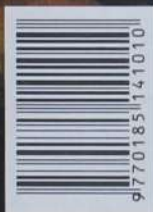
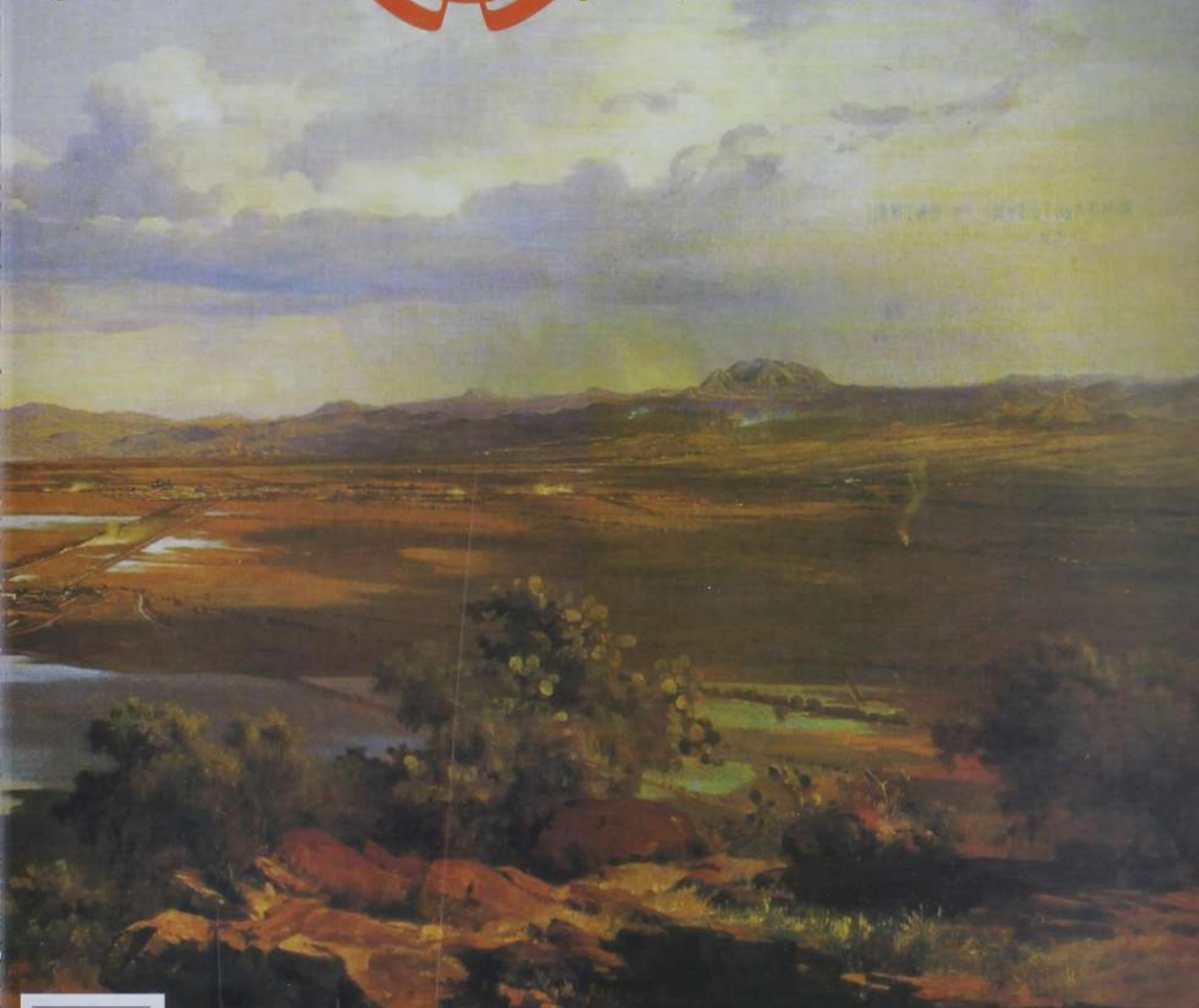


F2469



AVANCE Y PERSPECTIVA

Órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.



Volumen 21
Mayo-junio de 2002
México ISSN 0185-1411
\$ 25 pesos

Testimonios del
Cinvestav en su
cuarenta aniversario

X Mexican School of Particles and Fields

Playa del Carmen, México, October 30 to November 6, 2002

The Division of Particles and Fields of the Mexican Physical Society has dedicated this school to celebrate the 60th birthday of Augusto García and Arnulfo Zepeda, pioneers of this field in Latin America. The scientific program will include about 70 review lectures on recent advances in high energy experimental physics, elementary particle phenomenology, quantum field and string theory.

Organizing Committee

G. Contreras, Cinvestav-UM
U. Cotti, IFM-UMSNH
J. C. D'Olivo, ICN-UNAM
R. Flores, IF-UASLP
R. Huerta, Cinvestav-UM
R. Juárez, ESFM-IPN
O.G. Miranda, Cinvestav
M. Mondragón, IF-UNAM
M.A. Perez, Cinvestav
A. Rosado, IF-BUAP
G. Tavares-Velasco, IFM-UMSNH

Sponsors

CLAF, CLAFM, ICTP, Conacyt,
Cinvestav, DPF-MPS, IFM-UMSNH,
ICN-UNAM, IF-UNAM, IF-UASLP,
ESFM-IPN, IF-BUAP

Further information:

<http://dpvc.smf.mx/School2002>



FT017589



Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV

DIRECTOR GENERAL
Adolfo Martínez Palomo
SECRETARIO ACADÉMICO
René Asomoza
SECRETARIO DE PLANEACIÓN
Marco Antonio Meraz
SECRETARIO ADMINISTRATIVO
Mario Alberto Osorio Alarcón

AVANCE Y PERSPECTIVA
DIRECTOR EDITORIAL
Miguel Ángel Pérez Angón
EDITORA ASOCIADA
Gloria Novoa de Vitagliano
COORDINACIÓN EDITORIAL
Martha Aldape de Navarro
DISEÑO Y CUIDADO DE LA EDICIÓN
Rosario Morales Álvarez
FOTOGRAFÍA
Carlos Villavicencio
Sección Fotografía
del CINVESTAV
CAPTURA
Josefina Miranda López
María Eugenia López Rivera
María Gabriela Reyna López

CONSEJO EDITORIAL
J. Víctor Calderón Salinas
BIOQUÍMICA
Luis Capurro Filigrasso
UNIDAD MÉRIDA
Marcelino Cerejido
FISIOLOGÍA
María de Ibarrola Nicolín
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
Eugenio Frixione
BIOLOGÍA CELULAR
Jesús González
UNIDAD QUERÉTARO
Luis Herrera Estrella
UNIDAD Irapuato
Luis Moreno Armella
MATEMÁTICA EDUCATIVA
Ángeles Paz Sandoval
QUÍMICA
Gabino Torres Vega
FÍSICA

Correo electrónico:
avance@mail.cinvestav.mx

Tel. y Fax: 5747 37 46

Consulte nuestra página de Internet:
<http://www.cinvestav.mx/publicaciones>

AVANCE Y PERSPECTIVA

SUMARIO

Volúmen 21

mayo-junio de 2002

Testimonios del 40 aniversario del Cinvestav

- 131 *Comunidad del "Siemprestar"*
Martha Martínez García
- 139 *La fibronectina, la cenicienta y una pregunta inocente*
Eduardo Vigueras
- 143 *¿No se enojarán los dioses por robarle la luz al sol durante el día para utilizarla en la noche?*
José Antonio Urbano Castelán
- 149 *A paso de arriero*
Juan Carlos Raya Pérez
- 153 *Avenida Ticomán esquina IPN*
Leopoldo Bárcenas Uribe

PERSPECTIVAS

- 163 *Automatización y flexibilidad de la industria*
Arturo Sánchez Carmona

DIALOGOS

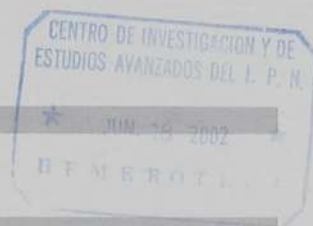
- 167 *Panorama de las neurociencias*
Carlos Chimal

LIBROS Y REVISTAS

- 177 *Lo mismo y no lo mismo de R. Hoffmann*
Ma. de Jesús Rosales Hoz
- 179 *Una mente prodigiosa de S. Nasar*
Luis Moreno Armella

ESPACIO ABIERTO

- 181 *Los números también cuentan*
David Adam



Portada: Las instalaciones del Cinvestav en Zacatenco se ubicaron hace cuarenta años en el extremo norte del Valle de México, al pie de los cerros del Chiquihuite y de Santa Isabel en la Sierra del Tepeyac.

Foto: Valle de México desde el cerro de Santa Isabel (detalle, 1875). José María Velasco.

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral. El número correspondiente a mayo-junio de 2002, volumen 21, se terminó de imprimir en abril de 2002. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. **Editor responsable:** Miguel Ángel Pérez Angón. Oficinas: Av. IPN No. 2508 esquina calzada Ticomán, apartado postal 14-740, 07000, México, D.F. Certificados de licitud del título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de Título No. 577-85 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. PP09-0071, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. **Negativos, impresión y encuadernación:** COMRAMSON, S.A. de C.V., Plaza Buena Vista No. 2 Desp. 209, 210 Col. Guerrero, México, D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número enero-febrero del 2002 página 44. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en *Avance y Perspectiva*, siempre que se cite la fuente. *Avance y Perspectiva* se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del CINVESTAV y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: \$ 150.00

7th SPSP

SYMPOSIUM OF PROBABILITY AND STOCHASTIC PROCESSES

Antiguo Colegio de San Ildefonso, Mexico City

June 23 to June 28, 2002

Courses:

Fractional brownian motion

David Nualart

Universitat de Barcelona

Entropy and economic equilibrium

Esa Nummelin

University of Helsinki

**Pricing of financial derivatives
in standard and nonstandard models**

Winfried Stute

University of Gießen

Invited talks by:

María Emilia Caballero

IMUNAM

Begoña Fernández

Facultad de Ciencias-UNAM

Jin Ma

Purdue University

Philip Protter

Cornell University

Jaime San Martín

Universidad de Chile

Organizing Committee:

José M. González-Barrios, IIMAS-UNAM

gonzaba@sigma.iimas.unam.mx

Jorge A. León, CINVESTAV

jleon@math.cinvestav.mx

Ana Meda, Facultad de Ciencias-UNAM

amg@hp.fcencias.unam.mx

For more information:

<http://probabilidad.org.mx>

Comunidad del "Siemprestar"

Martha Martínez García

Perestroika

Ser bióloga egresada con notas sobresalientes de una universidad de la ahora ex Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) me permitió recibir la invitación de las autoridades educativas rusas para continuar mis estudios e ingresar al posgrado. Sin embargo, las dificultades económicas y las condiciones de inestabilidad en ese país no me permitieron aceptar la propuesta. Así pues, el derrumbe del socialismo real en Europa del este me llevó de manera indirecta a la Unidad Irapuato del Cinvestav. Otro de los factores que influyeron en mi decisión de cursar un programa de posgrado en el Cinvestav fue la asistencia a una reunión en la Universidad Autónoma Chapingo. El doctor Luis R. Herrera Estrella dictó un seminario sobre la ingeniería genética: el mundo de las plantas transgénicas y su uso potencial para desarrollar el conocimiento, tanto de problemas biológicos fundamentales como para elevar la productividad de plantas agronómicamente importantes; además, la personalidad del joven investigador mundialmente conocido influyó de manera sustancial para definir la línea de mi quehacer científico.

Años más tarde se me otorgó una beca de Conacyt con la ayuda de uno de sus funcionarios, el maestro en ciencias Rafael Ramírez Zuno, quien me aconsejó acercarme al grupo de la Unidad Irapuato. La entrevista de admisión al doctorado fue bastante agradable. Frente a mí estaban los doctores Luis R. Herrera, Neftalí Ochoa, Rafael Rivera y Plinio Guzmán; quién lo diría, tanta gente

La Dra. Martha Martínez García es investigadora de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Iztacala de la UNAM. Con motivo de la celebración del 40 aniversario de la fundación del Cinvestav, se convocó a la comunidad del Cinvestav a escribir testimonios libres sobre diferentes experiencias de la vida académica de nuestra Institución. En este número publicamos cinco de los testimonios recibidos.

importante preguntando por mi futuro. Les expuse mis metas al concluir los estudios del programa: sería docente en una universidad del país, sin mayores pretensiones. Trabajaría desarrollando una línea de investigación creativa, modesta quizá, pero consistente. Después de hablar de regulación genética, terminamos discutiendo la influencia de Einstein en la filmografía del Indio Fernández, el fenómeno de las películas de El Santo, las cuales han sido estudiadas en facultades de cinematografía de países europeos; con ello, nos sorprendíamos gratamente.

Fue para mí un honor ser aceptada como la primera estudiante del doctorado directo de la Unidad Irapuato. Este hecho significó una gran responsabilidad interiorizada, pues no quería fallar. Me venían a la mente las ironías de la vida; por ejemplo, cuando al término del CCH no se me permitió realizar el examen de admisión para la Escuela de Ciencias Biológicas del IPN, y después se me aceptaba en el doctorado en una institución que lleva las siglas del IPN.

La comunidad del *Siemprestar*, como algunos llamábamos al Cinvestav, me reconoció primero con el apodo de Martha la Rusa. Con el tiempo surgió Martha la Peres, de perestroika. Una ocasión, cuando de mi casa llamaron por teléfono preguntando por Martha Martínez, Claudia Geraldine respondió sólo conocer a Martha Pérez. Mucha gente de verdad creyó que Peres era mi apellido, hasta que se aclaró la situación. Al principio, entre mi español-ruso y jerga chilanga, la gente decía no entenderme. Pero desde el inicio conté con la aceptación de las chicas de la "Rucabanda", liderada por mi muy estimada comadre, Rosa Adame Álvarez.

Mi aparente falta de perfil del clásico científico se definió por mi elevado volumen de voz, mi risa estridente y mis múltiples *papaloteos* por los pasillos, que me ocasionaron algunas dificultades. Afortunadamente, el jefe del departamento, doctor Luis R. Herrera, confió en mí. Este hecho lo agradezco profundamente. Una ocasión, el doctor Herrera me hizo un comentario muy halagador cuando escribí un pequeño ensayo en el *Ahuizote Transgénico* (editado en el Centro por Enrique García, mejor conocido como *Quikin Darling*, del laboratorio 6) sobre el estallido de la guerrilla en Chiapas, y la condición de los pueblos indígenas en México. Luis R. Herrera es para mí como un ángel de la guarda; siento por él un gran cariño. Me dio una oportunidad y fue

claro; asumí la situación y concluí con el objetivo planteado: graduarme como doctora en ciencias. Esa confianza significó una esperanza y para mí es una de las cosas más invaluable.

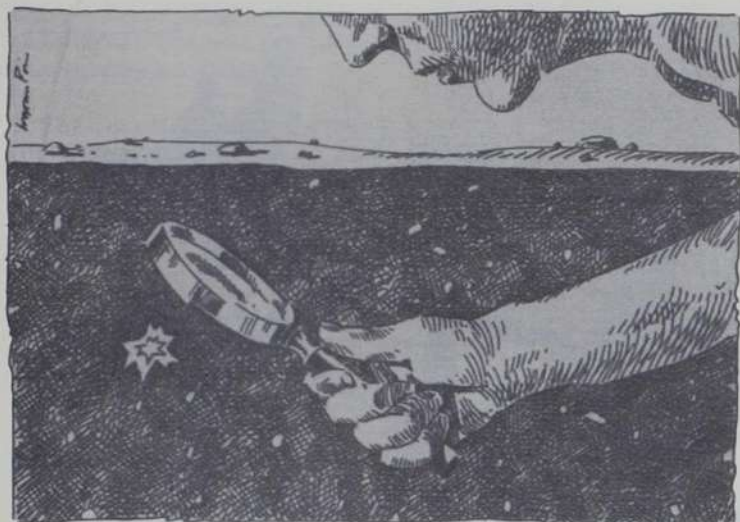
Relación estudiante – asesor

Después se dio mi llegada al laboratorio 4, con el "adorado tormento", como apodaban mis amigas al doctor Plinio Guzmán Villate, mi asesor en el doctorado. Me pesaba demasiado su fama. Plinio Antonio pertenecía al clan de las jóvenes luminarias del Cinvestav Zacatenco; tenía renombre por sus investigaciones con grupos del extranjero. En esas épocas, su trabajo se desarrollaba en temas sobre estructura del cromosoma. Me interesaba trabajar con cuestiones más bien de biología y ciencia básica que algo aplicado, y terminé aislando nuevos genes de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*. Si contara las anécdotas con mi asesor, tendría para escribir un libro. La relación estudiante-asesor pasó por todas las etapas, desde una buena comprensión y afinidad de intereses, hasta la total incomunicación. El me conocía como Martha Martínez Martirio. Sin embargo, esta relación es una de las experiencias más apreciadas por mí, porque aprendí mucho de la vida, aunque no entendí y ahora sigo sin entender muchas cosas (tendría que preguntárselas); lo que sí está bien claro es que me enseñó mucho de biología molecular y a tener concepciones sobre el trabajo científico desde muchas perspectivas. En varias ocasiones se lo he agradecido de manera personal; en esta nueva oportunidad reitero el agradecimiento por su dedicación y siempre seguirá siendo mi admirado jefe, aunque no niego que me hizo "sudar la gota gorda".

Todos en un centro de trabajo pasamos por malas épocas, las rachas en que nada sale bien. Sobran las dificultades de todo orden; afortunadamente, contábamos con un tambo verde, colocado en la mesa del pasillo del laboratorio 5 (perteneciente a Luis R. Herrera), con la leyenda "Lágrimas de estudiante, especial para las ligaciones difíciles"; había que hacer grata la situación y tomarla con sentido del humor.

La Rucabanda

De la vida cotidiana fuera del Cinvestav, recuerdo las reuniones entre mujeres, los *baby shower* (sobre todo el

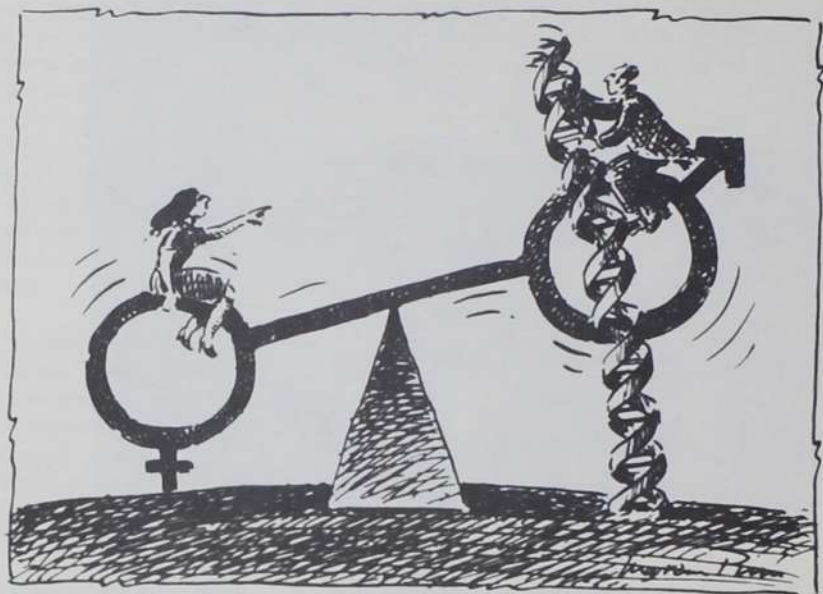


de June Simpson), que eran siempre la oportunidad de paladear exquisitas *delikatessen*, el cumpleaños de Rafael Rivera y los de Luis Herrera, que regularmente terminaban a altas horas de la noche, después de un rico *bailongo*. ¡Qué decir de las tradicionales fiestas de disfraces en noviembre! La imaginación nunca faltaba. Recuerdo el grupo del dúo (trío) dinámico de Batman, Robin y Batichica, que en otra ocasión se volvieron una lata de sardinas (Bety, Azu y Araceli); a Alfredo Herrera como el bebé con bigote, a Panchito Ayala, que cuando no era Drácula era el Diablo, pues era dueño de una capa multiusos; nunca faltaron los luchadores (por la vida) como Ariel Álvarez, y Belem Adame, quien siempre ganaba los premios por sus disfraces tan creativos. Sería injusto no recordar tantos buenos disfraces, que mejor aquí paro la lista.

En esos años llegué a contar con la amistad de mucha gente, varias pertenecían a la "Rucabanda" y las miembros honorarios eran: Belem Adame, Lily López, Rosa Rangel, Lupita, por chiquita, Silvia, Nelly y otras que se fueron adhiriendo al clan. Unas jugaban baloncesto, otras cocinaban rico, otras estudiaban agronomía. Se sumó al grupo una venezolana llamada Ariadne, quien realizó una estancia y vivimos juntas, nos llevamos muy bien. Otra amiga muy especial es Azucena; desde el principio nos llevamos bien y afortunadamente continuamos esta buena relación.

Tengo recuerdos de muchas personas con quienes conviví de alguna forma: Ivonkikis, la chica que dice ver a colores y en tercera dimensión, y su esposo el Piolín. Eva Martínez y Rodolfo Marsh, Gaby Olmedo, la esposa de Plinio, "Panchito", encargado del cepario. Después de varios años llegaría Joel Lara (y formaría parte del grupo de quienes gustaban bailar salsa chilanga). Memo Corona y Bety Jiménez, del laboratorio de secuenciación. La doctora Magdalena Segura, una mujer de personalidad indescriptible, valiente y dedicada, cuyo grupo estaba conformado por sus auxiliares Berenice y Aurora. Los estudiantes como la Chequis, un excelente jugador de baloncesto, quien no concluyó su maestría en el Centro, y mi buen amigo Carlitos, quien después de su gira por centros del extranjero regresó a Irapuato; la historia continúa y ahora trabaja con el doctor Ruiz Herrera.

