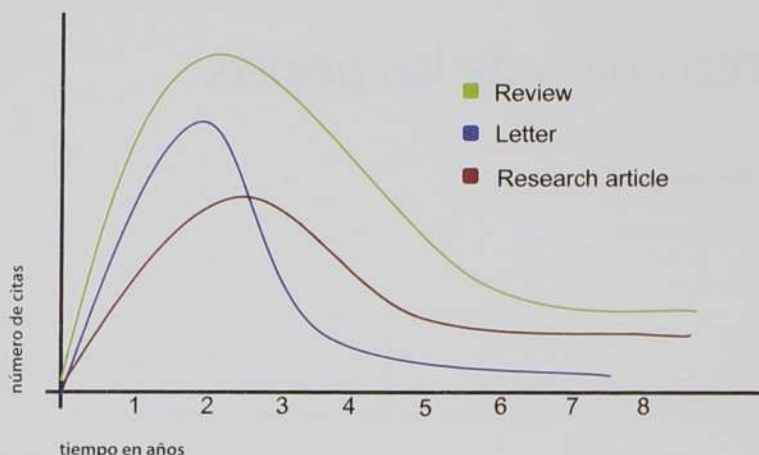


Figura 1. Evolución de número de citas que reciben las publicaciones científicas: *review* (revisión), *letter* (carta), *research article* (artículo de investigación).

punto de graduarse y sus evidencias experimentales le indican que el ser vivo que encontró en el desierto de San Judas Prodigioso, al cual llamó *Plactozoo*, contiene un DNA capaz de ser introducido a una célula humana vía un virus, que a su vez este DNA es capaz de curar la ignorancia de los políticos mexicanos de manera masiva y en una sola dosis. Está tan seguro de sus resultados que no duda ni un segundo en decir, en un seminario del campus, que sus descubrimientos cambiarán el rumbo de la ciencia actual. Con esa idea, y muy emocionado, busca la mejor revista científica para publicar sus datos en un medio con reconocimiento internacional. Escribe primero un borrador del artículo, lo revisan sus amigos y compañeros del Imebiox, corrige apresuradamente los errores que le hicieron notar y, a pesar de la opinión de sus colegas, toma la decisión de enviar dicho reporte a la revista de mayor impacto en la ciencia mundial. En primera instancia, el reporte es leído por un comité editorial; como dicho comité sólo revisa que el resumen esté bien escrito, no logra comprender lo que se dice con la precisión correcta, pues el nivel de complejidad de lo que expone Hernández-Pérez es tal, que deciden enviarlo a un selecto grupo de árbitros altamente calificados: pasó el primer filtro. Pasó también un mes. Dos meses más y el editor de la revista escribe un *e-mail* a José Luis, con un archivo adjunto que incluye el

juicio y veredicto de los árbitros acerca del reporte sometido. Al final del correo, el científico chino que envió el mensaje se regocija poniendo con letras mayúsculas: "SU ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN HA SIDO RECHAZADO PARA SU PUBLICACIÓN EN ESTA REVISTA". Mi buen amigo Hernández-Pérez se deprime varios días, se emborracha porque cree que seis años de esfuerzo no han servido de nada (pidió dos extensiones de beca), ya tiene treinta, no tuvo tiempo para novias y tampoco para fiestas, le recuerda la mamá al Imebiox tantas veces que hasta la abuelita sale aludida. Ya sobrio y sin emoción, analiza objetivamente su artículo y decide publicar sus resultados en la revista local, que ni su asesor lee pero que le sirve para graduarse, el *Coacalcos Journal of Science Frontiers*. Con los honores respectivos se efectúa el examen de grado y comenta que ahora dará clases en San Pascualito Rey, su pueblo natal; pero aún por las noches se sigue preguntando por qué no aceptaron su artículo científico en la revista *Nature*.

Los *papers* son reportes debidamente escritos según las indicaciones y el impacto de la revista en que se desean publicar resultados científicos; siempre hay un lugar dónde publicar datos, desde los mediocres hasta los altamente competitivos internacionalmente. Como estudiante de posgrado, siempre se debe tener la ambición de llegar a lo más