Mi compañera de laboratorio Paty Sánchez y su esposo Candelario, quienes en aquellos años tenían sólo un niño, Isaac. El pequeño nos visitaba a menudo y le gustaba bailar *La macarena*. En una ocasión imitó a mi jefe con su peculiar frase "¡Qué tal, qué tal, mmmh, mmmh mmmh!"; los padres son tan serios que no sabían qué hacer. El grupo del doctor Plinio ha cambiado: sus auxiliares eran Cristinita y Araceli; ahora trabaja con Laura, Raúl Salinas y Socorro (Coquito), quien ocupa mi mesa. Los dos últimos trabajaron en la línea de investigación iniciada por mí.



Los chicos del laboratorio 5: Juan Manuel de la Fuente, Juan José Valdez, Arturo Guevara, Gerardo Argüello, Manuel Gidekel y después José, Berenice, Tzi Tziqi y Luisita, con sus "veranos peligrosos"; no es cierto, "Veranos de la Ciencia". En el laboratorio seis estaban sus "hermanos", llamados así porque es dirigido por June Simpson, esposa de Luis: Azucena Mendoza, Nicolás Villegas, Mario, Sanjuana, Verito y Mireya. Tiempo después llegaron el Güero Frijolero, Chava y Pons.

Mi gran amigo Andrés Cruz del laboratorio 7, Luis Jorge y Lupita, los doctores Miguel Gómez-Lim y Edmundo Lozoya. En el laboratorio ocho, del doctor Ochoa, estaban Héctor Gordon y Carmelita, y por un tiempo Alejandro el *Sonrisas*. Las chicas del laboratorio 9 eran Araceli, Nacira y Alba.

En el laboratorio 10 estaban la doctora Ana María, quien años después me apoyaría mucho para concluir mi tesis; allí trabajaba Hilda, su auxiliar. Compartían el laboratorio con Laura Silva, la coordinadora académica de la Unidad en esa época. En el 11 estaban los chicos que estudian los geminivirus, el doctor Rafael Rivera, Irineo, Garzón, Trino, Jesús, Ramón, Alicia y después Zulma y Raúl.

En el laboratorio de transformación genética se encontraban José Luis Cabrera, aferrado a ganar en el baloncesto, y Rosita Rangel, quien se encarga de la papa transgénica; después llegó también su hermana a darle a la papa y Víctor, quien es un excelente deportista, ganador de diversas medallas en artes marciales.

En el laboratorio de apoyo se encuentran Emigdia y mi comadre Rosa María Adame. Su trabajo es de suma importancia, ya que elaboran los medios de cultivo de uso común, plantas transgénicas de tabaco y otras actividades; ellas sacan a más de uno de algún problema de último minuto.

Después, a la Unidad se anexó un laboratorio en la parte central del ala derecha, sitio antes ocupado por columnas forradas de papel aluminio; el nuevo laboratorio constaba de dos pisos. Sus jefes eran el doctor Alfredo Herrera y el doctor José Ruiz Herrera; luego llegó Alfredo Dick Martínez. Las auxiliares de ellos eran Lucila, Claudia e Isela. Mi amiga Carolina Carsolio terminó su doctorado con Alfredo Herrera como tutor; ella había iniciado como alumna de Plinio y posteriormente cambió su decisión. No sería ella el único caso. También con Alfredo trabajaron Anita la chilena, una muchacha muy dulce y después

esposa de Manuel Gidekel (su boda fue muy concurrida), Gloria Berrocal, una peruana de cuidado que trabajaba a las horas más inverosímiles.

El grupo de los *malosos*, conformado por el "Doctor Nico" Villegas, Arturo Guevara, Lorenzo Guevara, Enrique, el doctor Goyito y otros, me aceptó en su club honorario para ver el *fut*, hacer apuestas y salir a tomarse "las frías"; según ellos, yo no era de peligro.

Del departamento de abajo también tuve el gusto de conocer a mucha gente: mi amigo Dominguito el guatemalteco; Enrique, su compañero de laboratorio; Blanquita y Alejandro, el doctor Molina, Richard, quien trabaja con el doctor Vázquez, los michoacanos del grupo del doctor Peña. Las reuniones después de los cursos, como el de Bioestadística, eran muy divertidas. Les amenizaban las excelentes voces de Juan Frías (ex cantante de la Rondalla de Saltillo y ahora director de la Escuela de Agronomía de Irapuato), y Artiom, un venezolano que cantaba y tocaba varios instrumentos musicales; ellos también pertenecían al Departamento de Bioquímica y Biotecnología.

Del otro lado del edificio (donde, por cierto, las primeras veces cualquiera se pierde), se ubican los laboratorios del doctor Blanco (asesor académico del grupo donde ahora laboro), siempre trabajando temprano hasta en los exámenes; recuerdo que su examen fue el más temprano de todo el doctorado: a las 7:00 de la mañana en un día de fiesta. Estaban también su auxiliar Bety, la doctora Silvia Valdez, Alicia Chagolla, Armando (quien era de los chicos que asistían constantemente al baloncesto), Liliana, la prima de la doctora Susanita (ambas igualitas de grandotas) y Jorge Campos, ahora mi compañero de trabajo. Mi asesor de tesis de doctorado, el doctor Eugenio González de la Vara, es un entusiasta de la ciencia; da gusto platicar con él de cualquier tópico de la vida.

El doctor Paredes es un caso aparte. En las fiestas le encanta la música de su natal Sinaloa. Agradezco sus consejos y apoyo en tiempos difíciles, como cuando tuve problemas de salud. Afortunadamente, siempre he encontrado respuesta favorable a mis solicitudes de ayuda. De su grupo recuerdo a Paco, Malena, Alpuche y los chicos de Sinaloa. Las personas de la Administración son muy amables; además, formaban los equipos de voleibol más fuertes; entre ellas se encuentra la secretaria de la Coordinación, Dora Elia, Yola (que, aunque estaba en

Bioquímica, se les unía). Toño, Germán y Víctor (el vigilante) son buenos para jugar de todo; en ocasiones formaban parte del equipo Chava, quien trabaja en cómputo, y Eugenio, el dibujante, quien ponía el toque chistoso de las jugadas.

En la biblioteca también fueron muy amables siempre. Les agradezco el apoyo de todos los años: don Chavita, las Margaritas, que adornan el lugar por guapas, y Carmelita, una chica simpática que baila muy bien. De otros espacios del Centro recuerdo a Martín, del personal de mantenimiento; me arregló muchas de las cosas de mis departamentos, desde el que estaba junto a La Telaraña (una discoteque que ya no existe), hasta el de Tres Guerras, donde viví años muy felices. Ahora, cuando tengo un problema en casa, pienso: "Lástima, aquí no cuento con la amistad de una persona tan eficiente como él". Don Leoncio, un señor que la hace de todo (telefonista, mantenimiento, limpieza y otros), tiene ya muchos años trabajado en el Centro; además, elabora unas artesanías de alambre muy creativas. Mario, chofer del director, durante muchos años ayudó a los estudiantes dándonos "aventón" cuando venía a México y se prestaba la ocasión; era cuestión de ahorrar dinero y tiempo.

En el departamento privaba un buen ambiente. Aparte de festividades como Día de Reyes, la Candelaria, Día del Niño, Día de Muertos o las posadas, sólo faltaba organizar una reunión de los "Barrios" al estilo irapuatense. La gente se reunía en los pasillos y a golpe de campana y voz de Lety Chong (secretaria de jefe del departamento), nos arremolinábamos en las mesas llenas de exquisitos guisados. En los intercambios de regalos organizados en el departamento me tocó regalarle tres veces a Luis Herrera y una vez mutuamente; esto fue demasiada coincidencia.

En los días de jugar baloncesto, conformábamos el equipo de la discordia Víctor Rocha, José Luis Cabrera y yo; ellos me molestaban porque decían que jugaba mejor con hombres que con mujeres. Participaba en los torneos de voleibol, fútbol y baloncesto con el equipo de "las sabrosas". Sólo en atletismo me limitaba. No sentía especial afición y les decía: "No me gusta correr ni detrás del novio". Sin embargo, esta activa participación en actividades deportivas me causó ciertos disgustos con mi asesor, pero era más mi testarudez y gusto por ellas que el miedo de regreso al laboratorio después de un juego acalorado.

Caos en movimiento

Dentro de mis actividades académicas recuerdo la presentación de mi primer seminario; coincidió con la intoxicación por el pollo en mal estado que vendieron en el comedor. Me contaba entre las pocas personas que no fuimos afectadas; siempre he creído que el estrés me ayudó, pues como no tenía hambre no consumí tanto, aunque las bromas decían que tenía molleja de zopilote o que, después de vivir en Rusia, podía comer cualquier cosa y no recibir daños intestinales.

Presenté mi examen predoctoral en agosto, tiempo de calor, factor que no he mencionado de Irapuato; tenía uno que tener virtudes de santo para no soltar alguna mala palabra por este motivo. El día de mi examen se colocó el aire acondicionado. No sabría decir qué se celebró más, si mi presentación o la instalación del aire. La fiesta fue en la barda de la maestra Doralinda.

Después vinieron los calvarios por la beca del Conacyt, que sólo me la otorgó ocho semestres sin derecho a prórroga; el Cinvestav me apoyó algunos meses y concluí mi doctorado sin beca y no por durar más de lo establecido, sino por las políticas que privaban entonces. Algunos profesores me sugirieron irme a trabajar y regresar en un año. Mi reclamo siempre fue que yo sí me puse la camiseta. Irme sin concluir el doctorado significaría más que el solo hecho de perder cuatro años de mi vida. Para pasar los tiempos difíciles mi amigo Andrés Cruz, ahora profesor del Cinvestav Irapuato, me invitó a la ENEP-Iztacala a efectuar mis "pininos" en la docencia; el destino tendía de nuevo sus redes.

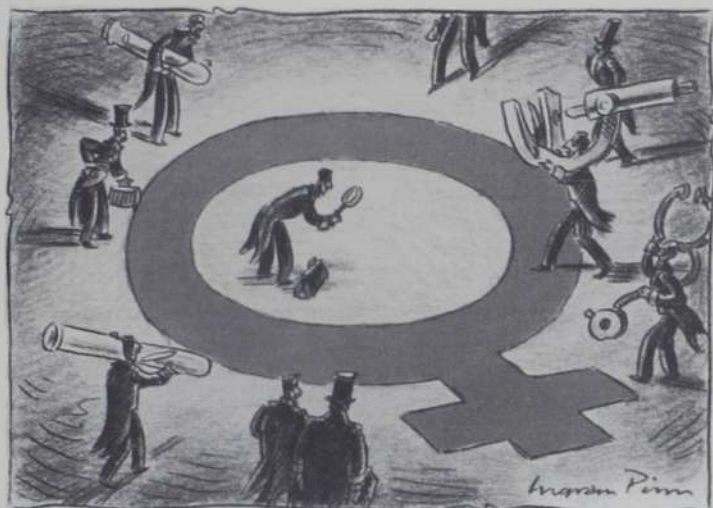
Recuerdo la solidaridad en los días difíciles, de comer atún, cuando todos los sabores eran de lujo en los almuerzos de las 11:00 de la mañana con los chicos de mantenimiento: Tommy ("Antendo, antendo, ahí, ahí", cualquier parecido con el personaje del Güiri-güiri es mera coincidencia), José Luis, don Toño, el fotógrafo del Centro (el mejor bailarín de su época). Don Marce gentilmente me invitaba un vaso de su atole, Héctor Gordon me convidaba del rico yogur que preparaba, Irineo me brindó su mesa y la compañía de su familia en varias ocasiones y con el ingeniero Morales todavía tenemos pendientes unos tacos al pastor en *Los pingüinos*. Y otra vez las chicas de la "Rucabanda" fueron de lo mejor, incluyendo a doña Mary, la mamá de mi amiga Rosa. La familia Adame Álvarez fue también mi familia en Irapuato.

Escribí mi tesis entre mucha tensión por la cuestión económica; el alejamiento con mi asesor me afectaba emocionalmente más de lo que yo suponía. Casi no dormía; escribía en las noches, tiempo en el que amablemente la doctora Ana María me prestaba su cubículo y me acompañaba en mis horas de insomnio Luis Enrique González, ahora padre de mis hijas. En la dedicatoria de mi tesis incluí un fragmento de la obra de Federico Engels *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre* que es, en mi consideración, una oda al trabajo. Además, agradecí a la Secretaría de Educación Pública, por medio de la cual yo cumplía mi objetivo de llegar a tener el grado académico de doctora en ciencias.

Por todo lo que narré, las dos últimas diapositivas de mi seminario de graduación fueron las más comentadas, una de ellas muy difícil de hacer: la primera, de agradecimientos; la lista era tan grande (tenía mucha gente a quien agradecer por su solidaridad), por lo que la letra tuvo que ser muy chiquita; la última, mi mesa de trabajo de 3x3, pero no metros sino pisos de cosas (el caos en movimiento, pero en orden).

Tengo también el orgullo de ser la primera en graduarse en el Programa de Doctorado Directo, en octubre de 1996. Recuerdo las emotivas palabras del doctor Ochoa, cuando al expresar que si pudiera definirme con una palabra, él me llamaría "Determinación". Se leyó el acta cerca de las 8:00 pm. Muchos de los presentes estaban preocupados, ya que no querían perder el último camión del día.

La fiesta de graduación fue en el salón del Club Española. Mi familia se esmeró en preparar una serie de platillos mexicanos: las rajas con crema fueron de los platos más disfrutados; algunos me pidieron las recetas de los riñones y de la lengua al chipotle. Muchos de mis seres queridos estuvieron a mi lado, otros no; siempre sucede. Mi jefe llegó tarde porque se le descompuso el carro, con toda la pena, ya que lo acompañaba la doctora Alejandra Cobarruvias, del IBT de la UNAM, quien fungió como sinodal externo. El baile no pudo prolongarse más allá de la medianoche, pese a la súplica de la concurrencia, debido a la política de uso del sitio. Me sentí la Cenicienta: el encanto terminó a las 12:00 de la noche; yo estaba acostumbrada a los bailes hasta el amanecer y el de mi celebración terminaba temprano.



Ya no me tocaba celebrar hasta tarde, pues junto con un grupo de amigos y familiares llegamos a mi departamento para continuar la fiesta. Esa noche no hubo corriente eléctrica, así que todo quedó en buenas intenciones.

De nueva cuenta las condiciones se daban para que la entrega de mi diploma fuera inolvidable. Se efectuó durante la celebración de los 15 años de la Unidad Irapuato del Cinvestav. En esta ocasión tan especial para el Centro, asistieron invitados importantes; por cierto, el actual presidente de la República en aquel entonces asistió como gobernador constitucional del estado de Guanajuato.

Entre los discursos emotivos estuvo el del doctor Manuel Ortega, a quien conocía de nombre y del que sabía muchas historias, pero no tenía el gusto; narró las peripecias y dificultades para la formación de la Unidad y la satisfacción por realizarlo. El doctor Blanco presentó su discurso como primer director de la Unidad y recordó su evolución desde *La Casita*, hasta la necesidad de construir un metro de firme sobre el que están levantados los edificios para evitar las inundaciones, muy lamentablemente famosas en Irapuato. Le correspondió al representante de la FAO en México entregarme el diploma; fue muy emotivo. Otras personas que recibieron su diploma de doctor fueron mi amigo Robert Ruiz, Bety Xoconostle y Gerardo Argüello. Del Departamento de

Bioquímica se entregaron sólo diplomas de maestría, entre ellos se nombraba a mi amigo Domingo Amador, quien no recogió su diploma, pues ya había regresado a Guatemala, su país natal. Terminando la ceremonia se devolvió la placa con los nombres del personal fundador, donde se incluía al doctor Blanco y su esposa Carolina, don Cuco y otros. Además de la exposición retrospectiva de fotos, se continuó la fiesta en los jardines de la unidad, con todo y mariachis, quienes resultaron ser mis conocidos.

Nacimientos

¿Y después qué? Por fin tenía el tiempo para meditar sobre toda una vida; siempre luchar por alcanzar un objetivo, un grado académico, un doctorado. ¿Y la vida personal? Llamé a este momento "el síndrome de la depresión posdoctorado". Aprecié aun más a las mujeres que se han dedicado a la investigación, pues de alguna forma esta vida académica influye en sus vidas personales, no siempre en forma muy positiva; por ejemplo, Magdalena, Regina, Alba, Laura, entre otras. Por supuesto, es difícil para todos, pero más para las mujeres. Por más que se divulgue, las condiciones de inequidad no permiten desarrollarse con la libertad que se requiere. Pese a todo, estas mujeres son un ejemplo de lucha.

Viví en ese momento las largas esperas de la vida, un trabajo... una estancia posdoctoral... ¡un bebé! Este último hecho cambió mi vida de manera inesperada. Claro, necesitaba entonces a unos futuros compadres y ellos fueron mi mejor amiga Rosa Adame y, por supuesto, mi casero en ese momento, Gustavo Acedo, otro ángel de la guarda. Compartí esta última etapa en el Centro con Aída (todo un personaje, bailarina-artista con alma de científica ¿o al revés?), Luisita López y Araceli y Aillen, Silvia, todos ellos miembros del laboratorio 9, donde Luis Herrera me ubicó para trabajar mientras estas esperas llegarían a su fin.

Había llegado la hora de nacer, no solamente el bebé, sino yo de alguna forma. El regreso a mi tan querida Ciudad de México (donde el aire huele y se ve) coincidió con la celebración del 16 de septiembre de 1997; acaso era la señal de la liberación de una época (celebración de la Independencia). Mi nacimiento como individuo, persona que cotiza dentro de una institución de educación con mi nuevo grado académico. En octubre firmaba mi contrato de trabajo en la cama del hospital, un día después del nacimiento de mi primera hija.

Regresé a Irapuato en marzo del 2000 a un curso. La nostalgia me invadía a cada paso. En esos días de reencuentro pude darme cuenta que ahí continuaban muchos amigos y conocidos a quienes les alegraba igual que a mí encontrarnos de nuevo. Estas amistades, junto con mi trabajo de investigación de doctorado, son mis mayores orgullos de mi paso por el Cinvestav Irapuato.

Se cumplió la premonición hecha por mí el día de la entrevista de ingreso al doctorado. Hoy me encuentro laborando en una escuela de la UNAM, la ENEP Iztacala, incidiendo en la formación de recursos humanos para la investigación y trabajando en proyectos viables. De verdad, espero que los estudiantes que se desarrollen en dichos proyectos logren también graduarse con honores en la dura tarea de la vida y se distingan por su alto nivel humano.



La fibronectina, la cenicienta y una pregunta inocente

Edgardo Viguera

Mi nombre es Edgardo y soy estudiante de segundo semestre de la maestría en biomedicina molecular del Cinvestav. Actualmente, tanto mis compañeros como yo estamos realizando estancias breves por los diferentes laboratorios de investigación del propio Departamento de Biomedicina Molecular como parte de nuestro plan curricular y, más importante que eso, para conocer las líneas de investigación de nuestros profesores y para que nos conozcamos mutuamente como individuos. El ritmo que se nos impone es moderado: el estudio no aprieta, está dosificado; uno observa la dinámica de cada grupo de investigación, el medio ambiente que crea cada equipo y algo muy interesante para mí: cómo cada cabeza que habita en los laboratorios se plantea cuestiones e hipótesis y las resuelve. ¡El espectro de personalidades es enorme! Algunos no pueden ocultar que les agobia el que tal o cual experimento no está resultando como se le había esperado; otros no pueden ocultar la obsesión que les representa ir disecando cada día un poquito más a sus modelos de experimentación aunque con ello se les vaya la vida.

Uno de los grupos de investigación que más me gustó fue el de la Dra. Isaura Meza. Aunque el tema de sus investigaciones suena complejo y hasta un tanto árido pues son de naturaleza básica, una extraña fascinación encuentro en todo ello. Cuando visité su laboratorio se me proporcionó un artículo de revisión que publicó en *Parasitology Today*; en este artículo condensa parte de su trabajo relacionado con *Entamoeba histolytica* y las cascadas de señalización en el parásito producidas por la

El químico Edgardo Viguera es estudiante del programa de doctorado del Departamento de Biomedicina Molecular del Cinvestav.



matriz extracelular del huésped, en particular por la fibronectina. Heme ahí en mi cama la noche siguiente a que leyerá el artículo dichoso con la ansiedad de aportar algo. Yo, que nunca había pensado en la fibronectina, ahora en mis ensoñaciones repetía su nombre. La Dra. Meza describe que al interactuar *E. histolytica* con la matriz extracelular del huésped se activan cascadas complejas de señalización que a final de cuentas motivan la expresión de placas de adhesión de actina que fijan a la ameba a su sustrato para posteriormente secretar proteasas, enzimas digestivas, que degradan los tejidos del portador que, a su vez, se abre paso por los tejidos. ¿Qué otras cosas haría dicho microorganismo si se desplazara por otra red de macromoléculas diferente de la fibronectina o el colágeno? Me pareció un rompecabezas infinito dicho artículo. La primera palabra que se me vino a la mente a la mañana siguiente fue fibronectina... pero todavía tengo que aprender muchas cosas antes de comprometerme con algo, de ahí la importancia de las rotaciones estudiantiles. Por cierto que pude ver dichas placas de adhesión de *E. histolytica* en vivo y a todo color en el microscopio: son como anillos hechos de cuentas colocados en la superficie de las amebas.

La razón que me inspirara a escribir este relato se deriva de mi incapacidad para responder una inocente cuestión que mi propio padre me hizo una noche. Una pregunta que no sé cómo responder a mi entera

satisfacción y con pocas palabras a pesar de todo lo que mis sentidos han percibido en los libros y en los laboratorios. Antes de llegar a ese punto debo mencionar que reconozco que mi mundo de estudiante de maestría tiene cierto paralelo con el cuento de la Cenicienta. La carroza, es decir la beca del CONACyT, se volverá calabaza al expirar el plazo de 2 años que comprende la maestría. La experiencia que tuve para conseguir trabajo al terminar mi licenciatura en Química en la UNAM fue un tanto desagradable. Recuerdo cuatro meses de rechazos ininterrumpidos en todas las empresas a las que acudí pidiendo la gracia de trabajar para ellos, hasta que una amiga muy querida, con maestría en Química Analítica, me avisó que una empresa farmacéutica solicitaba un químico para investigación. La experiencia no fue agradable pues en realidad querían que me especializara en cromatografía de líquidos de alta resolución y eso se consigue por ensayo y error. ¡Horror pasé cuando me pidieron desarrollar un método para la determinación de la ampicilina en un mes! Mis intereses en la vida iban más allá de saber cuánta ampicilina hay en una muestra de plasma; prefiero saber cómo funciona. Decidí estudiar una maestría y alejarme del ambiente de técnico especializado, frustrado y explotado.

Mi padre, abogado de profesión y de espíritu mercantilista por defecto, apenas a recientes fechas intenta comprender qué demonios hago en la vida, qué estoy estudiando. Le trato de explicar que la maestría en biomedicina molecular intenta desentrañar el fundamento de muchas enfermedades desde una perspectiva molecular, es decir, desde el punto de vista de la biología molecular y celular. Me digo para mis adentros, ¿será que ni siquiera yo me entiendo? En realidad, debo confesar, mi llegada a biomedicina molecular fue una extraña combinación: la estructura curricular de la maestría y las materias que ahí se imparten me atrajeron; mi interés en comprender lo que en el laboratorio de diagnóstico clínico se supone que se comprende; mi afinidad por las enfermedades relacionadas con el metabolismo y los microorganismos; mi gusto por la Biología y mi desprecio por la síntesis de moléculas sin sentido alguno; mi preferencia por aprender un poco sobre la investigación. Creo que todo contribuyó.

Nada de eso funciona para explicarle a mi padre qué hago en el Cinvestav. No hay lados profundos en la existencia de los comerciantes, tan sólo sus bolsillos. Suelta

la pregunta totalmente inesperada para mí, pregunta que en realidad nunca me había planteado directamente. Me dice: "Y eso que estudias, ¿para qué sirve?", yo me quedo ahí sentado en silencio en la oscuridad de su coche mientras él espera mi respuesta. ¿De qué me sirve querer colgarme las guirnaldas de Luis Pasteur en una perspectiva futura para justificar la utilidad de lo que estudio? La importancia debe ser evidente si no, ¿por qué el Cinvestav se tomaría la molestia de mantener un Departamento de Biomedicina Molecular? Sospecho que por ahí no va una respuesta que lo satisfaga. Creo que comencé a sudar un poquito. Sólo decía: "Ah... mmm... eh". Buscaba la respuesta. Pensaba también: "¡Qué vergüenza, si me vieran en semejante trance mis compañeros y maestros!" En la búsqueda de una respuesta para su nivel me estorbaban el conocimiento que tengo de la importancia que tiene la tecnología del ADN recombinante gracias a la cual la insulina hoy se dispensa comercialmente; la tecnología de la reacción en cadena de la ADN polimerasa para amplificar secuencias genéticas de interés; la propia industria de la cerveza y su protagonista estrella *Saccharomyces cerevisiae*; el patrón de restricción del ADN de un delincuente hallado en la escena del crimen; pensaba en los hibridomas, los anticuerpos monoclonales y las tinciones inmunohistoquímicas; en los antídotos y las vacunas; pensaba en el supermercado y la vacuna contra la amibiasis que mi padre y cualquiera desearía patentar y comercializar si pudiera (y si existiera). Todo eso es realmente útil e importante. Noté que la respuesta que complacería a mi padre sería mi proyecto de un gran negocio familiar del cual se obtuviesen jugosas rentas y requiriera muy poca inversión. Desgraciadamente no tenía ningún plan concebido. Recordé que por los pasillos había oído decir que el negocio de la biología molecular radica en vender productos y reactivos a los propios generadores de conocimiento en biología molecular. No concibo microempresas mexicanas compitiendo con las transnacionales americanas por el mercado de Taq o Pfu polimerasa. Aún no respondía la cuestión. Días antes se me había presentado la oportunidad de trabajar en una compañía farmacéutica para el diseño de kits comerciales para el diagnóstico clínico; puede sonar vulgar frente a la obra de la Dra. Meza pero también tiene una loable función si se le mira desde una perspectiva positiva. No encontrando una respuesta más concreta para su pregunta le informé que al terminar la maestría ocuparía el resto de mis días trabajando para dicha industria. Me pareció no complacerle pues frunció el ceño; seguramente cree que debería gastar mis energías en un

negocio familiar y no en el de otros. Mi ánimo se tranquilizó cuando encontré una plaza, aunque sea teórica, para mí.

¿Cómo explicarle la trascendencia de la investigación, si ni yo mismo la comprendo cabalmente, a alguien que ni siquiera está familiarizado con el término? Siento denunciar que me parece que muchas veces los maestros no parecen de mucha ayuda ya que los encontramos en sus laboratorios apasionados en la amplificación de cuanto gen se les cruza enfrente, "construyendo" y creando quimeras, sin vislumbrar al mundo real. Escribiendo mil artículos para ser medidos con la vara del SNI haciéndoles su juego. Dando clases por compromiso más que por interés y vocación. Pasando de largo con individuos que piensan que poseer un carro lujoso les hace ganarse el respeto y la admiración de la humanidad mientras que el investigador que viaja en el metro de incógnito e inculca virus del dengue en ratones es supuestamente inferior. Una sociedad que valora al individuo por el estatus; por las apariencias.

Creo que si la ciencia fuese algo menos esotérico para la mayoría de las personas, algo comprensible para la comunidad no familiarizada con ella, habría que dar menos explicaciones de por qué se le estudia y no me preocuparía por ponerle precio a las moléculas. Quizá esa sea la labor de mi generación: no sólo publicar en revistas especializadas sino también en panfletos, libros de bolsillo, lo que sea, el conocimiento. Explicarle a la gente qué se hace en cada laboratorio del país, en cada uno de ellos que, a final de cuentas son sustentados por el pueblo, como es el caso de los laboratorios del Cinvestav y la UNAM. Educar a las generaciones venideras y también, por qué no, a personas como mi propio padre. Imagínense que un día, en un puesto de periódicos cualquiera, pudiésemos ver más publicaciones acerca de los secretos de la naturaleza y menos chismes sobre las personas...



ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS

CONVOCATORIA DE ADMISIÓN DE NUEVOS MIEMBROS REGULARES 2002

El Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Ciencias invita a todos sus miembros a presentar candidatos para ingresar este año a nuestra Academia, como miembros regulares.

Las candidaturas serán analizadas por la Comisión de Membresía. De acuerdo con el artículo 5º de los Estatutos: "podrán ser miembros regulares quienes trabajen la mayor parte del tiempo en México y sean investigadores activos de reconocido mérito en su especialidad".

Para ser candidato a miembro regular se requiere:

i) Que la candidatura sea propuesta por escrito al Presidente de la Academia por un miembro de la misma que no pertenezca al Consejo Directivo ni a la Comisión de Membresía, y que tenga la misma especialidad del candidato si los hay dentro de la Academia, o especialidades afines en caso contrario. Dicha propuesta deberá destacar la contribución científica que justifique la incorporación del candidato a la Academia.

ii) Que el candidato sea investigador activo y que demuestre una producción científica constante, en revistas y/o libros de circulación internacional, durante los últimos tres años, sustentada con los comprobantes correspondientes.

iii) Que la solicitud sea acompañada del curriculum vitae del candidato (completo), más separatas o copias de sus trabajos y una carta en la que éste manifieste su anuencia a ser candidato.

Para la evaluación de los candidatos, la Comisión de Membresía considerará entre otros los siguientes elementos:

- La contribución científica del candidato en el campo de su especialidad, particularmente el trabajo realizado en instituciones mexicanas.
- La contribución del candidato en la formación de recursos humanos de alto nivel en México.
- Que el candidato a miembro regular esté establecido en México.

Como la Comisión se guía por estos lineamientos, las candidaturas deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- Acompañar la solicitud de la forma AMC-M (proporcionada por la Academia y también disponible en la página de la AMC en internet), debidamente llenada.
- Carta de anuencia del candidato.
- Carta de algún miembro de la Academia. El texto de ésta deberá tener las siguientes características:
 - Presentar al candidato de acuerdo con el punto i) anterior, destacando explícitamente su particular contribución científica. Las presentaciones que contengan referencias genéricas o vagas con respecto a la calidad y originalidad de los trabajos, pueden dificultar la labor de la Comisión de Membresía.
 - Señalar los elementos que apoyen la independencia del candidato como investigador, requerida por el punto ii). Estos elementos pueden ser, por ejemplo, el ser autor principal de trabajos de calidad, el haber dirigido tesis que hayan originado publicaciones, el haber publicado trabajos con diversos coautores, etcétera.
 - Señalar en cuál de las secciones en que está organizada la Academia ubicaría al candidato.
- Curriculum vitae actualizado donde aparezca la relación de citas y/o reseñas de sus trabajos de investigación, o en su caso referencias bibliográficas que comenten sus trabajos. Deberá incluir también la lista de tesis dirigidas o de contribución en la formación de recursos humanos en México con los comprobantes correspondientes.
- Separatas o copias completas de sus trabajos más importantes y los de los últimos tres años.
- En el caso de candidatos extranjeros, además de lo anterior, se deberá comprobar su permanencia en México, y que el aspirante esté contratado por una institución nacional. En este rubro no basta una Cátedra Patrimonial.

Sólo los expedientes completos serán evaluados por la Comisión de Membresía.

Las propuestas deberán enviarse a las oficinas de la Academia, ubicadas en el Km 23.5 de la Carretera Federal México-Cuernavaca, Av. Cipreses s/n, San Andrés Totoltepec, 14400, Tlalpan, México, D.F., de lunes a viernes de 10:00 a 18:00 horas a más tardar **el miércoles 31 de julio de 2002.**

Para mayor información
comunicarse a la Secretaría Técnica de Asuntos Académicos,
con la Act. Claudia Jiménez,
Tel. (55)58 49 51 09, Fax: (55)58 49 51 12.
E-mail: claujv@servidor.unam.mx,
<http://www.amc.unam.mx>



¿No se enojarán los
dioses por robarle la
luz al sol durante el
día para utilizarla por
la noche?

José Antonio Urbano Castelán

El Ing. José Antonio Urbano Castelán es auxiliar de investigación de la Sección de Electrónica del Estado Sólido del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav.

Conversión fotovoltaica

La conversión fotovoltaica de la energía solar (foto-luz, voltaica-electricidad) es una de las actividades más sobresalientes de la Sección de Electrónica del Estado Sólido del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav. Desde sus inicios en 1965, la sección fue pionera en Latinoamérica en esta área y fabricaba pequeñas celdas solares de silicio de $1 \times 2 \text{ cm}^2$ con capa antirreflejante de TiO_2 y contactos de oro. Las personas que impulsaron este desarrollo fueron los doctores Enrique León López y José María Borrego. Se construían pequeños módulos de voltajes entre 6-9 V, a una corriente de 25 miliamperios para utilizarlos en globos meteorológicos de la hoy desaparecida Comisión Nacional del Espacio Exterior, dependiente de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (Sepafin), también extinta.

Posteriormente, con la incorporación de los doctores Esteban Javier Pérez (finado) y Juan Luis del Valle Padilla se retoma el liderazgo fotovoltaico a mediados de los setenta. En 1975 se consigue el primer apoyo decidido para el campo solar por parte de la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), destinado a construir en forma piloto celdas solares en el proyecto Conversión Fotovoltaica de la Energía Solar Cuenca Mar de Plata. Se fabricaron las primeras celdas solares, de 2 pulgadas de diámetro, con silicio monocristalino tipo "P" en la base, y tipo "N" en el emisor, con cara expuesta al sol; también



se construyeron los primeros módulos fotovoltaicos sobre soporte de aluminio y cubierta de vidrio templado. Gracias a los logros obtenidos y a las primeras instalaciones de telesecundarias en Latinoamérica que se realizaron en colaboración con la Dirección General de Telesecundarias de la SEP, y las primeras estaciones de telefonía rural con la Dirección General de Telefonía Rural de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se logran dos financiamientos: uno por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y UNESCO, y otro por parte del Banco Interamericano del Desarrollo (BID)-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en el periodo 1977-1980. Por estas fechas, se contaba con cerca de veinte millones de mexicanos carentes de electrificación convencional distribuidos en más de cien mil comunidades entre diez y diez mil habitantes. Actualmente no disfrutan de este servicio cerca

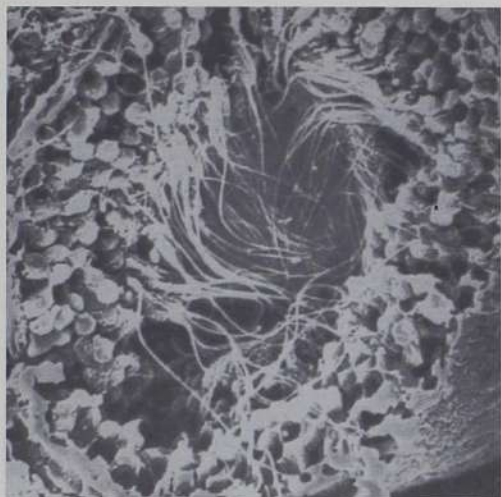
de cinco millones de compatriotas. Gracias a las gestiones del Dr. Manuel V. Ortega, entonces director del Cinvestav, se inicia la promoción de las aplicaciones solares fotovoltaicas dentro y fuera de la institución, y se firma el primer convenio de aplicaciones masivas en este país y en Latinoamérica, financiado por la Coordinación para la Planeación en Zonas Marginadas (Coplamar) dependiente de la Presidencia de la República, en coordinación con el Instituto Nacional Indigenista (INI), dependiente de la SEP, la Dirección General de Educación Indígena de la SEP y la Dirección de Servicio Social del Instituto Politécnico Nacional. El proyecto contemplaba la instalación de 122 sistemas solares fotovoltaicos de alumbrado en una primera fase (un sistema solar fotovoltaico es un sistema eléctrico alimentado con energía solar) en albergues infantiles de la SEP, en nueve estados de la República Mexicana, todos ellos alejados de las redes convencionales de electrificación y, por ende, ubicados en zonas indígenas. El Cinvestav realizó todo el trabajo de ingeniería, construyó interfases electrónicas, inexistentes en el mercado nacional e internacional, desarrolló toda la logística de instalación, fabricó parte de los módulos solares fotovoltaicos, y capacitó a los alumnos del servicio social del IPN.

Todo lo anterior sirve como antecedente del siguiente testimonio, vivido en la sierra Tarahumara en el Estado de Chihuahua.

Dioses y motores

Me encontraba al mando de una brigada de instaladores (cuatro adolescentes pasantes de diferentes escuelas vocacionales del IPN); dentro del itinerario tenía bajo mi responsabilidad dejar funcionando 17 albergues con paneles solares fotovoltaicos. La zona que nos tocó exigía diferentes formas para desplazarse, a veces en camioneta 4x4, otras en avioneta y una gran parte a pie, dado lo intrincado del terreno. No puedo decir que conocí toda la sierra Tarahumara, pero sí la mejor parte de ella, el municipio de Guachochi.

El primer albergue infantil dentro del itinerario se ubicó en la comunidad denominada Samachique (disculpas por no saber su significado). Era de noche cuando salimos de un motel de la ciudad de Creel para llegar con los primeros rayos del alba. Ibamos bien equipados: una planta



eléctrica de gasolina de 500 watts, taladro de mano, barreta, pico, pala, herramientas de electricista, brújula, probador electrónico, cantimplora, sacos para dormir, botas nuevas, mochila para uso personal y equipo, un pequeño botiquín con lo elemental, un mapa de referencia y las actas de entrega de equipo, que firmarían el director del albergue o el comisariado ejidal de la comunidad una vez concluida la instalación y que quedase operando satisfactoriamente el sistema de alumbrado.

La tarea no era fácil: instalar nueve lámparas distribuidas en dormitorios de hombres y mujeres, baños, cocina y comedor-aula, además del mástil donde se colocaban los módulos solares, cableado, apagadores, batería con electrolito, etc. Hay que considerar que los albergues no estaban contruidos con el mismo material ni eran homogéneos: algunos eran de piedra, otros de adobe, otros de madera; unos eran nuevos, otros estaban casi en ruinas.

Un albergue infantil es el lugar donde los niños comen y duermen cinco días a la semana para aprender a leer y escribir hasta segundo de primaria o terminan ésta con maestros bilingües. Dado que algunos alumnos viven lejos (entre cuatro y seis horas a pie de sus casas), el INI construye estas escuelas. El fin de semana los niños regresan a sus moradas para retornar los lunes a sus labores de alfabetización.

Al irrumpir el silencio de una comunidad tan temprano, con la planta de gasolina a toda velocidad, se apagaba el canto de los gallos y el ladrido de los perros debido a lo hundido del valle donde se encontraba la comunidad, entre montañas cubiertas de pino. Las pocas chozas envueltas en escarcha, por la helada nocturna en los meses de febrero, y una que otra chimenea humeando para contrarrestar el frío del invierno, todo esto constituía un espectáculo pintoresco.

Ni tardos ni perezosos, cada uno de los instaladores teníamos tareas específicas: unos empezaban por poner lámparas, otros por abrir la cepa y levantar el mástil para sustentar los módulos solares, unos más ponían apagadores, otros preparaban la batería, tendían cables, etc. A nuestra llegada a cada albergue ya se contaba con todo el equipo necesario, que desde el Cinvestav se mandaba con varias semanas de anticipación a los diferentes estados del país.

No tardaron en aparecer lugareños curiosos e intrigados que nos veían trabajar afanosamente. Uno de ellos, en especial, llamó mi atención: a juzgar por su apariencia, por la piel y el cabello, era un anciano, aunque por su porte representaba menos edad. Se veía con autoridad. La directora le daba mucha importancia, y por su actitud pareciera que cuestionaba lo que estábamos haciendo, aun con las explicaciones y detalles que la maestra le daba, a la vez que señalaba el equipo solar que instalábamos.

Después de la jornada maratónica, cerca de las 5:00 pm terminamos la instalación y nos disponíamos a comer para luego hacer la entrega oficial del albergue con iluminación de energía solar fotovoltaica mediante nueve lámparas fluorescentes de 40 watts cada una. Parecía que aquel anciano que a temprana hora nos cuestionara arremetía nuevamente para dar el golpe final al esfuerzo que con tanto entusiasmo había culminado. Explicamos la disciplina que deberían guardar las horas-lámpara de uso, la forma de operar el sistema fotovoltaico, la función de la batería tipo plomo ácido (como las automotrices), que sirve como estabilizador del sistema y almacena energía que los módulos generan por el día para utilizarla por la noche. Además, señalamos que el sistema era autónomo de las condiciones de radiación solar y puede soportar hasta cinco días sin sol, mencionamos la función del tablero de control, del voltímetro (que indicaba indirectamente el estado de carga de la batería), las

precauciones de la batería, sus *bornes*, el nivel del electrolito. Un sistema de este tipo puede operar óptimamente en Jalapa, Veracruz, con 340 días de lluvia o en Sonoyta, Sonora, en la frontera con los EUA, ubicada en el desierto, con 25 días de lloviznas al año y 340 días de sol.

En la ceremonia hicimos entrega oficial del equipo y procedimos a recabar la firma de conformidad con sello del comisariado ejidal para darle formalidad al documento. Hasta aquí las cosas iban a las mil maravillas. Pero luego, al voltear hacia la puerta del albergue, vi al anciano, acalorado y molesto, discutir con la directora. Ella se sorprendió y se quedó callada, volteó a verme y me llamó. Tratando de averiguar qué pasaba, me pregunté qué habíamos hecho mal, pero cuando llegué con la maestra, el anciano ya iba a medio cerro con ese paso trotado que come montañas.

Una vez recuperada la calma, la directora me dijo: "Aquel anciano que vino muy temprano es miembro del Consejo Supremo Tarahumara (máximo órgano de gobierno que rige los designios de las diferentes comunidades tarahumaras); se llama Jerónimo y debe tener cerca de 80 años de edad. Cuando vino por la mañana me pregunto qué era lo que estaban haciendo. Yo le informé que estaban instalando luz solar para que sus hijos pudieran iluminarse por la noche. Hace un instante, después de que ustedes terminaron, regresó y me preguntó:

—¿No se enojarán los dioses porque le roban la luz al sol durante el día para utilizarla por la noche?

"No supe qué contestarle y por eso lo llamé", me dijo la maestra. Cuando escuché esa descripción de un sistema solar fotovoltaico se me erizó la piel de los brazos y sentí un escalofrío que recorrió mi espalda. Sin el lenguaje técnico al que estamos acostumbrados, un anciano describió *metafóricamente* lo que representa un equipo solar; sin saber castellano, sin haber ido a la primaria, tiene la capacidad de entender y sintetizar su conocimiento para hacer esa pregunta inteligente.

A otro albergue, en la comunidad de Ariseachi, municipio de Guerrero, también en la Tarahumara, llegó un supervisor de zona, a quien llamó la atención ver lámparas instaladas. Sabiendo que no existía electricidad



convencional, le preguntó a un niño mal vestido y sucio que asistía a la escuela: "Oye niño, ¿dónde está el motor que da luz al albergue?". A lo que el niño respondió, una vez que lo llevó fuera del albergue: "Allá arriba, en el Sol".