alto en calidad de investigación; ello implica demostrar de manera contundente, con evidencias experimentales, los resultados que se dicen tener. Las dos mejores revistas multidisciplinarias de ciencia en el mundo, y que están dirigidas al público científico, son *Nature* y *Science*, ambas con periodicidad semanal. Cada una divide en tres grandes categorías sus *papers* en función del impacto en el tiempo que los resultados puedan mostrar: *review*, *research article* y *letters* o *reports*.¹ Como se ve en la gráfica de la figura 1, los denominados *letters* (cartas, traducido literalmente) son publicaciones cortas que alcanzan su mayor número de citas en un lapso de dos años, con lo cual se convierten en publicaciones de rápido impacto en la comunidad científica. En cambio, un *research article* (artículo de investigación, traducido literalmente) tiene un número alto de citas de manera constante en un lapso que oscila entre cuatro y cinco años; son estudios profundos y completos que responden preguntas básicas de cualquier campo de estudio. No obstante, a pesar de que las cartas y los artículos de investigación representan la publicación de resultados que conducen al avance de la ciencia, son las revisiones del conocimiento acumulado (los *review*) las que tienen más citas en un tiempo prolongado. Son éstas las que logran ordenar la información que se ha generado en un área determinada del conocimiento y son

las que sirven a los estudiantes para generar nuevas ideas, que a su vez permiten seguir alimentando la curiosidad que todo buen científico tiene. En el caso particular de Hernández-Pérez, su trabajo no es de impacto internacional y tampoco de interés para científicos de cualquier área del conocimiento; además, muy a pesar de su exhaustivo esfuerzo, sus experimentos son irreproducibles, pues en ningún otro país existen políticos como los de México, de modo que no es posible demostrar su hipótesis; razones suficientes para el rechazo inmediato de su *paper*. Si nuestro amigo hubiera considerado los requerimientos mínimos de publicación en una revista de cualquier nivel, tendría una mejor oportunidad en guiar el curso de su investigación: su reporte "científico" alcanzaría un mínimo histórico de citas y no sólo las que él mismo podría hacer en el *Coacalcos Journal*.

REFERENCIAS

1. Datos obtenidos a partir de los estudios mostrados en la conferencia: "Scientific publishing The inside view", impartida en el auditorio de la Unidad Cinvestav Irapuato por la Dra. Susanne Brink, editora en jefe de la revista *Trends in Plant Science*.



Nosotros: la juventud del Ateneo de México

Miguel Ángel Pérez Angón



Generaciones literarias

Es bien conocido en el ambiente académico mexicano que la investigación en ciencias sociales y humanidades no es precisamente el área más desarrollada en el Cinvestav. Por ello se ha recibido como una agradable sorpresa el éxito editorial de la obra de historia *Nosotros: la juventud del Ateneo de México*, de Pedro Henríquez Ureña y Alfonso Reyes a José Vasconcelos y Martín Luis Guzmán (Tusquets Editores, 2008) de la Dra. Susana Quintanilla, investigadora titular del Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav. No obstante, el misterio se desvanece cuando nos enteramos que este libro constituye el tema original de la tesis de doctorado en Historia, que Susana Quintanilla presentó en 1989 en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. En el área de ciencias sociales y humanidades es una vieja tradición publicar como libros los temas generados por los estudiantes en sus tesis doctorales. Esto lo aprendí en el lejano 1976, cuando leí el libro de Enrique Krauze *Caudillos culturales de la Revolución Mexicana* (Siglo XXI, México, 1976). En este caso, el libro surgió a partir de su tesis de doctorado en Historia, presentada en El Colegio de México. En cambio, la inmensa mayoría de los temas de investigación involucrados en las tesis de doctorado en lo que llamamos ciencias duras (física, química, ciencias biológicas, ingenierías) conducen a uno o varios artículos originales de investigación, publicados en revistas científicas del área en cuestión, pero que están muy lejos de concretarse como tales en un libro especializado.

El Dr. Miguel Ángel Pérez Angón es investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav y director editorial de *Avance y Perspectiva*. Correo electrónico: mperez@fis.cinvestav.mx

El Ateneo de la Juventud fue una empresa cultural que se constituyó en toda una leyenda en nuestro país y agrupó a una generación de escritores, historiadores, filósofos y poetas con el propósito de descubrir juntos temas literarios y filosóficos en la alborada del siglo xx, precisamente en los años previos al inicio de la Revolución Mexicana. Ese grupo realizó una magna labor en el ámbito educativo y en el renacimiento cultural del México posrevolucionario. Entre los integrantes más conocidos de este grupo se encuentran Antonio Caso (filósofo), Alfonso Reyes (ensayista y poeta), Pedro Henríquez Ureña (escritor), Nemesio García Naranjo (escritor), Jesús T. Acevedo (escritor), Martín Luis Guzmán (escritor), Julio Torri (historiador), Justo Sierra (educador y político) y José Vasconcelos (escritor, educador y político). A esta generación sucedieron otras dos, que también contribuyeron con aportaciones trascendentales al pensamiento mexicano del siglo xx: la generación de 1915, conocida también como "generación fantasma" o los "Siete Sabios" y a quienes Enrique Krauze calificó como caudillos culturales de la Revolución Mexicana (Antonio Castro Leal, Alberto Vázquez del Mercado, Vicente Lombardo Toledano, Teófilo

Olea, Alfonso Caso, Manuel Gómez Morín, Jesús Moreno Báez y Daniel Cosío Villegas) y la generación de "Los Contemporáneos" (Salvador Novo, Javier Villaurrutia, Jaime Torres Bodet, Jorge Cuesta y Carlos Pellicer). Mientras que la generación de 1915 tuvo la característica de ser más actores que escritores o filósofos, las otras dos generaciones se identificaron en torno a dos revistas literarias: *Savia Moderna* para la generación del Ateneo y *Contemporáneos* para la generación que ahora conocemos con ese mismo nombre.

Centenarios y generaciones

Nosotros... comprende la etapa de formación, la juventud precisamente, de la generación del Ateneo y cubre un periodo de "5 años y 8 meses": del 31 de marzo de 1906, con el nacimiento de la revista *Savia Moderna*, hasta noviembre de 1911, cuando José Vasconcelos fue electo como tercer y último presidente del Ateneo de la Juventud, para luego dar paso al Ateneo de México. Su gestión al frente de la agrupación sirvió para que pasara de ser "un cenáculo de amantes de la

cultura a un círculo de amigos con vistas a la acción política". El impulso que ganó el Ateneo durante ese corto periodo fue extraordinario y sus miembros brillaron con intensidad en una serie de conferencias sobre el centenario de la Independencia de México. Por esta razón, la publicación de *Nosotros...* en esta época, previa a la celebración del bicentenario de la Independencia y el centenario de la Revolución, resulta muy oportuna pues nos presenta en perspectiva la efervescencia cultural que se vivió hace cien años y los cambios que ocurrieron en el paso de la dictadura porfiriana al primer intento de una democracia moderna en nuestro país.

Debo reconocer que leí *Nosotros...* tratando de contestar la misma pregunta que me hice en 1976 cuando leí los *Caudillos Culturales de la Revolución Mexicana*: ¿Por qué no surgieron en México los primeros científicos realmente "profesionales" a principios del siglo xx, como fue el caso en Argentina y Brasil, sino hasta la década de los años 1940? Al grupo de intelectuales (tecnócratas diríamos ahora) que rodearon al régimen porfirista se les conoció como "los científicos", pero este apelativo no surgió porque alguno de ellos realmente se interesara en impulsar una actividad científica

como la conocemos hoy en día, ya sea con recursos humanos del propio país o con investigadores ya formados en los países europeos y transplantados al nuestro (como fue el caso en Argentina y Brasil, por ejemplo). Por supuesto, mi inquietud responde a una explicable deformación inducida por mi educación académica dentro de las ciencias "duras". Sin embargo, es un asunto que ha motivado muy poco a nuestros historiadores profesionales aunque está empezando a ser abordado por colegas interesados en conocer el nacimiento de la actividad científica en nuestro país (por ejemplo, véase en este mismo número de *Avance y Perspectiva* el artículo sobre Alfredo Baños).¹ Espero que algún día surja el interés por escribir la historia de los pioneros de la ciencia mexicana con el mismo profesionalismo y entusiasmo con el que Susana Quintanilla escribió la historia de la juventud de la generación del Ateneo de México. Para intentar cuantificar este entusiasmo, baste mencionar que una cuarta parte de su libro de 358 páginas cubre tres apéndices con reproducciones facsimilares de artículos periodísticos, notas y referencias bibliográficas, i. e., un compendio de 25 años de trabajo académico sobre un tema muy apasionante.

REFERENCIAS

1. F. Collazo y G. Herrera, *Avance y Perspectiva*, 27, 85 (2008).

Contribuciones

Las contribuciones para *Avance y Perspectiva* deberán enviarse a las oficinas del Cinvestav de la siguiente manera:

Textos:

- Word, Disco 3/5 ó CD-ROM
- Cuando se trate de artículos de investigación, la extensión máxima será de 15 cuartillas; en cuanto a los artículos de difusión, se aceptará un máximo de 10 cuartillas.
- Si el texto incluye tablas, éstas se entregarán en archivo por separado, en disquette en texto corrido y con una impresión adjunta que muestre la forma en que se debe quedar la tabla. Además, se debe indicar en el original la ubicación de las mismas. La indicación es también válida para esquemas y cuadros.
- Las notas deberán incluirse al final del trabajo, antes de la bibliografía o de las referencias, debidamente numeradas.
- Las referencias deben apegarse a los modelos siguientes:

Libro:

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

Artículo de revista:

- Ádem, José, 1991, "Algunas consideraciones sobre la pesca en México", en *Avance y Perspectiva*, vol. 10, abril-junio, pp. 168-170.
- Se sugiere que las referencias sean cuidadosamente revisadas por los autores y que los títulos de los artículos y los nombres de las publicaciones no se abrevien.
 - Todos los textos deben incluir el nombre del autor, grado académico, adscripción y cargo que desempeña, teléfono y correo electrónico.