Nopales y el futuro

Estos son dos testimonios que quiero compartir con la comunidad del Cinvestav en mis 26 años que llevo de vivir profesionalmente en esta institución; no son los únicos, pero creo son los más impactantes. Existen

mucha otras experiencias en que me convierto en vampiro, en que por poco nos mutilan y matan, en que soy irrespetuoso con un presidente de la República, en que el doctor Héctor Nava Jaimes (ex director del Cinvestav) no podía bajarse del caballo después de ocho horas de permanecer montado en él y recorrer de Chicontla a Tlamaya el Grande en Puebla. Otra más, en que nos creían secuestrados por guerrilleros en el municipio de Zihuatanejo, Guerrero, o aquella en que un prisionero que había macheteado a su esposa la noche anterior nos ayuda a transportar el equipo resguardado por dos *topiles* (nombre con que se denomina a los policías de la comunidad) en la Mixteca baja de Oaxaca, o cuando tuve que pagar 50 pesos a una mujer por que se dejara fotografiar con atuendos prehispánicos en su vestimenta (con el dorso descubierto), o cuando no teníamos qué comer y se nos hizo fácil disponer de nopales silvestres, asados con limón y sal; no lo hubiera hecho, pues me espiné y duré seis meses con la espina en la lengua. En otra ocasión, se montó un equipo demostrativo solar de bombeo de agua en el Auditorio Nacional de Chapultepec, sólo que, a la llegada del presidente de la República, la Banda de Guerra se puso entre el sistema solar y la trayectoria de la visita, frustrando la demostración; pero eso no quedó ahí: un curioso de aspecto desequilibrado empezó a vociferar que ese equipo no funcionaba con el sol, que era un fraude. Entonces, el doctor Esteban Javier Pérez (quien no contaba precisamente con la tolerancia entre sus virtudes), desconectando dos cables, lo invitó a que lo probara con su lengua (150 V de corriente directa en circuito abierto).

Existen anécdotas menos relevantes que quizás en otras oportunidades pueda compartir. Aquí, en la Sección de Electrónica del Estado Sólido seguimos trabajando para el futuro con la conversión fotovoltaica de la energía solar, como mira a las transiciones alternas y renovables de energía más nobles con el medio ambiente, para el país y el planeta.





La Academia Mexicana de Ciencias abre a concurso los

Premios de Investigación 2002

para científicos jóvenes

Se otorgará diploma y cincuenta mil pesos al mejor candidato en cada una de las áreas de **Ciencias Exactas, Naturales, Sociales y Humanidades, así como en Ingeniería y Tecnología.**

Se invita a los investigadores y a las instituciones de investigación a proponer candidatos, de acuerdo con las siguientes

Bases

1. Las candidaturas se presentarán de manera individual. Podrá concursar cualquier científico que haya investigado en México al menos los últimos cinco años y que no haya cumplido los 40 años a la fecha del cierre de esta convocatoria, requisitos que deberán comprobarse con copias de documentos legales.

2. El candidato deberá presentar:

- La forma AMC-PI (proporcionada por la Academia y también disponible en la página de la AMC en internet), debidamente llenada.
- Currículum vitae detallado y carta de anuencia para concursar (especificando el área en la que participa).
- Separatas o copias de sus trabajos.
- Relación de citas de cada uno de sus trabajos de investigación, o en su caso, referencias bibliográficas que comenten sus trabajos. En el campo de ingeniería y tecnología, documentar los desarrollos tecnológicos (por ejemplo, manual de procesos, ingeniería básica, planos, etcétera) y en su caso, explotación por terceros.
- Cualquier elemento adicional que refuerce su candidatura (cartas de presentación de su institución o de otros investigadores que conozcan de cerca su trabajo, impacto del mismo, constancias de su participación docente y en la formación de recursos humanos, etcétera).

3. El premio de Ingeniería y Tecnología se otorgará por el desarrollo de nueva tecnología y por innovaciones de

tecnología existente. Para evaluar las candidaturas del premio en esta área, se tomarán también en cuenta los siguientes elementos: elaboración de manuales de proceso, diseño o modificación de prototipos, instrumentación, maquinaria, desarrollos y modificaciones en las ciencias bioquímicas, desarrollo de nuevos materiales, aportaciones en el campo de la agronomía y contribuciones en el área de ingeniería. Si el candidato ha desarrollado tecnología ya utilizada por terceros, también deberá presentar las constancias de transferencia y, de haberlas, las patentes generadas.

4. La fecha límite para presentar candidaturas es el 28 de junio de 2002.

5. El Jurado estará formado por la Comisión de Premios, elegida por votación de los miembros de la Academia Mexicana de Ciencias. Dicha Comisión está presidida por el vicepresidente de la AMC.

6. El Jurado tomará en cuenta como criterios para evaluar, entre otros, el rigor científico, la calidad, la originalidad y la independencia de la investigación.

7. El Jurado analizará todo el trabajo de investigación realizado por los candidatos, con base en las publicaciones y en los documentos mencionados en el punto 2, y en su caso en el punto 3 de esta convocatoria, especialmente el llevado a cabo como miembros de instituciones mexicanas.

8. En cada área el premio será único. En caso de empate, el Presidente del Jurado tendrá voto de calidad. El Jurado podrá declarar desierto alguno de los premios.

9. El dictamen del Jurado será inapelable.

10. No podrán participar quienes hayan recibido el Premio de Investigación en años anteriores.

11. El resultado del concurso estará a disposición de los candidatos a partir del 15 de octubre de 2002, y el Consejo Directivo lo dará a conocer a todos los miembros de la Academia. Los premios se entregarán en sesión solemne.

Las candidaturas con la documentación completa se podrán entregar personalmente o enviarse por correo a las oficinas de la Academia, Km 23.5 Carretera Federal México-Cuernavaca, Av. Cipreses S/N, San Andrés Totoltepec, Tlalpan, C. P. 14400 México, D.F., de lunes a viernes de 10:00 a 18:00 horas a **más tardar el 28 de junio de 2002.**

Para mayor información: Lic. Martha Villanueva
Tel. (55) 58 49 51 80, Fax. (55) 58 49 51 12
e-mail: mbeatriz@servidor.unam.mx
http://www.amc.unam.mx



A paso de arriero

Juan Carlos Raya Pérez

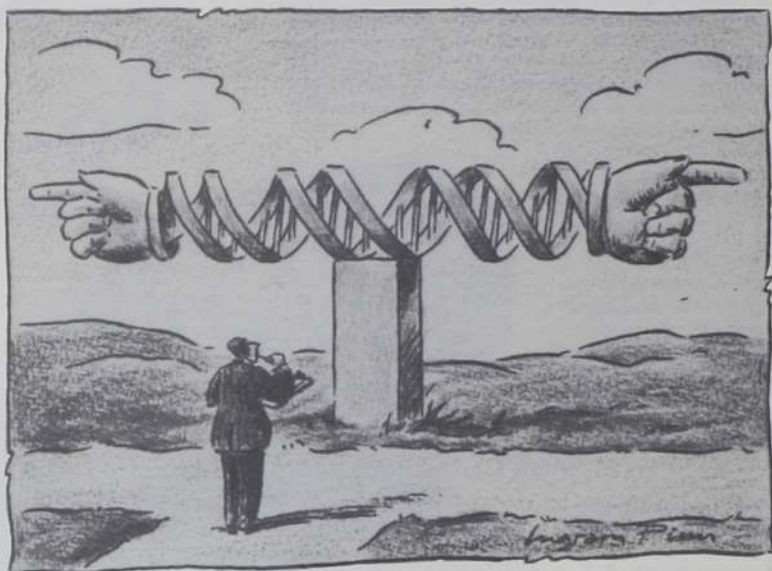
Cierto prestigio

Niño aún pasé con mi primo Rogelio y mi hermano Antonio enfrente de las instalaciones del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), en Zacatenco, y el nombre me sonó a algo importante. Creo que imaginé mujeres y hombres dedicados día y noche a averiguar cosas maravillosas. Recuerdo vagamente, oscuramente, que me pareció algo semejante a una aventura entrar allí.

Estando ya en la secundaria supe que un primo mío, Salvador Pérez, y un amigo, Arturo Rodríguez, habían salido de la Universidad de Morelia y llegaban al Cinvestav para realizar estudios de maestría. Y eso les daba cierto prestigio. Cuando cursaba la carrera de biólogo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP), Iztacala, tuvimos la suerte —mis compañeros y yo— de que varios de nuestros maestros fueran a su vez alumnos del Cinvestav. Nos hacían trabajar duro, pero aprendimos. Varios años después, luego de terminar la maestría en el Colegio de Postgraduados, solicité mi ingreso a la Unidad Irapuato del Cinvestav para realizar el doctorado. Acudí a hablar con el doctor Luis E. González de la Vara y en principio me aceptó en su laboratorio, luego tuve que hacer los demás trámites.

La espera para ingresar puede durar días, meses, incluso años. Y, cuando te dicen que estás aceptado, respiras tranquilo y te sientes contento; sin embargo, si

El Dr. Juan Carlos Raya Pérez es investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México en Cuernavaca.



en ese momento conocieras el ritmo de trabajo que tienes que seguir en ese lugar, más bien tendrías que sentirte bastante intranquilo. Los estudios generalmente duran varios años, más de los que te beca el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), no obstante las recomendaciones que se hacen a los profesores para liberar a los estudiantes en los tiempos estipulados.

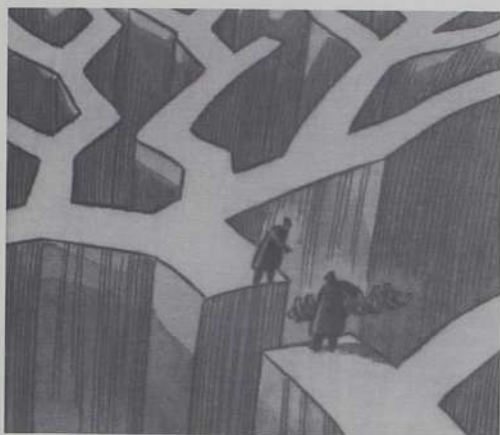
Un buen detalle: te prestan dinero para sobrevivir mientras Conacyt te deposita lo de la beca. Resistes heroicamente dos o tres meses mientras llega el pago; a veces se oye el canto de las sirenas en la forma de alguna oportunidad de empleo que te daría dinero constante y sonante para sobrevivir, derecho a vacaciones, antigüedad y otras prestaciones que, dicen los viejos de buena memoria, hubo en el pasado; pero generalmente hay que abandonar la investigación y la aspiración romántica de estudiar el posgrado.

Día de fiesta

Y ya metido de lleno en la lectura de artículos científicos y en la experimentación, el tiempo se va aprisa. El día que sale un experimento clave somos capaces de emular a Arquímedes —toda proporción guardada— y salir

exultantes corriendo por los pasillos y los jardines. Uno de esos momentos fue cuando vi que había logrado purificar la proteína con que estaba trabajando: era día de fiesta y había una comida en el Centro, y el día de fiesta efectivamente se convirtió en tal para mí. Otro buen momento fue cuando vi que la proteína era en realidad un fotorreceptor. “Anda de añil el sueño, la dicha de oro”. Y uno quisiera tener frecuentemente estos momentos afortunados; de hecho, he declarado que no me molestaría hacer serendipia de continuo: descubrimientos accidentales afortunados. Para muchos legos, incluso para científicos, así avanza la ciencia, pero lo cierto es que estos descubrimientos los han hecho aquellos que estaban buscando y que estaban preparados para descubrir. He asistido a seminarios en que, en algo más de una hora, se nos platica cómo, a lo largo de los años, experimento tras experimento, un científico, al frente de un grupo de trabajo, descubrió el modo en que se replica un virus o cómo se replica el material genético (ácido desoxirribonucleico, ADN) en las células.

Los seminarios son una buena oportunidad para ver el panorama en alguna rama de la investigación. Y cuando el que lo presenta es un estudiante, la mayoría de las veces hay que ver cómo se desvela, sufre, estudia, acomoda, hace y rehace su síntesis y su visión sobre el problema, sobre el tema de estudio. Cada seminario



representa un gran esfuerzo, muchos días de preparación, lecturas, ensayos, críticas. Y, si es el seminario para el examen predoctoral, seguramente ocurrirá que, por mantenerte en la brecha, sientas los efectos colaterales del estrés: gripa, fuegos, tics nerviosos. Dicen que el examen final es menos estresante, pero quién sabe.

Las reuniones internacionales, cursos principalmente, han sido una buena oportunidad para saber de boca del propio investigador qué se hace por otros lares, otros países, otros continentes. Es bueno tener gente que pueda convocar a científicos de otras latitudes, de primera línea, para que vengan a esta tierra que, como decían en un número de *Avance y Perspectiva*, siempre se ha preciado de tener por lo menos un científico que domina la materia como los mejores del mundo, pero bien quisiéramos aumentar el número.

Un periodo de sequía, cuando no salen los experimentos, nos pone casi, casi en crisis: estuve aproximadamente cuatro meses intentando experimentos que daban ciertas pistas, resultados parciales, pero nada claro. Lo mejor, creo, es tomar otro camino y no insistir tanto por donde mismo. Finalmente se acabó la sequía y los experimentos, aunque no todos de fotografía, empezaron a salir bien. Nuevamente se respira tranquilo. Estos periodos faltos de ideas (en cierto sentido) y de inspiración son responsables en parte de que tengas que ir en Semana Santa, en Navidad y Año Nuevo a trabajar: a ver si ahora sí salen las cosas; o aprovechas que el laboratorio se queda un tanto desierto, o vas porque las

cosas están saliendo bien y no quieres interrumpir esa sucesión "natural" de buenos experimentos; la cosa es que siempre es posible encontrar estudiantes e investigadores por los pasillos o, más exactamente, en los laboratorios. De hecho, como las cosas pintan bien en cuanto a la obtención de resultados, quisiera continuar con los experimentos, pero, como a la Cenicienta, el tiempo se me ha agotado y el hada Madrina no da extensiones. Vale decir que ya me colgué, hace meses que se acabó la beca y yo sigo aquí.

Becas y recuerdos

Un buen recuerdo: los estudiantes becados por el Conacyt hicimos un movimiento con el fin de pedir aumento en el monto de la beca y que dejaran de enviar avisos con plazos perentorios para pagar los adeudos; desde nuestra perspectiva, el Cinvestav debería reconocer la participación que tuvimos los estudiantes del Centro en la movilización, y también la de los profesores que apoyaron a los estudiantes. Estando tan falta de apoyo y reconocimiento sobre nuestra labor, sería deseable que los científicos cerráramos filas en esta lucha, pero la autoridad es la autoridad. También se reconoció que los estudiantes son seres autónomos, pensantes y no simples apéndices de los profesores; algunos de éstos reconocieron incluso que son los estudiantes quienes abren nuevas líneas de investigación y son parte fundamental en lo experimental.

Luego de cuatro años de labor casi ininterrumpida, estoy en el Cinvestav pero ya no pertenezco al Centro. Así lo siento. Es hora de emigrar, solo. Habrá que hacerlo así. He oído que los egresados de aquí tienen buena aceptación, y hasta más que buena. Será, pero por lo pronto predomina la sensación de no pertenecer a ningún lado.

Hace meses que se terminó la beca del Conacyt y a mí no me liberan la cartilla todavía y no sé a dónde iré. Agarrar unas cuantas cosas, una caja con libros, con artículos científicos, tal vez una bolsa para dormir, algunos disquetes para computadora, no es difícil en apariencia, pero lo que más pesa queda adentro. A pesar de la sensación de ya no pertenecer al Centro y de la necesidad de buscar otro refugio, uno sabe que estuvo en un buen lugar, casi, casi inmejorable. Cuatro años de hacer investigación con cierta tranquilidad (de vez en cuando

se acuerda uno de que deberá partir y de que la beca es por tiempo limitado), de leer ávida y placenteramente las revistas científicas. Y se cuenta con reactivos, materiales, equipo y hasta durante un par de años un bono navideño, que ya sin beca ayuda mucho. Éste es otro buen detalle del Centro hacia sus estudiantes, y no es que estemos muy *metalizados*; al contrario, con eso de dedicarse todo el día a la investigación no queda imaginación, ni tiempo, para buscar otra forma de sobrevivencia.

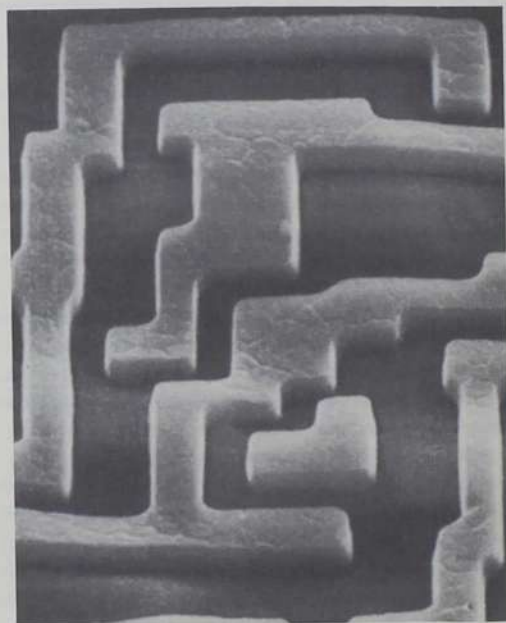
Debería concentrarme en saber a dónde iré una vez que abandone el Centro, pero ya saldrá algo. Como se ha hablado en diversas ocasiones de la necesidad de patentar, de los registros y hasta de los derechos de autor, me abstengo, pero creo que debería ponerle a esto algo así como "Los recuerdos del porvenir".

He tenido la suerte de estar como estudiante en el Cinvestav, pero también de rodar de un lado a otro, sin empleo seguro, sin servicio médico (en parte porque nunca lo he tramitado por considerarlo obsoleto) y con la idea de que pasará como tantas veces: no hallar acomodo; yo creo que más bien es cosa mía.

Pensándolo bien, el Cinvestav fue el paraíso: estuve dedicado por completo a la lectura, a la escritura y a los experimentos. Una mezcla de filántropo (a lo Walt Whitman) con misántropo (no me gusta mucho eso de las relaciones sociales), se halla bien aquí, alejado del mundanal ruido y sabiendo que se trabaja para ensanchar los límites del conocimiento, porque si toda actividad

humana toma sentido en cuanto se hace en y para la sociedad, para la ciencia esto es particularmente cierto.

Les he dicho que algo ha de tener el Cinvestav, pues todos los que se van regresan, y algo ha de tener el más allá, ya que todos los que se van no vuelven. Yo espero estar en el primer caso y tener la oportunidad de visitar frecuentemente al Centro.



Avenida Ticomán esquina IPN

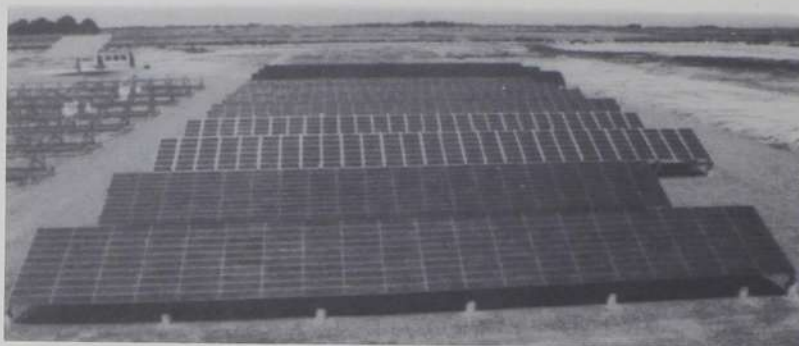
Leopoldo Bárcenas Uribe

A la primera invitación

El delgado y frágil hilo de humo formaba caprichosas espirales y toroides en la habitación. Estábamos en mi "estudio" y el autor de tan caprichosas como en ese momento molestas figuras era Gerardo Rojo Mejía; Miguel Angel Penna le daba vueltas al libro *Análisis de redes* de M.E. van Valkenburg, profesor de ingeniería eléctrica de la Universidad de Illinois; comentábamos el contenido del libro y, por otra parte, discutíamos el propósito, los alcances y el posible enfoque de lo que podría ser nuestro trabajo de tesis.

Estábamos convencidos de que podríamos instrumentar alguna aplicación interesante con las herramientas de que disponíamos: un texto clásico de redes eléctricas, un lenguaje de programación (Fortran IV), algunos paquetes de aplicación y una computadora IBM-1130. Hoy sabemos que en ese entonces estábamos en la edad de piedra; pero en ese momento era la única tecnología computacional a nuestro alcance; usábamos indistintamente cualquiera de las dos computadoras disponibles en una circunferencia geográfica de cien kilómetros de radio, una de ellas ubicada en la Universidad Autónoma de Querétaro y la otra en el vecino Instituto Tecnológico Regional de Celaya. Era fascinante saber que la unidad de disco giraba a 1500 revoluciones por minuto y almacenaba 500 kilobytes. El sistema *IBM-1130 Disk Monitor System* contaba con un supervisor, un programa de manejo del disco, su ensamblador, un compilador Fortran y una biblioteca de subrutinas (*IBM-1800 Multiprogramming Operating Systems*). Era una maravilla

El M. en C. Leopoldo Bárcenas Uribe es investigador del Instituto Tecnológico Regional de Querétaro.



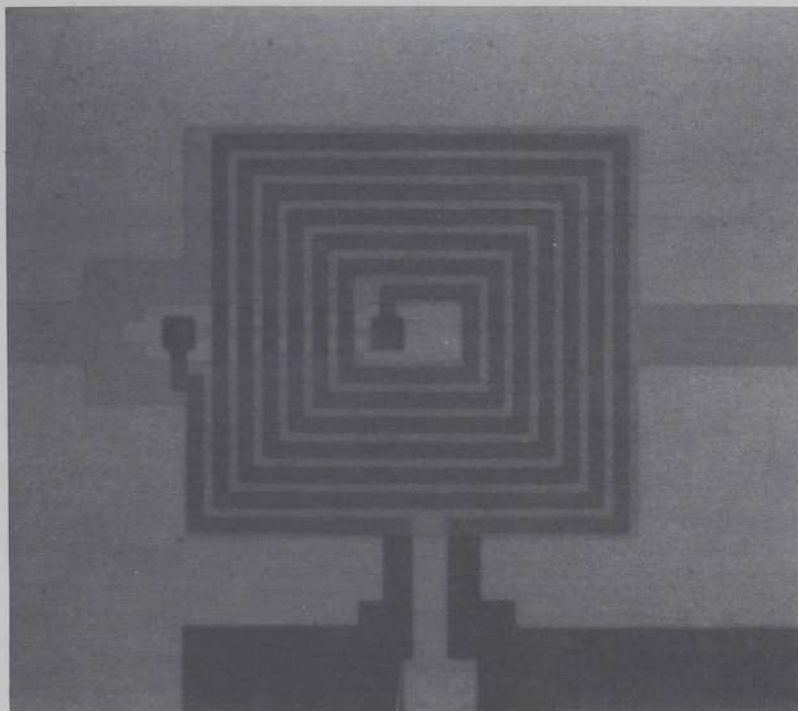
de máquina. En la pomposamente llamada "Unidad de Cómputo" del Instituto Tecnológico Regional de Querétaro, únicamente contábamos con tres lectoras perforadoras de tarjetas IBM 2501-1442. Lo limitado de tiempo y las contadas oportunidades de correr los programas obligaban a trabajar con mucho cuidado para depurarlos.

Estábamos a un año de egresar como ingenieros y en ese momento no reconocíamos que en el libro de van Valkenburg se escondía una riqueza pedagógica; menciono tres vertientes: la primera es que una de las características del método científico es la combinación continua de una amplia variedad de hechos que se ajusten a una teoría simple y comprensible, con la cual se expliquen tantas observaciones como sea posible. La teoría o representación resultante es llamada "esquema conceptual" y van Valkenburg trabaja mucho esta estructura; años después yo también sería profesor de ingeniería, por lo que, en segundo término, me permito señalar que sobre la base de mi propio aprendizaje y mi modesta experiencia en la educación de ingenieros, coincido con Whitehead y con el profesor de Illinois al observar que "(...) no es esencial que la demostración de la verdad constituya la introducción al concepto"; en este sentido me parece una postura pedagógica racional, que permite privilegiar de manera inteligente lo normativo, argumentativo y estratégicamente funcional por encima de una narración factual y meramente proyectual. La tercera vertiente es la permanente realimentación que admite la participación de colegas y el real agradecimiento al trabajo de sus alumnos. Sus libros destilan cariño a la ingeniería.

Cuando Miguel Angel Penna le daba vueltas al libro era la primera semana de octubre de 1974. "Tenemos que definirnos, muchachos", dijo Lalo. "Pues ya deja de fumar, güero, y concéntrate; le hubieras dicho a la enfermerita que nos mandara unos sueros", sentenció Miguel Angel. En ese mismo instante se abrió la puerta y entró mi hermana con unos refrescos: "Ya no aleguen, relájense y concéntrense en su propuesta". "Gracias, Conchita", dijeron al unísono, y declaramos un receso.

"Oye, cuñado, me dijo infructuosamente Miguel Angel (infructuosamente porque él estaba consciente de no tener hermanas), ¿ya conociste a la nueva adquisición del Tec? Es el maestro Rafael Soler Claudín y viene de Checoslovaquia; creo que nos va a impartir una materia. Ya se instaló en el Laboratorio de Eléctrica, todos sus libros están en ruso, inos la va a partir!" Era cierto parcialmente: sí se trataba de Soler, pero no llegaba de Checoslovaquia, sino del Cinvestav (entonces denominado CIEA) y sus libros estaban en eslovaco; nos impartió una materia y nunca nos la partió. Su ficha bibliográfica señalaba que había sido profesor auxiliar en el Cinvestav, ingeniero electricista y maestro en ciencias por la Universidad Técnica Eslovaca de Bratislava, y cultivaba como temas de investigación el control automático de motores eléctricos y servomecanismos.

Fue la novedad. Era una adquisición de grueso calibre para nuestra escuela. Con un criterio muy práctico, Soler desarrolló en el "Tec" de Querétaro el área de control automático, sin recursos pero con un gran sentido de responsabilidad; asimismo, inició una etapa de intercambio



con el Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav y con la Universidad Técnica Checa de Praga. Fue un año importante para nuestra vida profesional. Platicamos mucho con Soler y un día me explicó lo que se hacía en el Cinvestav. "Vete a México, Polo, yo te daré una carta de recomendación". No se puede decir en muchos ámbitos de mi vida que yo sea un "facilito", pero me convenció a la primera invitación.

Enfrentarse con la propia realidad

En julio estaba presentando el difícil examen de admisión, que no obstante logré pasar; no en balde me había preparado mucho. Ocho días después se me informó que éramos cinco alumnos aceptados, entre ellos Hugo César Coyote Estrada y Rogelio Lozano Leal, quienes provenían de la ESIME. El único de provincia era yo. Ellos iban a la especialidad de control, yo me había inscrito en

comunicaciones (fue mi primer error, después lo aproveché como acierto).

Nos citaron en una de las aulas del edificio original del Departamento de Ingeniería Eléctrica (en la parte norte del CIEA), vecino del de Química; llegó el doctor Héctor Nava Jaimes, jefe del departamento, muy solemne, serio y reflexivo, y con un sentido crítico muy agudo, como suele ser (además, él intuía que a los estudiantes esa actitud nos gustaba). Nos dio la bienvenida y platicó del Departamento de Ingeniería Eléctrica, pero también, y eso nos impactó mucho, habló de los grandes retos del país y de las enormes oportunidades de desarrollo nacional con una adecuada política de ciencia y tecnología. Así, nos amarraba a la maestría con un explícito compromiso social. "Vean hacia allá", nos decía a la vez que señalaba hacia el rumbo de *La Presa*, por el cerro del *Chiquigüite*, en la serranía de Guadalupe, y veíamos cómo las rústicas viviendas iniciaban la conquista de las laderas. "Esa gente es la que los necesita; si no le responden como deben hacerlo, ellos van a venir algún día a sacarnos de aquí".



Nos hacía mirar hacia la “pobreza” y luego habló de los proyectos del departamento, todos con un importante impacto social: telefonía rural, fuentes fotovoltaicas de energía, control de procesos biológicos.

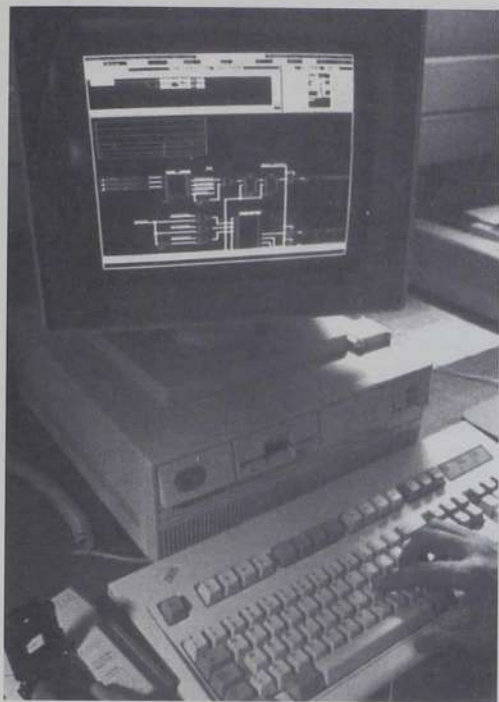
En esos días (más bien meses), en la esquina de Ticomán y avenida Politécnico, a todas horas volanteaban y boteaban los trabajadores de Spicer en interminable huelga; el SUTCIEA surgía cada vez más combativo y solicitaba el apoyo solidario y moral del consejo estudiantil que recientemente se había creado; a su vez, en la esquina de Montevideo y avenida Politécnico volanteaban los trabajadores de Pascual; frente a la lechería Conasupo del mercado de Zacatenco, una cándida, lúcida y simpática estudiante de la ESCA pregonaba cada mañana consignas a favor del PMT; en la unidad Juan de Dios Báltiz funcionaba una “peña folklórica”, donde la nueva trova y la música andina florecían. El doctor Nava cumplía su objetivo: enfrentarnos con nuestra propia realidad. Más adelante lo haríamos con otras realidades, pues el Cinvestav nos abría la puerta al mundo.

Un aspecto hasta entonces escasamente tomado en cuenta en el ámbito educativo tecnológico era la manera como la cultura determina el desarrollo económico de los pueblos; esto significaba que el país debía encarar

reflexivamente los procesos políticos, económicos y sociales que serían necesarios para superar esa “cultura de la pobreza” frente a la “modernidad”. Un corolario que deducíamos del discurso del doctor Nava era: “Los científicos deben crear conocimiento; los tecnólogos deben crear riqueza y bienestar social”. Algunos de los alumnos presentes oíamos por vez primera la diferencia entre tecnólogo y científico, entre “tecnócratas” y “políticos” y entre “yuppies” y “luchadores sociales”.

Cultura de la pobreza

El discurso nos enfrentaba con una lacerante realidad y despertaba en nosotros el idealismo, pero nos hacía transitar de la subjetividad a la objetividad. Las tareas cognoscitivas de nuestra profesión ingenieril seguían en aumento. El doctor Nava nos exigía el mayor esfuerzo en la formación profesional e incluso una nueva formación disciplinaria y nos estimulaba a encontrar la energía suficiente para hacerlo. Nunca nos lo dijo de manera explícita, pero manejaba una analogía muy congruente entre los binomios ciencia —tecnología y política— gobierno. Es posible que en ese momento no comprendiéramos del todo su mensaje, pero a “través del tiempo” la analogía funciona. Por lo menos así lo he comprobado.



A "través del tiempo" los conocimientos científicos y las aplicaciones tecnológicas se incrementan, pero también el quehacer de los gobiernos y el tamaño de los sectores públicos se amplían. En medio está la sociedad con su dinámica y orientaciones: desde la segmentación y los nacionalismos hasta la aldea global. La escasez potencial de recursos energéticos, alimenticios, financieros, etc., aunada al incremento demográfico y al deterioro ambiental hacen de la capacidad de conducción social de los gobiernos un factor crítico para la estabilidad, control y gobernabilidad de las sociedades. Y estamos hablando en lenguaje de ingeniería; cada día tenemos más problemas, pero también más datos, más instrumentos, más procesadores, más actuadores, más controladores y más sistemas. No hay teorías únicas y fundamentales; más bien una pluralidad de paradigmas. Tenemos una amplia "base común de conocimientos"; son datos a los que se suma experiencia, y lo mejor que podemos hacer es buscar una verdad y un contenido crecientes y acumulativos. Asimismo, nuestra lógica es oscura, no hablamos de verdad y falsedad absolutas,

sabemos que hay cierta probabilidad de verdad y sobre esa información tomamos decisiones. Debe imperar un valor en esa pluralidad que nos guíe como criterio rector: la protección de la vida humana en su integridad y múltiples posibilidades.

En 1993, en un interesante artículo publicado en el órgano de difusión del Cinvestav, *Avance y Perspectiva*, el doctor Hugo Aréchiga estableció que toda vez que "la investigación se ha vuelto más competitiva, más costosa y más compleja, como resultado, los científicos tienen que responder a prioridades en la investigación que se originan más en los entornos políticos y económicos que en los académicos. Ello significa, por supuesto, mayores dificultades para los investigadores que tienen que adaptarse a nuevas demandas y a nuevas limitaciones sociales". El viejo problema de la falta de comunicación entre "el poder y el saber", entre el político que toma la decisión y el investigador que puede prever situaciones nuevas. El concepto del "poder" como capacidad de conducción.

En físicoquímica se define la electronegatividad como "el poder que tiene un átomo para atraer electrones hacia sí mismo". Aquí, el "poder" se entiende como "tendencia"; en el ámbito humano puede significar, por una parte, liderazgo y por otra, egolatría. En política, el "poder", definido más precisamente como el "peso del poder", es la capacidad que tiene el sujeto de modificar la probabilidad de los resultados que generalmente coinciden con lo que el sujeto considera que son de su interés o preferencia de acuerdo con un criterio social. Dicho "interés" generalmente está compuesto por una variable de "concentración de la atención" y otra de "probabilidad objetiva de logro o recompensa"; por eso se disputa, por eso nos peleamos por él, por eso se consigue; lástima que también por eso se puede distorsionar al no coincidir ambas variables y esto ha ocurrido desde antes de Maquiavelo hasta el día de hoy.

Habiendo surgido el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados con la misma filosofía de creación del Instituto Politécnico Nacional, quedaba muy claro su objetivo: "Preparar investigadores científicos, profesores especializados y expertos que se dediquen a promover la constante superación de la enseñanza y a realizar investigaciones científicas y tecnológicas que permitan mejorar las condiciones de vida y el desarrollo del país".



Objetivo racional y congruente para superar esa inercia, "la cultura de la pobreza".

En un artículo publicado en 1991, Federico Reyes Heróles afirma que: "La tesis tradicional de Weber en la cual el protestantismo, en sus diferentes versiones, es un excelente cimiento para el desarrollo de un espíritu capitalista, no ha podido ser desplazada". Ese mismo año, el Banco Mundial dio a conocer un estudio en el cual se evalúan los países a partir de su cultura y religión. El primer grupo lo constituyen las naciones en que el confucionismo, la tecnología y la modernidad casi como deidades o mitos han proporcionado formas de acumulación de riquezas importantes. El segundo lo forman países con un extendido protestantismo en las cuales, como señalara Weber, el ideal del hombre honrado, digno de crédito, también ha producido expansiones económicas sostenidas. Por último, el tercer grupo lo forman las naciones donde el catolicismo privilegia otros valores por encima del bienestar terrenal. Se concluye que los procesos de acumulación de largo alcance, duraderos, sostenidos, sólo se han presentado en países donde las condiciones endógenas, internas, culturales y sociales han apuntalado las estrategias de desarrollo.

Contenidos

Regresando a los estudios en el Cinvestav, me había llamado la atención el contenido de un "Seminario sobre aspectos filosóficos de comunicaciones, ciencia y tecnología", cuyo propósito era inquirir sobre los tres aspectos fundamentales e interrelacionados de las actividades de la Sección de Comunicaciones: la metodología científica, el proceso de la comunicación y la tecnología. Los temas a discusión eran (1) metodología científica: (a) historia de los métodos de la encuesta filosófica, (b) lógica clásica y moderna, (c) epistemología de las ciencias físicas y sociales. (2) Comunicación humana desde el punto de vista (a) lógico: semiótica, significado y pragmatismo de C.S. Pierce; (b) sociológico: ideas de M. Weber y E. Duckleim; (c) existencial: aspectos de Sartre, Heidegger y Kierkegaard. (3) Tecnología: (a) evolución histórica del concepto de tecnología (Heidegger y J. Ellul); (b) crítica de la tecnología moderna a través de la tecnología de comunicaciones. Era un ambiente muy novedoso: escuchábamos un lenguaje nuevo, las clases eran insospechadas. "¿Cuántos libros has leído este año?", me preguntó mi asesor. "Tres de tipo técnico y tres de literatura", le contesté. "Bien, pues hazte a la idea de

que emplearás unas seis horas por día en atender clases y otras diez en leer y hacer tareas; leerás mucho más. El trabajo en laboratorio será adicional". Todos los textos eran en inglés.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica realizaba actividades de investigación entre tres secciones; en la de Semiconductores se trabajaba en programas de:

(a) Aprovechamiento de la energía solar mediante celdas solares fotovoltaicas de silicio y de sulfuro de cadmio en película delgada. (b) Técnicas de dispositivos semiconductores y circuitos integrados utilizando las propiedades de la tecnología planarepitaxial. (c) Obtención de películas delgadas y gruesas de materiales semiconductores, fundamentales por evaporación en vacío, pulverización catódica, rocío químico y síntesis. (d) Optoelectrónica: realización y caracterización de diodos electroluminiscentes y de fotoconductores. (e) Microscopía y difracción de rayos X y de electrones, como técnicas de apoyo en la caracterización de nuevos materiales semiconductores.

En la Sección de Control se realizaba una actividad importante de investigación sobre el control de procesos industriales utilizando una computadora digital. Obtener un mejor aprovechamiento de los recursos tanto materiales como humanos en la producción industrial sólo puede lograrse mediante la aplicación de algoritmos del control moderno, cuya instrumentación requiere el uso de una computadora. Se contaba con un proceso hidráulico piloto que permitía representar, con las proporciones guardadas, una instalación industrial. Se trabajaba en el desarrollo de instrumentación y de dispositivos de control para plantas de fermentación. Se realizaban un conjunto de simulaciones híbridas de un proceso de fermentación para poner a punto un algoritmo de optimización sin modelo. Asimismo, se llevaban a cabo estudios sobre el control numérico de máquinas herramientas con programación en cinta perforada. Entre los objetivos de esta sección se encontraba la formación de un grupo de especialistas en el control de motores de potencia.

En la Sección de Comunicaciones se hacían investigaciones y desarrollo en los siguientes temas: teoría estadística de las comunicaciones, transmisión de datos, centrales telefónicas de conmutación temporal controladas por computadora, habla y audición. Estas áreas

de trabajo representaban un compromiso entre las inclinaciones de los alumnos e investigadores y las necesidades del país. Ejemplos de estas investigaciones son:

(a) La maqueta de conmutación temporal telefónica, que permitió iniciar estudios sobre dos aspectos: el proceso de conmutación temporal, y el control de centrales por computadora. (b) Estudios de teoría estadística de la conmutación: códigos óptimos, y canales dispersivos con desvanecimientos y memoria. (c) En transmisión de datos: simulador digital de líneas telefónicas, y generador de secuencias pseudoaleatorias y comprobador de errores. (d) El trabajo en habla y audición se encaminaba al diseño de ayudas electrónicas para corrección de defectos del habla. (e) Se había iniciado un programa de investigación sobre el desarrollo de dispositivos en microondas, en particular el diseño de amplificadores paramétricos en la banda de 2 Ghz, y se realizaban estudios sobre transmisión de información por portadora óptica.

Asimismo, se daban los primeros pasos de investigación y desarrollo en algunos aspectos de las ciencias de la computación: técnicas, teorías y algoritmos relacionados con el diseño y uso de computadoras digitales.

El primer mundo

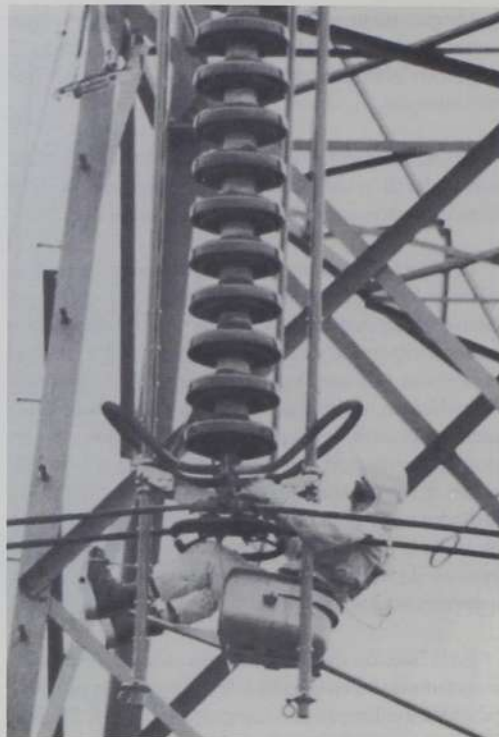
Tengo gratos recuerdos de la disciplina que nos imponían los profesores. Por ejemplo, del doctor José Gerstl Valenzuela, quien había sido director del Instituto Politécnico Nacional, y que fue nuestro profesor de probabilidad y estadística: "A ver, pasa al pizarrón, Bárcenas, y resuelve este problema". "Doctor, ¿me permite usar mi tabla de pares de transformadas?", le dije cándidamente. "¡Claro que no!, —repuso enfadado—. Imagínate que te lanzan un saque en tenis, en lo que consultas el manual de reglas, ¡ya perdiste!". Tenía mucha razón, pero en diciembre de 1975, cuando salíamos de los laboratorios a las 11:30 p.m. y escuchábamos el jolgorio de las preposadas o posadas que se realizaban en los barrios cercanos, ante nuestra imposibilidad de divertirnos, más de alguno tuvo pesadillas y soñó que el doctor Gerstl nos formaba en el estacionamiento de la sección y nos obligaba a caminar forzosamente toda la noche. De hecho, se nos obligaba a marchar de manera forzada, pero intelectualmente. Años después, el doctor Gerstl fue director de Conacyt y fue a Querétaro en el último año

de la administración de Mariano Palacios Alcocer a entregar, como invitado de honor, los premios Querétaro en Ciencias y Artes.

También recuerdo a la doctora Victoria Bájar, quien nos impartió la cátedra de computación. La primera máquina que usamos fue una Digital PDP-12 (en modo 8), que se considera casi "paradigmática" y estaba ubicada en el Departamento de Fisiología, en un anexo al laboratorio del doctor Pablo Rudomín. Como ahí éramos visitantes, nos programábamos para ir en las noches; a veces nos tocaba asistir en horarios tan incómodos como de las 2 o las 4 de la madrugada. Para poder usarla checábamos que estuvieran desacopladas sus entrefases. El laboratorio donde estaba la computadora era fascinante: las paredes estaban llenas de instrumentos y equipo; ahí trabajaba el doctor Rudomín en sus temas de investigación: análisis mediante registro extra e intracelular y computación analógico-digital en línea del papel de diversos tipos de inhibición sobre la transmisión de información en sinapsis aferentes. Mecanismos de información entre las interneuronas y las arborizantes terminales en fibras sensoriales, y participación del ácido gama amino butírico en los mecanismos de control presináptico. Para nosotros era trabajar en un mundo de magia y encantamiento.

Con la inquietud de rescatar el carácter lúdico de la investigación, una madrugada hice tocar a la computadora la melodía de *Cielito lindo*, con un programa codificado en cinta perforada. Por supuesto, los presentes la cantamos a plena voz. En eso se presentaron los de seguridad y vigilancia. "Son experimentos fisiológicos", les dijimos apenados. FOCAL era el lenguaje de "alto nivel" y el coco era el "lenguaje ASSEMBLER". La doctora Bájar se cambió al ITAM. En 1992 coincidimos en un congreso de ingeniería en San Antonio, Texas. Fue un verdadero placer volver a conversar con ella.