Imágenes y gráficas:

- TIFF, 10 x 10 cm (mínimo), 300 dpi, blanco y negro, CD-ROM. Las imágenes se entregarán en forma física, de preferencia en transparencias. No se aceptarán imágenes de Internet o cámara digital, debido a que la resolución que presentan no es adecuada.
- En caso de que el trabajo incluya diapositivas en power point, remitirlas impresas en papel fotográfico y en máximo grado de resolución y no a través de archivos office.



Cinvestav

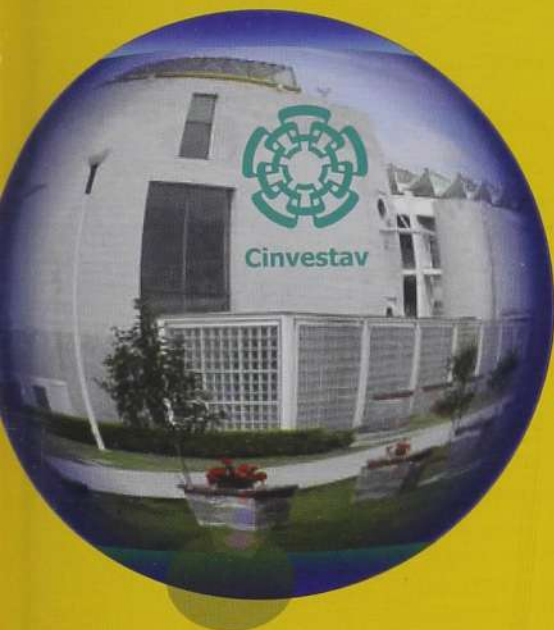
revista@cinvestav.mx | www.cinvestav.mx/publicaciones
Av. IPN 2508, Zacatenco, C.P. 07360 | Teléfono y fax: 5747 7076



Cinvestav

Centro de Investigación
de Estudios Avanzados del Instituto
Politécnico Nacional

Departamento de Física



Maestría y Doctorado

Programas de Posgrados
reconocidos por el CONACyT
como competentes a nivel internacional

El Departamento de Física del Cinvestav

El Departamento de Física cuenta con un gran prestigio científico tanto a nivel nacional como internacional. En él laboran 50 profesores investigadores (todos con doctorado y posdoctorado) y tenemos alrededor de 100 estudiantes de maestría y doctorado. Existe un flujo constante de profesores visitantes nacionales y extranjeros de alto nivel que mantienen colaboraciones con los miembros del Departamento.

MISSION

Contribuir notablemente a la generación de conocimiento fundamental y al desarrollo nacional mediante la investigación de frontera en física básica y aplicada de impacto internacional, y la formación de recursos humanos con alta capacidad de liderazgo para la docencia a nivel posgrado y para la investigación científica y tecnológica.

VISION

Ser una institución de clase mundial que por la calidad de su investigación científica básica y aplicada, que por su infraestructura goce de amplio reconocimiento nacional e internacional y genere tanto investigadores de excelencia como conocimiento universal de frontera con impacto social y alto valor agregado.

Áreas de investigación

Gravitación
Física médica
Fisicamatemática
Materia condensada suave
Física de partículas elementales
Estado Sólido
Física ambiental
Astrofísica
Biofísica

Programas de maestría y doctorado en ciencias en la especialidad de física

Inicio del programa de maestría: agosto de cada año
Inscripciones al programa de doctorado en cualquier mes
Cursos propedéuticos: febrero-mayo y mayo-agosto
Evento de dos días de puertas abiertas: abril de cada año
Escuela Avanzada de Verano: julio de cada año

Becas

Los programas de posgrado del Cinvestav forman parte del Padrón de Excelencia del Posgrado Nacional de CONACyT, por lo que todos los estudiantes que cumplan con los requisitos, pueden solicitar una beca crédito para llevar a cabo estudios de posgrado.
Los estudiantes latinoamericanos pueden solicitar información en las embajadas de México sobre los planes de becas.

Para mayor información

Coordinación de Admisión, Departamento de Física
Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508
Apartado Postal 14-740
CP 07300 México, D.F.
Tel.: (55) 57 47 38 38
Email: info@fis.cinvestav.mx
<http://www.fis.cinvestav.mx>



Cinvestav