De las características del profesorado del Cinvestav, el doctor Rosenblueth decía: "Un profesorado constituido por expositores de ideas ajenas conduce fatalmente a una decadencia de los niveles educativos. Los investigadores científicos no son solamente indispensables para contribuir al acervo científico universal y para preparar otros investigadores, sino también son imprescindibles para establecer un ambiente educativo que progrese en vez de decaer. Carecemos en muchos campos científicos y tecnológicos de personal preparado para realizar



investigaciones originales y para poder impartir docencia adecuada para el adiestramiento de los investigadores y profesores del futuro. Estas deficiencias repercuten no sólo sobre nuestro desarrollo científico, sino también sobre nuestra industrialización y dificultan la solución de numerosos problemas técnicos de trascendencia nacional".

El Cinvestav era el primer mundo: profesorado, laboratorios, biblioteca, hemeroteca, etc. Como me interesaba conocer algo más del pensamiento y obra del doctor Arturo Rosenblueth, fundador del Centro el 17 de abril de 1961, compré en la biblioteca un libro interesantísimo que con material de Rosenblueth recopiló el doctor Juan García Ramos: *El método científico*. En algunos de los capítulos se encuentran aspectos "clásicos" de su pensamiento que posteriormente publicó en español la editorial Siglo XXI, *Mente y cerebro. Una filosofía de la ciencia*. Es destacadísima la labor científica del doctor Rosenblueth, quien colaboró con Norbert Wiener para dar forma a este cuerpo de conocimientos que conocemos como Cibernética.

En la contraportada del libro *Mente y cerebro* leemos: "(...) el problema de las relaciones mente-cerebro, cuyo análisis y discusión tienen como prerrequisito la adopción de una actitud filosófica precisa que sea congruente con la que emplean los investigadores que cultivan otros campos científicos. Un proceso mental y los fenómenos neurofisiológicos que le están correlacionados representan dos aspectos distintos de un solo y mismo suceso. El aspecto mental es el que adquiere ese evento cuando lo interpretamos como un proceso que se desarrolla en el universo material. Rosenblueth propone una filosofía dualista, pues afirma que la experiencia determina los procesos mentales y la existencia de un universo material, que determina los procesos físicos que ocurren en el cerebro humano. Su filosofía hace innecesarios los conceptos de interacciones causales ante los hechos mentales y los materiales". Coincido con Rosenblueth: las leyes de la física, por analogía, son aplicables a todo el universo material. Existe una termodinámica social.

Tres años después leí también las obras de Wiener; mucho gusto me dio conocer el crédito que da a un destacado queretano que también colaboró con él y con Rosenblueth, el doctor Juan García Ramos. De él dice Wiener: "De entre mis amigos médicos quisiera hablar en particular del doctor García Ramos, ya que él es, en su personalidad, un ejemplo viviente de lo que es el México nuevo. Nació en Querétaro, de padres que estaban en posición bastante modesta, y es de sangre otomí en forma más visible. Cuando era niño se dio de alta en el ejército. Siempre estuvo en el primer nivel en todas aquellas etapas en las que los exámenes o la capacidad servían para promover la carrera de un hombre (...)".

Asimismo, el doctor Juan García Ramos es el pionero del avance hacia Querétaro del Cinvestav, pues llegó hace años a la Universidad Autónoma de Querétaro para iniciar una línea de investigación en fisiología; se abrió el camino gracias a los impulsos iniciales de los doctores Hugo Aréchiga y Rogelio Lozano, quienes en ese entonces eran, respectivamente, jefe del Departamento de Fisiología y Biofísica y coordinador de la Sección de Control Automático. Mención importante merecen las gestiones que realizó Carlos Isaac Silva Barrón, compañero de la Facultad de Biología de la UAQ y también graduado en el Cinvestav. El gobierno del estado de Querétaro distinguió al doctor García Ramos con el Premio Querétaro de Ciencias Físicas y Naturales Doctor Leopoldo Río de la Loza.

La variable independiente

Tuve la fortuna de encontrar alojamiento muy cerca del Cinvestav después de haber presentado el examen de admisión. Cuando llegué a México, compré *El Universal* para buscar anuncios de alojamiento. En una esquina de la calle Montevideo se rentaba el cuarto de servicio para "dos estudiantes"; a la semana de que me instalé llegó un compañero de Oaxaca que se había inscrito en la ESQUIE, pero estuvo poco tiempo en el cuarto, pues le parecía una habitación muy fría y pequeña. Generalmente, cuando uno estudia bajo presión, lo único que requiere es un refugio para descansar y para mí resultaba suficiente. La señora de la casa, doña Lupita, era amable y platicadora con nosotros y muy exigente con sus hijas; a Lety, la mayor, le tocaba asear el cuarto cuando no tenían "muchacha"; Rebeca estudiaba en la Universidad de la Lindavista, era más joven, alegre y comunicativa, por lo general le correspondía servir la cena, y, cuando no estaba doña Lupita, el desayuno. Su hermano, a quien no veía y de quien ni siquiera recuerdo su nombre, estudiaba arquitectura. El señor de la casa trabajaba fuera del Distrito Federal. Iba poco, pero era atento y compartía la mesa con los inquilinos como si fuésemos de la familia. Era un ambiente muy agradable, respirábamos intimidad familiar, casi diría que me sentía consentido. Nunca antes había vivido en un cuarto de azotea. Mi amigo de Oaxaca decía que era el mundo donde reinaba la enemiga de Batman.

Aprovechando algunos ratos libres, hacía ejercicio para no volverme loco: caminaba, trotaba o corría en el Campus Zacatenco del IPN. Veía y conocía los edificios e instalaciones de las diferentes escuelas, como la ESIME. Una tarde se desarrollaba una conferencia en la Sección de Ingeniería en Comunicaciones Electrónicas en el marco de una semana cultural estudiantil. Se hablaba del sistema de control de aterrizaje de aeronaves guiado por radio; yo recordaba el "VOR Querétaro", una instalación ubicada en el municipio de El Marqués, muy cerca de la Peña Colorada, y la escuché atentamente. No recuerdo el título de la conferencia ni el nombre del conferencista que prosiguió; era un integrante del Comité Directivo de AMICEE que platicó del origen del IPN, su misión y sus fundadores. Habló, por ejemplo, de la "EPIME", de su tránsito a "EIME" y luego a "ESIME", de algunos hechos importantes como la instalación de la primera estación experimental de radio y su similar de televisión en 1935,

donada por el presidente Lázaro Cárdenas y puesta en operación por los ingenieros Manuel Cerrillo Valdivia y Walter C. Buchanan; luego platicó sobre los logros y la trayectoria de este último.

Años después me obsequiaron el libro que compiló el doctor Enrique G. León López (también en algún tiempo profesor del Cinvestav y en los años ochenta delegado de la SEP en el estado de Querétaro); en la contraportada dice: "Walter C. Buchanan, perteneciente a la destacada generación de profesionistas de los años treinta, educadores e inclusive ideólogos de la educación que estructuraron la enseñanza tecnológica, es una de las figuras que han sido pilares y guías de la ingeniería mexicana; por su magnífica labor dentro del campo profesional y por su actuación como maestro, político y, especialmente, como mexicano cuya entrega y vocación de servicio contribuyeron en mucho al desarrollo de las comunicaciones y electrónica en nuestro país". Esta referencia me hace recordar una serie de carteles que editó el gobierno de la República en 1976 y decían: "Hay hombres que respiran luz".

En 1975 fui el único alumno que se inscribió en Comunicaciones; mi asesor fue el doctor Juan Milton Garduño, quien me asignó un proyecto sencillo: poner a punto un programa para el manejo de tráfico telefónico. Aprendí algo de la teoría de las comunicaciones. En enero me llamó el doctor Nava y me dio una mala noticia: "¿Qué le pasó, Bárcenas? Fíjese que la situación es grave,

va a reprobar circuitos electrónicos y una reprobada causa baja definitiva; dése ahora de baja si tiene intenciones de volver a intentar su maestría; si no se da de baja usted, quedará bloqueado". "Gracias, doctor, estoy consciente de esa deficiencia, y le aseguro que regresaré a estudiar con mejor éxito. En un momento le traeré la solicitud de baja", le dije. "Por lo pronto es lo mejor", insistió. Una semana después regresaba a casa, con una convicción: reintentar posteriormente.

El 17 de abril de 1983, cuando el secretario de Educación, don Jesús Reyes Heróles, me entregaba en Ceremonia de Honor mi diploma de la Maestría recordaba una serie de vivencias y situaciones, a partir de agosto de 1979, en que reinicié mis estudios de posgrado: la especialidad de Control Automático; las líneas de investigación abordadas en procesos de fermentación y columnas de destilación; los artículos que publiqué en revistas y congresos siendo estudiante; la formación que reconozco haber recibido de Joaquín Álvarez Gallegos; los ejemplos profesionales de Romeo Ortega; el equipo formado con Alfonso Noriega y los compañeros de Ciudad Madero (Ernesto López Mellado y Manuel Santos Nieto); el Congreso de Modelado en Nueva York; la estancia en el Centro Internacional de Física Teórica en Trieste, Italia; la personalidad de Abdus Salam y su Academia de Ciencias del Tercer Mundo; mi matrimonio y mi primer hijo. No tengo la menor duda: en muchas situaciones de la vida y sus modelos de representación, el tiempo es la variable independiente.



Automatización y flexibilidad de la industria

Arturo Sánchez Carmona

La automatización se trata con frecuencia como un aspecto estratégico en los procesos tecnológicos. Más aún, no es raro encontrar proyectos o procesos tecnológicos en los que un alto grado de automatización es considerado como un factor importante de éxito. Por ejemplo, es común encontrar en los medios informativos anuncios de empresas fabricantes de bienes manufacturados que nos muestran a sus sistemas automatizados como los principales protagonistas que trabajan sin descanso con el objeto de convencernos de que nuestra próxima compra es una joya de avance tecnológico, no únicamente por su diseño, sino por el proceso como ha sido manufacturado.

Sin embargo, a finales de los años 90 el Departamento de Producción Innovadora del Instituto de Investigación en Sistemas e Innovación de la Sociedad Fraunhofer¹ detectó una disminución en el grado de automatización en los procesos de la industria alemana, así como una baja considerable en la inversión en este rubro. A finales de 1999 el Dr. Gunter Lay, adscrito al citado departamento, se dio a la tarea de identificar las razones de esta tendencia y sus posibles consecuencias por medio de la realización de una encuesta a empresas alemanas. Se recibieron 1442 respuestas y los resultados fueron publicados en mayo de 2001. De las respuestas recibidas, más del 60% provino de la industria metal-mecánica (maquinaria y productos terminados). En un segundo lugar se encontraron las industrias relacionadas con instrumentos de precisión y la ingeniería eléctrica con casi el 20% de las respuestas. En cuanto al número de empleados, alrededor del 50% de las empresas que

El Dr. Arturo Sánchez Carmona es investigador titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación de la Unidad Guadalajara del Cinvestav. Dirección electrónica: arturo@gdl.cinvestav.mx.



respondieron tenían hasta 99 empleados. El siguiente sector fue empresas de 100 a 200 empleados con casi un 20% de respuestas.

Resultados

Los resultados confirmaron lo que se había detectado con anterioridad. Se encontró que alrededor del 35% de las empresas con sistemas automatizados de flujo de materiales o ensamble redujeron o planean reducir el grado de automatización, mientras que alrededor del 25% de las empresas con equipo altamente automatizado redujeron o planean reducir el grado de automatización. De éstas, el 44% hizo la reducción o hará la reducción aún cuando considera la inversión en automatización importante o muy importante.

Dentro de las razones para reducir el grado de automatización, 65% contestó que lo hacían para poder producir lotes más pequeños de productos y 57% para lograr mayor flexibilidad en el proceso productivo. A la pregunta de por qué producir lotes más pequeños, 51% contestó que requerían ser capaces de producir lotes para satisfacer pedidos individuales, mientras que el 80% de las empresas contestó que requerían trabajar en campañas o corridas reducidas o medianas. Es importante notar que el 41% contestó que también realizaba

campañas o corridas grandes. Más interesantes aún fueron las tasas de rechazo y porcentajes de gastos generales registrados. En el caso de empresas sin sistemas altamente automatizados, éstos fueron del 6.5% y 32.5%, respectivamente. Las empresas con sistemas altamente automatizados registraron 5.1% y 31.9%, mientras que las que redujeron sus sistemas automatizados reportaron 4.1% y 28%, también respectivamente.

Conclusiones del estudio

Para buena parte de la industria, los mercados son muy dinámicos. Día con día demandan una mayor variedad de productos con una mayor calidad a un mejor precio, en un tiempo menor y con menor costo (y en algunas ocasiones elaborados y eliminados al final de su ciclo de vida con procedimientos amigables al ambiente).

Considerando lo anterior, se puede inferir de los resultados de la encuesta que los conceptos actuales de automatización flexible no aseguran, en muchas ocasiones, los grados de flexibilidad requeridos para responder a las demandas de los mercados. Cambios en la tasa de ventas o cambios de producción para acomodar nuevos productos se dan solamente con un costo muy alto en los sistemas muy automatizados. Es notable que casi un 50% de las compañías encuestadas con alto nivel de facturación han reducido drásticamente o planean reducir los niveles de automatización, particularmente en el flujo de materiales. Por lo tanto, resulta necesario establecer conceptos efectivos para la automatización flexible que tomen en cuenta soluciones de organización y así lograr la integración con sistemas que atienden niveles superiores en la estructura de la empresa, por ejemplo con sistemas de ejecución de manufactura.

Lecciones para la industria en México

Aun cuando en México no existe un censo de empresas según su régimen de producción, tanto en la industria de manufactura como en la de proceso, el número de empresas que operan en régimen por lotes es muy alto. La experiencia alemana nos muestra que un alto grado de automatización, tanto en equipo como en organización, puede que no sea la mejor estrategia a seguir para ser

más competitivos. Parece ser que una de las enseñanzas de contar con altos grados de automatización ha sido para los alemanes el de un conocimiento sistematizado y profundo de sus procesos productivos. Así pues, una vez que se ha modificado la tecnología de automatización que restringía su flexibilidad, han sabido utilizarla para dar respuesta a las demandas de los mercados internacionales.

Por lo tanto, el introducir sistemas automatizados en la industria nacional, si bien puede traer beneficios importantes, debe ser realizado utilizando conceptos flexibles y sistemas de automatización apropiados a nuestros modelos de producción y organización, que exploten de manera conveniente las tecnología de automatización e información disponibles en nuestro país y que respondan a la situación actual en los mercados internacionales.

Tanto la comunidad científica internacional (e.g., *International Federation of Information Processing*), así como algunas agrupaciones profesionales (e.g. *Manufacturing Execution Systems Association*, *World Batch Forum*), universidades y agrupaciones comerciales ya cuentan con grupos interdisciplinarios que trabajan intensamente en temas que podrían ayudar a resolver el problema detectado por el Dr. Lay. Es importante destacar las herramientas para el modelado del ciclo de vida de empresas que consideran estos aspectos (por ejemplo GERAM), así como los estándares y documentos relacionados con la implantación de estos modelos (por ejemplo, los estándares de la ISA para el control de lotes

y su integración a la empresa). En México existen grupos tanto universitarios como comerciales que realizan tanto investigación como desarrollo tecnológico en automatización (ya sea en sus facetas formales o tecnológicas), quizás no en la medida que a muchos de nosotros nos gustaría. La coyuntura detectada por el Dr. Lay y su equipo puede significar una gran oportunidad para acortar la brecha tecnológica en este ámbito y generar tanto las nociones necesarias de automatización flexible como la tecnología requerida, tales que tengan un impacto positivo en la industria nacional.



Nota

1. *Think-tank* alemán en aspectos relacionados con el desarrollo tecnológico y su impacto socio-económico en ámbitos nacionales e internacionales. Dirección electrónica: www.isi.frh.de



LA DIVISI3N DE PARTÍCULAS Y CAMPOS
DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA

CONVOCA

A LA MEDALLA 2002 DE LA DPC

La Medalla 2002 de la Divisi3n de Partículas y Campos de la Sociedad Mexicana de Física (DPC-SMF) se otorgará a un investigador que haya contribuido de manera notable al desarrollo en México de la física de partículas y campos. Podrán concursar también físicos mexicanos radicados en o fuera de México que se hayan destacado en el ámbito internacional por sus contribuciones en esta área del conocimiento.

BASES

1. Los candidatos deberán ser propuestos por miembros de la DPC-SMF
2. Las propuestas deberán incluir la siguiente documentación:
 - *Carta de presentación
 - *Currículo del candidato
 - *Carta de anuencia del candidato
3. El jurado estará integrado por el Consejo Técnico Consultivo de la DPC-SMF. El fallo del jurado será inapelable y la Medalla no podrá otorgarse post mortem.
4. La Medalla 2002 será entregada en una ceremonia especial que se celebrará durante la X Escuela Mexicana de Partículas y Campos que tendrá lugar del 30 de octubre al 6 de noviembre de 2002 en Playa del Carmen, Quintana Roo.
5. La fecha límite para presentar candidatos es el 8 de junio del 2002.

Mayores informes

Myriam Mondrag3n
IF-UNAM, Ciudad Universitaria
Apdo. Postal 20-364
01000, México, D.F.
Tel. (55) 5622 5014, Fax (55) 5622 5015
myriam@fisica.unam.mx

Lorenzo Díaz Cruz
IF-BUAP
Apdo. Postal 5-48
72570, Puebla, Pue.
Tel./Fax: (22) 45 76 45
ldiaz@ifuap.buap.mx

Panorama de las neurociencias

Carlos Chimal

En nuestro panorama de testimonios acerca de lo que se sabe hoy en día de los procesos mentales y sus bases neurofisiológicas, toca el turno a un destacado investigador del Cinvestav, el doctor Javier Alvarez Leefmans. Gracias a él hemos podido conocer ya los puntos de vista de prominentes especialistas de diversas partes del mundo, como son Rodolfo Llinás y Henry Jerison, publicados en estas mismas páginas¹. Alvarez Leefmans es un personaje reconocido y querido en el campo de las neurociencias, lo cual me consta, pues asistí hace algunos años a un homenaje que le hacían sus colegas españoles en Valladolid por su fructífera carrera.

Las ideas alrededor del debate sobre la conciencia como un espectáculo inefable o un hecho que puede describirse, como algo que está más allá de nuestro ser o algo que está encamado en la experiencia; las aportaciones del mítico Santiago Ramón y Cajal; el estado último de los estudios dedicados a los procesos mentales para entenderlos y usarlos con fines terapéuticos, son temas en los que Alvarez Leefmans tiene una opinión experta, interesante y original.

Carlos Chimal (CC): ¿Estamos viviendo una revolución en las neurociencias?

Javier Alvarez Leefmans (JAL): Sí, una revolución que realmente está impactando en todas las áreas, incluso en disciplinas clínicas como la neurología y, fundamentalmente, la psiquiatría. En los últimos años hemos encontrado que hay implicaciones físicas,

Carlos Chimal, novelista y ensayista científico, es colaborador de *Avance y Perspectiva*.



explicaciones científicas a procesos mentales como la memoria, el aprendizaje, la atención y, desde luego, el pináculo de las funciones mentales, que es la conciencia. Estas explicaciones científicas o, si se quiere, esta tendencia a dar explicaciones científicas a dichos fenómenos es relativamente nueva, puesto que eran aspectos tratados fundamentalmente por los filósofos. Eran, pues, parte del terreno de la especulación. Después pasaron a ser parte del terreno de la psicología, con muchísimas tendencias y muchísimos matices. Hoy en día son problemas que se estudian en los laboratorios de neurociencias en varias partes del mundo.

El problema del ligamen

CC: Y el fenómeno es relativamente reciente, ¿no es así?

JAL: En realidad es muy reciente. El abordaje de los problemas de la conciencia desde el punto de vista neurofisiológico comenzó hace apenas unos 20 años, cuando neurofisiólogos de la talla de John Eccles, quien recibió el premio Nobel en 1963, y Bernard Mountcastle comenzaron a ocuparse seriamente del asunto. Y en este momento estamos viviendo una verdadera explosión, a tal grado que la prestigiosa revista *Neuron*, la cual había estado publicado tradicionalmente, desde que se fundó,

sólo temas de biología molecular relacionados con diversos aspectos de la investigación en el sistema nervioso, en el año 2000 le dedicó la mitad de un número a un problema fundamental, el problema del *binding* o ligamen.

CC: ¿Puedes abundar en este asunto?²²

JAL: Es un problema que, aunque ha existido siempre, no se había tocado con vastedad. De hecho, los filósofos de finales del siglo XIX se interesaron mucho por el problema de cómo podemos tener una visión unificada del mundo, siendo que las experiencias de la realidad nos llegan por diferentes vías sensoriales. Es decir, te estoy viendo, estoy oyendo los ruidos de la calle, siento el roce de mi camisa, puedo percibir un aroma. En el ambiente hay una temperatura, recibimos cierta cantidad de luz, estoy hablando contigo, y, sin embargo, eso lo estoy percibiendo como un todo unificado.

El estudio lo formuló un investigador alemán, Christoph von der Marburg en 1981, o sea que estamos hablando de algo muy reciente. Y se ha estudiado muchísimo en la vía visual porque es en donde mejor pueden entenderse muchas de estas cosas. Nos es más fácil entender la vía visual y, además, había numerosos estudios de ella. Así, cuando veo un objeto, digamos, una manzana, ésta se descompone, se fracciona en el cerebro en diferentes regiones. Diferentes grupos neuronales analizan diferentes atributos de eso que yo llamo



manzana. Por ejemplo, hay neuronas que analizan el color rojo de la fruta; otras se ocupan de su forma; algunas más analizan la tridimensionalidad de la manzana. Otras, incluso, nos permiten tener una idea de cuál es el peso, es decir, desde que aprendemos a sopesar manzanas, con verías podemos adivinar cuál va a ser el peso de ese objeto que estoy percibiendo. Y todo eso se está integrando en diferentes sitios de la corteza visual y de la corteza visual accesoria; en realidad, en casi todo el cerebro, de tal

manera que lo que veo es una manzana. No veo las características que constituyen a una manzana, veo un objeto único, una manzana. No sólo eso. Puedo ver varios objetos simultáneamente que se integran en mi campo visual, a pesar de sus características tan diferentes. Aun así, los percibo como objetos íntegros, es decir, hay una visión unificada de la realidad.

¿Cómo es posible? ¿Cómo es posible que percibamos el tiempo como un continuo, si lo que sucede afuera son eventos pautados? Todos esos son problemas que, evidentemente, se cuestionaron los filósofos hace muchísimo años y apenas ahora están encontrando explicaciones científicas, explicaciones neurofisiológicas. Por tanto, apenas estamos empezando a desentrañar el fenómeno.

CC: ¿El ligamen es una de estas explicaciones? ¿Cómo se relaciona con el tema de la conciencia?

JAL: Si todo este instante lo estoy percibiendo como un ensamble, quiere decir que estoy teniendo una experiencia unificada de dicho ensamble. Y, sin embargo, estoy poniendo en juego la entrada visual, el área auditiva, los receptores de temperatura, la vía olfatoria, los mecanismos de comprobación del espacio en el que me muevo. Y todo ello tiene representaciones en diferentes lugares de la corteza cerebral. ¿Cómo es posible que todo se una en un instante? Hay una teoría, postulada en fecha relativamente reciente por el distinguido neurofisiólogo de origen colombiano, Rodolfo Llinás, quien es el actual jefe del Departamento de Fisiología y Biofísica de la Universidad de Nueva York, en donde afirma que el tálamo, esa estructura que tenemos en el centro del cerebro, como una especie de mamey, y que está conectado a diferentes regiones de la corteza cerebral (el tálamo realmente está cubierto por la corteza cerebral) sostiene un “diálogo” continuo entre sus neuronas y las neuronas de la corteza cerebral, de tal manera que se produce una oscilación que se expande y se transmite mediante un “barrido” desde la corteza frontal hasta la corteza occipital cada 12.5 milésimas de segundo².

CC: ¿Esto quiere decir que las experiencias de la realidad se integran en ese brevísimo lapso de tiempo?

JAL: En efecto, las experiencias que se están integrando en la corteza frontal, en la corteza parietal, en

la corteza occipital, etcétera, están siendo unificadas en un cuanto de tiempo que dura 12.5 milisegundos. Llinás postula que este barrido es el que nos permite tener unificadas todas estas experiencias polisensoriales y el que nos da la sensación de continuidad y de unidad del mundo externo. Y esto no es nada más una hipótesis. Hay medidas hechas con un aparato, llamado magnetoencefalógrafo, que puede registrar los campos magnéticos de las células nerviosas, los cuales son muy débiles. Tiene la ventaja de poder hacer registros de mayor profundidad que el electroencefalograma, pues lo que registra son las fluctuaciones de voltaje debidas a las corrientes eléctricas que fluyen a través de las membranas de las neuronas. Este aparato ha mostrado que el intervalo mínimo de tiempo en el cual podemos percibir dos eventos en el mundo externo, lo que se llama el cuanto psico-físico, como dije, dura 12.5 milésimas de segundo.

CC: ¿Qué sucede si algo acontece en un intervalo aún más breve?

JAL: Lo percibimos como lo mismo. Si existe una discontinuidad dentro del mismo sistema, nosotros no la discriminamos. Hay que recordar, por otra parte, que el análisis que hace el sistema consiste en la transformación de un mundo analógico, que estamos digitalizando y luego lo volvemos analógico otra vez. De ahí que tengamos esta percepción de continuidad, no sólo en el espacio sino también en el tiempo, lo cual es muy importante. Ahora bien, ¿dónde está? Es un problema muy gordo, tal vez el problema más duro. ¿Cómo le hace el cerebro para que percibamos lo que está integrándose de alguna manera en el tálamo? No lo sabemos, no sabemos en este momento realmente cuál es la explicación neurofisiológica de un fenómeno subjetivo y privado, como es la conciencia.

Mente-cerebro

CC: Y por lo que sabemos, ¿cuál sería tu definición temporal de la conciencia?

JAL: Podemos decir que se trata de un fenómeno mental, es decir, un fenómeno neuronal que nos permite percatarnos del yo y del entorno, en el tiempo y en el espacio. Por medio de la conciencia me percaté de mi propia existencia, de mi propio yo. Este fue un fenómeno



que llamó muchísimo la atención y obsesionó al gran René Descartes, quien en realidad fue el formalizador del dualismo (mente-cerebro).

CC: El cual nos ha traído tantos dolores de cabeza.

JAL: Bueno, fue algo que, por un lado, nos hizo mucho bien, y por otro, nos hizo mucho mal. A él lo benefició (Descartes) porque le permitió separar las cosas intangibles y del alma, que pertenecían al ámbito de la religión y de la Iglesia, de lo material. Entonces pudo analizar la máquina sin que fuera objetado por las autoridades eclesiásticas de la época y sin haber perdido él sus convicciones religiosas, pues era un hombre profunda-

mente religioso. Así separó la mente del cuerpo, visión que cada vez con mayor claridad la ciencia nos muestra que es errónea. La mente es una función del cuerpo, no es algo distinto. Es realmente *la* función.

Voy a usar una metáfora muy conocida pero que es útil por ilustrativa. Cuando estamos trabajando con una computadora, existe un programa que corre sobre un *hardware*. Éste, y no al revés, es lo que permite que el programa opere. No podemos decir que las operaciones del programa y el programa mismo sean algo etéreo e intangible, intrínsecamente distinto del objeto físico llamado computadora. La mente es el programa de las neuronas que nos permite realizar toda esa serie de funciones alrededor de la conducta, la que nos da la capacidad de hablar, de tener conciencia, de escuchar, de aprender. Es aquello que me permite poner atención y descubrir que todas estas funciones mentales, aparentemente intangibles, en realidad son funciones neuronales.

De esa manera, el problema mente-cuerpo como dos entes separados se convierte en un problema de unidad. Probablemente la visión que tiene la mayor parte de los neurocientíficos hoy en día sea una visión monista, a diferencia de una visión dualista, cartesiana típica, en donde los procesos mentales son algo completamente separado del cuerpo. Lo mismo sucedió, por ejemplo, con el concepto de la vida en el siglo XIX. La vida se consideraba como algo intangible, es decir, se creía en un misterioso soplo de vida.

Los vitalistas decían que la vida era algo que se infundía a la materia naturalmente. Hoy en día sabemos que la vida está perfectamente codificada en las moléculas que descubrieron James Watson y Francis Crick hace casi cincuenta años. El código genético en el ADN es un programa de ensamble de diferentes componentes que interactúan en forma específica y que producen o tienen propiedades que emergen durante su desarrollo. Si se arreglan los componentes de una célula de manera distinta, ésta no habrá de vivir, aun cuando los componentes sean los mismos. Eso quiere decir que dichas partes tienen que estar organizadas o ensambladas de una manera determinada, y cuando esto sucede se genera una propiedad nueva del sistema que no tienen las partes. Aparece una propiedad emergente. Esa propiedad es la vida.

Si bien no creo que se trata de nada mágico ni maravilloso, el poder explicar la vida en términos biológicos no le quita de ninguna manera ni la parte estética ni la sensación subjetiva de espiritualidad y de misticismo, ni mucho menos la poesía que tiene. Simplemente nos permite acercarnos de manera más racional a la verdad del mundo, al entorno del mundo, y a entender mejor nuestra propia naturaleza.

Condiciones mínimas

CC: ¿Cuáles son las condiciones mínimas para el surgimiento de la conciencia?

JAL: Para que haya conciencia se necesita un sistema nervioso, es decir, la conciencia no es un proceso privativo del ser humano. La conciencia es un proceso evolutivo; es un proceso mental que ocurre en otras especies, no sólo entre el *Homo sapiens*. Ocurre en diversos grados y es muy difícil establecer una zona limítrofe. Sin embargo, el grado de conciencia que ha alcanzado el cerebro humano es tan grande que a veces nos hace pensar que se trata de algo totalmente distinto a la conciencia, por ejemplo, que puede poseer un chimpancé. Efectivamente, es tan alto el grado de conciencia que ha alcanzado el ser humano a través del desarrollo de su cerebro que, en primer lugar, tiene memoria histórica. La conciencia de sí mismo es tan profunda que entierra a sus congéneres. El ser humano suele hacer predicciones; tiene esta capacidad de predecir el futuro, que también un perro tiene, pero tal vez no con el alcance del humano.

CC: ¿Es una cuestión de grado?

JAL: Sí. Un perro tiene capacidad de analizar ciertas situaciones. Si ve que viene un camión por la carretera, lo más probable es que se detenga. ¿Por qué? Porque puede imaginarse que si sigue caminando, el camión lo va a aplastar. Por supuesto, el perro tiene esta capacidad de anticipar su futuro muy inmediato; nosotros tenemos una capacidad un poquito mayor de predictibilidad debido a ese gran desarrollo de la conciencia.

CC: Así que la conciencia es un fenómeno que requiere, ante todo, de un sistema nervioso.

JAL: En efecto. No tenemos evidencia ni podemos decir que una piedra tenga conciencia, ni que un árbol la



tenga. Para que surja la conciencia se necesita un sistema nervioso, y hay sistemas nerviosos que no tienen conciencia, que son máquinas automáticas, como las esponjas y los caracoles. Son organismos que responden incluso *a posteriori*. No tienen esa capacidad de analizar la situación, lo cual requiere de mayor aprendizaje y memoria, los prerrequisitos para que exista conciencia. Diría que la atención, la memoria y el aprendizaje son las condiciones básicas para que exista conciencia, todo ello enmarcado en el tiempo. Si no estamos alertas y carecemos de memoria, simplemente no podemos aprender y, por tanto, seremos incapaces de tener una experiencia consciente.

Teoría de la conciencia

CC: Con respecto a hipótesis alternativas, como las del notable físico de Oxford, Sir Roger Penrose, ¿cuál es tu opinión de ellas?

JAL: Creo que Penrose es un extraordinario físico, pero simple y sencillamente no entendió lo que es el sistema nervioso. Junto con (Stuart) Hameroff han postulado una teona de la conciencia que es totalmente absurda³. Según ellos, la conciencia surge en los microtúbulos, que son unas estructuras del citoesqueleto

adentro de las neuronas. En primer lugar, no hay ninguna razón para postular esto. Es la misma razón por la cual Descartes afirmaba que el alma estaba en la glándula pineal. Yo puedo decir cualquier cosa, pero hay que probarla. Y sería muy fácil demostrar que ellos están totalmente errados, puesto que aquellas sustancias que disuelven el citoesqueleto, como la colchicina, la cual se le da a muchísimos pacientes cirróticos, entre otros, no produce en ellos alteraciones de la conciencia.

Me parece que hay que ser muy cautelosos con la interpretación que le damos a nuestras lecturas y la validez de las diferentes corrientes, porque, especialmente este campo, de inmediato se plaga de gente charlatanesca. No quiero llamarle así a Penrose, quien es un gran físico. Repito. Este no es el caso. Simple y sencillamente es ignorancia y buena fe. Pero hay otras personas que tratan de ofrecer explicaciones alternativas, de tipo místico. Yo creo que esas explicaciones son válidas dentro de un contexto religioso. Y como soy absolutamente respetuoso de las creencias religiosas, no puedo hablar como un hombre de fe sino como un científico, y como tal sólo puedo aceptar aquellas afirmaciones que están dentro del ámbito de la ciencia y que son susceptibles de ser cuestionadas y analizadas con los métodos de la ciencia.

Por eso hasta hace pocos años la conciencia no era un tema científico, simplemente porque nos faltaban



Tejido neuronal

CC: En cuanto a tu propia investigación, ¿puedes describirla en forma somera?

JAL: Junto con mis colaboradores hemos estado estudiando dos aspectos fundamentales fisiopatológicos en células gliales y neuronas, que tienen que ver con los mecanismos que le permiten a una célula nerviosa controlar su contenido de agua. Esto es importante más bien desde el punto de vista de biología celular, aunque también tiene una gran aplicación desde el punto de vista neurológico porque el edema, el hinchazón cerebral, que es una complicación de muchísimas condiciones neurológicas (como los traumatismos o intoxicaciones por insuficiencia hepática, por amoníaco y otras) puede provocar la muerte de un individuo. Nos interesa saber qué es lo que está sucediendo a escala celular en las neuronas y en las células gliales que provoca este edema, pues si tenemos mejores explicaciones tal vez podamos prevenirlo. Este es uno de los temas.

Otra vertiente ha sido estudiar los mecanismos que regulan la concentración de cloro en el interior de las células. El cloro es un anión, es decir, un átomo cargado negativamente que se mueve a través de la membrana y es muy importante en procesos de inhibición sináptica. Cuando estos procesos se alteran, generan enfermedades como la epilepsia. Además, dichos fenómenos de inhibición son de la mayor importancia en el procesamiento de información en redes neuronales, por lo que hemos trabajado desde hace mucho tiempo en unas moléculas localizadas en la membrana de las neuronas. Mientras que una transporta cloruro hacia el interior de las neuronas, otra lo conduce hacia el exterior y permite, de alguna manera, mantener, adentro y afuera, concentraciones de cloruro adecuadas para que se lleven a cabo estos fenómenos de inhibición sináptica.

CC: ¿Y qué han encontrado? ¿Hacia dónde se orienta la investigación?

JAL: En primer lugar, hace varios años encontramos en neuronas sensoriales de los ganglios raquídeos una molécula llamada triple co-transportador de sodio, potasio y cloro. Es una molécula que introduce al interior celular estos tres elementos gastando energía, es decir, es un sistema de transporte activo, ya que usa energía para

muchas piezas de este rompecabezas. Por fortuna, en los últimos cincuenta años hemos avanzado muchísimo en nuestro conocimiento del sistema nervioso, gracias sobre todo a los avances tecnológicos que nos permiten cada vez más ver objetos a escala celular y molecular que antes no podíamos ni siquiera sospechar de su existencia. Ahora entendemos aspectos integrativos de órganos y podemos llevar a cabo análisis conductuales con muchísimo mayor rigor de lo que se hacía antes. Las nuevas tecnologías nos ayudan a penetrar de alguna manera en los componentes del cerebro y nos han permitido conocer cómo interactúan. Y, repito, este es el comienzo. Aunque la explosión es logarítmica. Probablemente estamos en la parte donde una función logarítmica empieza a crecer a una velocidad mayor. Creo que vendrá una época extraordinaria.

transportar un ion que está fuera de equilibrio. Así, estos sistemas acumulan cloruro adentro de las neuronas. Sin embargo, no en todas se produce tal acumulación; en otras, por el contrario, el nivel es más bajo que aquél que debería tener si el cloruro estuviese distribuido en equilibrio.

Encontramos también que los neurotransmisores, las sustancias químicas que se liberan de la sinapsis y que actúan sobre ciertas neuronas, producen una despolarización. Si, por ejemplo, el cloruro está alto, como sucede en las neuronas sensoriales, neurotransmisores como el ácido gamma amino-butílico, o GABA, invierten el potencial eléctrico que hay adentro de la célula.

CC: ¿Por qué es tan importante esta diferencia de potencial?

JAL: Es muy importante, por ejemplo, en fenómenos de inhibición presináptica. Pero también durante el desarrollo de un organismo. Prácticamente todas las neuronas del sistema nervioso son despolarizadas por GABA, y conforme el sistema nervioso central va madurando hay otros sistemas de transporte que empiezan a sacar cloruro de la célula. Son proteínas que están en la membrana. Y al bajar el nivel de cloruro, el neurotransmisor GABA se convierte ahora en uno de tipo inhibitorio hiperpolarizante. ¿Qué quiere decir esto? Que disminuye la probabilidad de disparo de impulsos eléctricos en una célula nerviosa, lo cual tiene mucho que ver con el desarrollo del sistema nervioso.

Es una condición esencial en la forma que, por ejemplo, las neuronas de un embrión encuentran dónde hacer blanco con la neurona siguiente. Así pues, creo que juega un papel esencial en la manera como se teje, digamos, este alambre; en la manera como se dan estas conexiones tan precisas que tienen las células nerviosas unas con otras en diferentes partes del sistema nervioso. Como dijimos, todo eso está codificado en el ADN. Y hay una serie de instrucciones que se van poniendo en operación durante el desarrollo, de tal manera que determinados grupos de neuronas emiten axones que saben con cuáles otras neuronas van a conectarse. Por ello se forman circuitos de una precisión extraordinaria y perfectamente reproducibles entre un individuo y otro a través de este programa genético.

CC: ¿Existe alguna otra observación que se desprenda de este fenómeno estudiado por tu grupo?

JAL: Pues esta proteína que nosotros encontramos originalmente en las neuronas sensoriales tiene que ver con la acción del GABA durante el desarrollo. Y, puesto que es despolarizante, al llevar a cabo esta acción en la membrana se produce la apertura de canales por los que entra el calcio. Y el calcio tiene que ver con este crecimiento de axones, así como con el programa de contacto, perfectamente predeterminado, de unas células con otras para formar el sistema nervioso.

Esa es una de las consecuencias de nuestra investigación. Otra está relacionada con el fenómeno de la inhibición presináptica, que ha sido muy estudiado por el doctor Pablo Rudomín. Se trata de un proceso que nos permite filtrar información del mundo externo de manera selectiva, a través de todas las neuronas sensoriales. Para que este proceso se lleve a cabo se necesita que el neurotransmisor GABA tenga una acción despolarizante, la cual es posible gracias a la presencia de la molécula que hemos estudiado. Si no existiese, GABA no tendría acción despolarizante porque no habría quién metiera cloro. Es como una especie de bomba que lleva cloruro, que es un anión. Y dado que el interior está cargado negativamente, entonces tiene que gastar energía para transportarlo desde afuera de la célula hacia el interior.

También hemos dedicado muchísimo tiempo a localizar esta molécula con anticuerpos monoclonales. Estos nos permiten marcar una región específica de la molécula para determinar en dónde se encuentra distribuida; en qué parte de las neuronas y de las células gliales; en cuáles de las diferentes etapas del desarrollo del sistema nervioso. Estas serían las vertientes de nuestra investigación.

Actualidad de Ramón y Cajal

CC: ¿Cuál es la actualidad de Santiago Ramón y Cajal?

JAL: Creo que tiene una actualidad extraordinaria, tanto así que sigue siendo uno de los autores más citados en neurociencias. Cajal es tan citado como (Charles) Darwin o (Albert) Einstein. La razón es muy sencilla. Él sentó las bases de la organización del sistema nervioso que sigue vigente, y sigue vigente como todo lo que es clásico. Sigue vigente porque así es.

CC: Pero, ¿por qué es? Debe haber razones.

JAL: Porque pudo entender la estructura microscópica del sistema nervioso. Nos enseñó cómo se conectaban las células nerviosas entre sí. Todos estos circuitos y estructuras laminares de los que hemos hablado anteriormente, que están perfectamente determinados y muy bien organizados, pues fue él quien los descubrió y los entendió. Antes de Cajal se creía que el sistema nervioso era una red sin fin y que todo se conectaba con todo; era lo que se llama un "sincisio". Cajal estableció lo que se conoce como la teoría neuronal, en donde las neuronas son unidades independientes que se conectan unas con otras a través de estructuras especializadas conocidas con el nombre de sinapsis.

El término sinapsis lo inventó un neurofisiólogo muy famoso, el inglés Charles Sherrington, quien también obtuvo el premio Nobel. Sherrington llevó a cabo estudios fisiológicos muy importantes del fenómeno de conexión sináptica, aunque en realidad lo que hizo fue darle nombre a un descubrimiento realizado por Cajal a principios del siglo XX, observando precisamente el tejido embrionario.

CC: En tu libro sobre él mencionas las extraordinarias preparaciones argénticas del maestro español, las cuales parecen formar una selva, con árboles de distintas especies⁴.

JAL: En efecto, Cajal decía que para entender una selva había que saber cómo estaba organizada. Y cuando uno ve una preparación elaborada por él mismo con estas impregnaciones argénticas, uno se queda pasmado de la maravilla que tenemos aquí adentro. En términos estéticos hay una belleza impresionante, en donde encontramos algo que realmente se parece a una selva. Vemos que las dendritas, aquellas prolongaciones que presentan las células nerviosas, siguen incluso un patrón de división y de orientación similar al de los árboles. Así que la forma en que se conectan estas células, su morfología y una primera teoría acerca del funcionamiento del sistema nervioso, todo ello lo estudió y lo asentó Cajal. Por ello creo que será muy difícil derribar el edificio que construyó Cajal; es un edificio clásico estable.

Es mucho más sólido porque no se limitó a describir una estructura como un anatomista; no sólo se concretó a la forma sino que le dio significado dinámico a la forma, de ahí su grandeza. Entendió lo que estaba viendo. Si uno ve una preparación y los dibujos de los neurohistólogos anteriores a Cajal y después de él, hay un mundo de

diferencia. En el libro referido digo que, así como podemos dividir el tiempo a partir de Cristo, igualmente podemos decir que la neurociencia se divide antes de Cajal y después de Cajal, y no creo estar exagerando.

Contribuciones de Rosenblueth

CC: Acerca de Arturo Rosenblueth, ¿qué podrías decirnos? ¿Lo conociste personalmente?

JAL: Arturo Rosenblueth fue uno de los más grandes fisiólogos del siglo XX, pues hizo muchísimas contribuciones y no sólo en el ámbito de la neurofisiología. También, junto con Norbert Wiener, fue uno de los creadores de la cibernética. Otro de sus grandes aciertos, y que tanto han contribuido a elevar la cultura científica de México, fue haber fundado el Cinvestav, hoy por hoy una de las dos grandes instituciones en donde se hace investigación de alto nivel en este país. Realmente creo que fue un hombre muy importante para México, como lo fue también para la ciencia universal.

CC: ¿Por qué?

JAL: Porque, junto con Walter B. Cannon aclaró la naturaleza de los contactos que había descrito Cajal en términos anatómicos. El problema era entender cómo un impulso nervioso que viajaba en una neurona se transmitía hacia otra, siendo que había una discontinuidad en esa sinapsis. Entonces se generaron inmediatamente dos teorías. Una decía que el impulso pasaba por una suerte de inducción eléctrica al otro elemento y la otra, una teoría química, postulaba que cuando llegaba el impulso nervioso a este elemento, que llamaríamos presináptico, liberaba sustancias químicas que conocemos como neurotransmisores, y de los cuales hay más de cien identificados hoy en día. Dichos neurotransmisores producen un cambio farmacológico en el elemento postsináptico que, a su vez, genera otra señal eléctrica.

De esta manera encontraron que la transmisión era una transmisión de tipo químico. Es eléctrica en el elemento neuronal presináptico, después se libera una sustancia química que viaja por ese espacio muy pequeño, de 300 Angströms apenas, y que separa a los dos neuronas. Más tarde actúa sobre moléculas receptoras específicas en el lado postsináptico que, a su vez, abren canales



iónicos por los cuales fluyen iones y se generan corrientes eléctricas que provocan otros impulsos. Bueno, pues Rosenblueth fue uno de los paladines de la transmisión química cuando se consideraba que su naturaleza era simplemente eléctrica. El mismo John Eccles creía en esta hipótesis, aunque después tuvo una transformación casi religiosa y se volvió ardiente defensor de la teoría de la transmisión química. Rosenblueth, Cannon, Felderck y otros científicos presentaron evidencias contundentes que mostraban que el modelo eléctrico era erróneo. Esta fue una de las grandes aportaciones de Arturo Rosenblueth.

Otra, que a veces se soslaya, fue haber sido el primero en registrar el impulso nervioso en una sola célula, junto con Pitts y McCulloch. Antes se había podido registrar el impulso eléctrico en fascículos que contenían muchos axones. Sin embargo, para entender las implicaciones cinéticas del fenómeno neuronal en las unidades era necesario registrar el impulso de una sola célula, y el primero que lo hizo y empezó a entender su naturaleza fue Rosenblueth. Creo que eso, aunado a sus hipótesis de la teoría cibemética, podríamos señalarlas *grosso modo* como sus grandes aportaciones.

Insisto en que una gran suceso para nosotros fue la creación del Cinvestav. Porque, así como puedo decir que la neurobiología se divide en dos partes, antes de Cajal y después de Cajal, yo diría que la ciencia en México tiene un parteaguas: Rosenblueth, y por tanto se puede hablar de una ciencia mexicana antes y después de la creación del Cinvestav.

CC: ¿Conociste personalmente a Rosenblueth?

JAL: Yo estaba en segundo año de medicina cuando él murió. Para mí era más un mito que una realidad, a pesar de que lo había visto en las conferencias de El Colegio Nacional. Conocía muchas historias con respecto a Rosenblueth y había leído un libro que apareció en las librerías poco después de su muerte, más o menos por esas fechas, que se intituló *Mente y cerebro*⁵, un libro importante en donde precisamente él se ocupa de todos esos problemas de los que hemos hablado anteriormente, es decir, de la conciencia, de la percepción.

Ahora bien, hay que decir también que si bien el libro fue muy importante para su época, creo que en este momento tiene más bien una actualidad histórica. No podría decir que es un libro que tenga vigencia hoy día. De hecho, es un libro en el que nunca queda claro cuál era la postura final de Rosenblueth, no sabemos si era monista o dualista. Me da la impresión de que era lo que yo llamaría un "criptodualista", es decir, un dualista escondido, pues ya entonces empezaban a aparecer pruebas que mostraban lo penoso y difícil que iba a ser sostener las teorías dualistas de las funciones mentales. Polémico y carismático, fue un gran personaje de la vida mexicana del siglo XX.



Notas

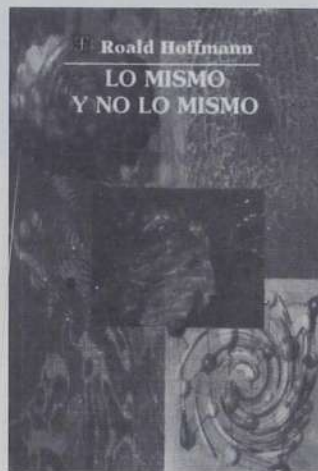
1. J. Alvarez Leefmans y C. Chimal, *Avance y Perspectiva* **20**, 55 (2001).
2. El lector puede consultar C. Chimal, *Avance y Perspectiva* **20**, 259 (2001), donde aparece la entrevista con Rodolfo Llinás y se trata el tema con cierta amplitud.
3. Véase C. Chimal, *Luz interior, Conversaciones sobre ciencia y literatura*. (Tusquets Editores, 2000), p. 229.
4. *Las neuronas de don Santiago* (Pangea/CNCA, México).
5. Hubo una edición en español de Siglo XXI Editores, prácticamente agotada.

Química en 1981, tiene una extensa lista de publicaciones no científicas que incluye varios libros de poesía¹. Así pues, puede uno predecir que un libro—evidentemente no científico—de este autor nos puede deparar algunas sorpresas agradables. Y así es en el caso del libro que nos ocupa.

El título del libro se refiere al análisis de las semejanzas y diferencias entre objetos y también entre conceptos: es un análisis de algunas dualidades, como son las de la creación y el descubrimiento de lo natural y de lo no-natural; la historia de moléculas aparentemente iguales pero con pequeñas diferencias; la relación que existe entre la estructura de las moléculas y su representación; el contraste entre lo estático y lo dinámico y su efecto en las reacciones químicas y en la vida misma. Es también una visión humanista del quehacer científico, desde luego con especial énfasis en la química.

El libro se encuentra dividido en diez partes en las que se tratan los temas de identidad, la manera de dar a conocer los resultados de un trabajo de investigación, el arte de la síntesis química, la responsabilidad social de los científicos, los errores de la ciencia, un análisis de la forma en que se llevan a cabo las reacciones químicas, la biografía de un químico famoso, Fritz Haber, las muchas formas en que se puede encontrar a una molécula y, finalmente, un resumen de las dualidades que se trataron y las que se podían haber tratado.

Por momentos, la conexión entre las diferentes partes del libro se debilita y el lector puede perder el



Lo mismo y no lo mismo, de Roald Hoffmann, Fondo de Cultura Económica, 2000

Ma. de Jesús Rosales Hoz

Creo que cualquiera que conozca un poco del *curriculum vitae* de Roald Hoffmann sentirá curiosidad de leer su libro con un título como *Lo mismo y no lo mismo*. Hoffmann, ganador del Premio Nobel de

La Dra. Ma. de Jesús Rosales Hoz es investigadora titular del Departamento de Química del Cinvestav. Dirección electrónica: mrosales@enigma.red.cinvestav.mx.

hilo conector. Esto sin duda se debe al origen mixto de algunas partes, ya que algunos de los textos habían sido presentados antes como conferencias o como artículos en diversos medios. Sin embargo, estas desconexiones momentáneas no le quitan valor a los capítulos.

Me parece que tanto un científico no químico, como un químico, como una persona ajena al mundo de la ciencia, todos encontrarán algo interesante en el libro. La comparación de actividades inherentes a la ciencia con doctrinas filosóficas u obras de arte, realizada con un profundo conocimiento de ambos aspectos, no puede sino despertar interés.

Es además muy importante señalar que el libro contiene explicaciones de fenómenos físicos y químicos dedicadas a aquellos que ni son físicos ni son químicos; explicaciones tan claras que permiten al no-científico entender estos fenómenos, y así vislumbrar las maravillas de la naturaleza y de la ciencia que tratan de explicarlas. Hoffmann es tanto un divulgador como un maestro.

Las discusiones sobre errores, consecuencias y responsabilidad, convierten este libro en lectura obligatoria para todo estudiante de ciencias. Como química, disfruté enormemente la discusión sobre el carácter creativo de la síntesis química y sé que no he sido la única. Creo que todo científico se beneficiaría al leer sobre la relación entre democracia y ciencia. Todo el público puede apreciar la belleza del arte científico.



Un detalle digno de llamar la atención es la extensa bibliografía proporcionada y que abarca todos los temas abordados: historia, filosofía o ciencia. Tal vez el mejor reconocimiento a este libro es el que hizo un joven estudiante, quien comentó que después de leer *Lo mismo y no lo mismo* se sentía motivado a leer mucho del material citado.

He tenido oportunidad de leer el libro también en su versión original en inglés y debo decir que salvo algunos pequeños deslices, la traducción es fiel al original. Otro aspecto importante es que en la edición en español se conservan las figuras a color: excepción hecha de la utilizada como portada en la versión inglesa, el Narciso de Cara-

vaggio, muy adecuada para el título. En la edición e impresión que me tocó leer (la primera reimpresión de la primera edición en español) hay un error en una de las figuras que se encuentra invertida pero aun así se puede entender el contexto de la figura.

En fin, esto es una invitación a que lo lean.

Nota

1. Una lista de las publicaciones del Prof. R. Hoffmann puede encontrarse en: <http://hamiltonian.chem.comell.edu/>. En *Avance y Perspectiva* se han publicado algunos de sus poemas 11, 384 (1992).

A lo largo de sus casi seiscientas páginas, vemos desfilar a muchos de los matemáticos más destacados del siglo XX. Una muestra: John Milnor, Armand Borel, Paul Cohen, John von Neumann, Norman Steenrod, Solomon Lefschetz.

Este desfile de estrellas fijas es parte de los múltiples escenarios dibujados por la autora del libro, para contextualizar la vida de John Forbes Nash, genio matemático cuyo drama vital se narra aquí.

El drama: Nash trabajó intensamente durante la década de los cincuenta; a finales de esa década, la esquizofrenia apareció en su vida, fragmentando su mundo. El flujo de creatividad que asombraba a sus contemporáneos se detuvo, abriendo espacio a una lenta tensión que penetró en el espacio íntimo de sus compañeros de viaje. Ya nada volvió a ser igual para ellos. No podía serlo, puesto que la situación de Nash les recordaba permanentemente que el mayor temor de un trabajador intelectual, a saber, que su universo mental le sea expropiado, era algo que estaba a la vuelta de la esquina.

La presencia de Milnor en el libro es como un contrapunto al desarrollo de la vida de Nash. En los inicios de sus carreras, Milnor es ya un modelo a seguir y Nash el *enfant terrible*. Milnor recibe la oferta de quedarse en Princeton aún antes de graduarse y Emil Artin encabeza el rechazo a la posibilidad de que Nash permanezca en esa universidad.

A lo largo de su vida Nash va coleccionando la admiración por su obra y el rechazo por su personalidad. El libro hace justicia a ambos



Una mente prodigiosa, de Sylvia Nasar, Mondadori, Barcelona, 2001

Luis Moreno Armella

El libro que nos ocupa, *A Beautiful Mind*, escrito por Sylvia Nasar, periodista del *New York Times*, acaba de aparecer en castellano bajo el sello Mondadori (Barcelona), con el título *Una mente prodigiosa*.

El Dr. Luis Moreno Armella, investigador titular del Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav, es miembro del Consejo Editorial de *Avance y perspectiva*. Dirección electrónica:

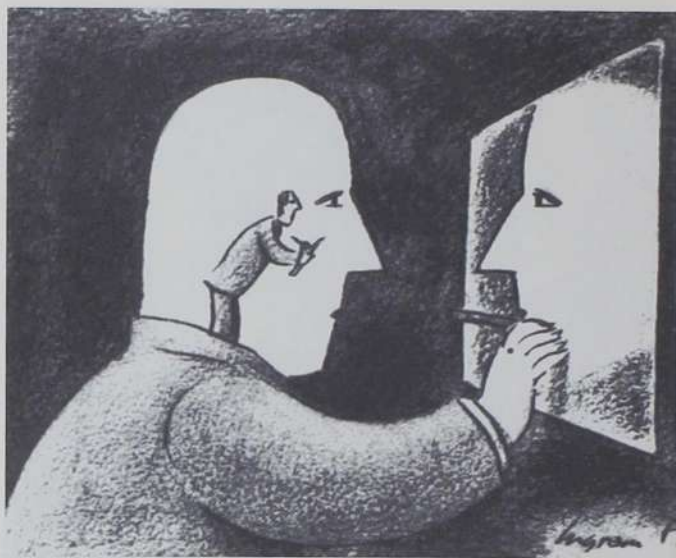
aspectos de su vida; nos muestra la complejidad de una existencia atormentada por el genio y la incompreensión de los asuntos de la vida cotidiana.

Es admirable el respeto por la persona y sus circunstancias que la autora del libro que comentamos, S. Nasar, muestra por Nash a pesar de tocar los aspectos más íntimos de la vida del matemático. El resultado es una bella y, al tiempo, dramática narración que nos recuerda la inseparabilidad de la ética y la estética.

Hay un rasgo que se aprecia en la historia contada del libro y que merece la pena hacer explícita: la solidaridad de la comunidad matemática hacia Nash. Sylvia Nasar lo hace ostensible mediante la revelación de las preocupaciones de sus amigos, de Nash, durante las décadas más críticas de su esquizofrenia.

Mediante un esfuerzo de racionalidad sorprendente, Nash logró atemperar los efectos de sus padecimientos y ya, para finales de los ochenta, su presencia en Princeton, en su biblioteca, en sus salones de computación, no generaba las tensiones de antaño. A estas alturas, el libro alcanza su clímax: un visitante de Estocolmo se acerca a Nash para conocerle de cerca y evaluar la conveniencia de considerarlo para el Nobel.

La narración de los entretelones del premio, de las luchas intestinas entre los miembros de la comisión que postulan a los candidatos, muestra elocuentemente la fibra narrativa y periodística de Sylvia Nasar. Y tiene además un valor



simbólico añadido: Nash fue siempre un personaje de controversia que despertaba entre sus colegas y allegados sentimientos encontrados, nunca indiferencia. La historia de su Nobel queda marcada también por la controversia más intensa, casi como queriéndonos decir que el antiguo personaje estaba de vuelta. Y en cierta forma así fue.

La conferencia que pronunció ante el plenario del congreso internacional de psiquiatría, en Madrid (1996), lo muestra con su antiguo rasgo, a saber, su confianza en la racionalidad, pero ahora teñida por un sentimiento más conmovedor: la conciencia del creador de que, aunque sus dones han mermado, ha lugar para un último y quizá mas fundamental descubrimiento: el de su propia humanidad.

Y, sin duda, Alicia Larde, la esposa de Nash, es protagonista insoslayable de este descubrimiento

definitivo. No es posible exagerar ese protagonismo; el libro todo, dedicado a ella, procura hacerle justicia. Constituye la parte medular del entorno íntimo de Nash que junto con él, fue sacudido desde sus raíces. Su triunfo vital está hecho de persistencia.

Un sentimiento de melancolía, en forma de pregunta no formulada, invade al lector al llegar a las páginas finales del libro: ¿qué hubiera sido de él en otras circunstancias? Es probable que su genio haya que ubicarlo en esa tenue zona entre la esquizofrenia y la racionalidad. Nos ronda entonces la memoria el concepto que vertió Gromov (otro gigante) sobre Nash: uno de los matemáticos más importantes de la segunda parte del siglo XX. Pero ahora ya sabemos el origen del sentimiento de melancolía que produce la lectura: no sólo nos habla de Nash, sino de la fragilidad de la existencia.

Los números también cuentan

David Adam

Estadísticas y mentiras

Se evalúa frecuentemente el trabajo de los científicos mediante el uso de estadísticas que son compiladas por una compañía llamada ISI. Pero, ¿qué tan útiles y confiables son esos datos? En este artículo se presenta un estudio en el que se calibra la utilidad del análisis de citas.

Se dice que existen tres tipos de mentiras: mentiras, viles mentiras y estadísticas. Seguramente estarán de acuerdo con este concepto muchos científicos que han encontrado que su trabajo ha sido evaluado tomando como medida qué tan frecuentemente ha sido citado en la literatura científica. El análisis de citas en manos no expertas puede ser un instrumento extremadamente burdo. Lo que es más, algunos especialistas en el campo han encontrado que los datos primarios sobre citas contienen frecuentemente errores.

Quienes practican el análisis de citas se apoyan generalmente en datos reunidos por el ISI, una compañía establecida en Filadelfia conocida como el Instituto para la Información Científica (*Institute for Scientific Information*). En las cuatro décadas pasadas el ISI ha examinado enormes listas de referencias de publicaciones académicas y las ha cotejado con citas de trabajos publicados previamente. De ese esfuerzo resultó un banco de datos que se desarrolló en realidad con el propósito de tener información que permitiera a los investigadores hacer búsquedas rápidas en la literatura para identificar el

David Adam es periodista de la revista *Nature*. La versión original de este artículo apareció en el volumen 415 del 14 de febrero de 2002 de la revista *Nature*. Traducción de Gloria Novoa de Vitagliano.



trabajo individual de otros científicos sobre tópicos específicos.

Debido a que es difícil para los gobiernos, fundaciones y comités de promoción contar con medidas confiables para apreciar la calidad de una investigación determinada, usan frecuentemente las citas del ISI como apoyo para llevar a cabo sus evaluaciones. Se argumenta que los trabajos importantes seguramente se citarán más frecuentemente. Como regla general, ésta es una suposición razonable. Pero si se aplica ciegamente, sin tomar en cuenta la calidad y las limitaciones de los datos primarios, se obtendrán conclusiones que estarán muy lejos de ser razonables.

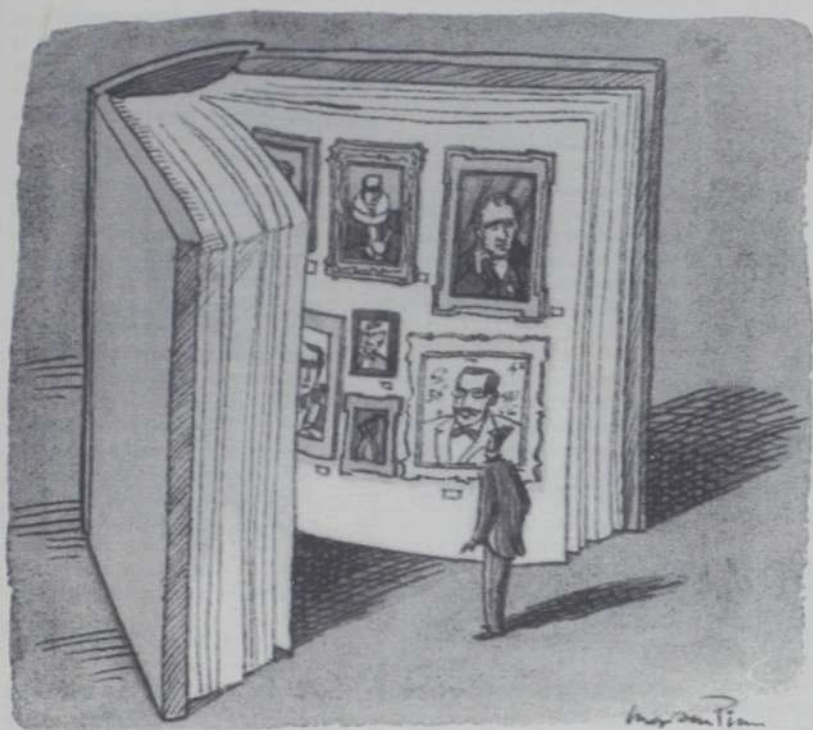
"Se tiene que ser muy cuidadoso, porque se trata de la reputación de los investigadores", dice Anthony van Raan, director del Centro para estudios de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Leiden en los Países Bajos. "Una base de datos preparada para recabar información no puede ser usada con un 100% de certeza para hacer una evaluación".

El ISI siempre ha reconocido los límites del análisis de citas. Pero el señuelo de los números ha mostrado ser irresistible para aquéllos que están a cargo de juzgar el trabajo de los investigadores. Y desde que el ISI fue

vendido por su fundador, Eugenio Garfield, en los primeros años de la década de 1990, la institución ha reaccionado a la demanda. Ahora que la compañía es propiedad de la Thomson Corporation de Toronto, está produciendo paquetes de *software* para ayudar a los usuarios a utilizar su base de datos, incluyendo una que apareció el año pasado, llamada *Essential Science Indicators*, que promete evaluar "empleados potenciales, colaboradores, revisores e investigadores".

Al mismo tiempo, el ISI ha cambiado su actitud sobre el uso de sus datos por investigadores independientes en bibliometría. Como resultado de una postura más rígida que ha adoptado su administración, algunos grupos se quejan de que ahora deben afrontar aumentos de precios y restricciones en el uso de datos que los va a forzar a quedarse por completo afuera del análisis de citas.

Muchos investigadores en bibliometría se preocupan sobre esta tendencia, porque sostienen que los grupos independientes ayudan al control de calidad de los datos. Otros advierten que el ISI está introduciendo productos que pueden ser usados erróneamente. Algunos agregan que "se cubren tomando en cuenta todos los datos que aparecen en las notas pero, ¿quién va a leer esos datos?" pregunta un investigador en bibliometría. "Es frustrante para todos nosotros."



Pegar y fallar

Como ejemplo de lo que puede suceder cuando se hace mal uso de las estadísticas de citas, muchos expertos señalan los factores de impacto de las revistas según el ISI, una medida del número promedio de citas obtenidas por los artículos incluidos en cada número de la revista. Los editores guardan celosamente estos datos, usando los factores de impacto favorables como material promocional para sus revistas, y los bibliotecarios los usan como una guía conveniente para decidir sobre las publicaciones a las cuales es conveniente subscribirse.

Pero el uso de los factores de impacto de una revista ha ido mucho más allá, extendiéndose a la evaluación de institutos aislados, departamentos e investigadores. La medida más obvia del interés en el trabajo de varios investigadores se basa en contar las citas de sus artículos directamente. Esto se puede obtener de los datos de ISI, pero hacer este análisis, ya sea a partir del ISI o de un

grupo independiente, ha mostrado históricamente ser caro y tomar mucho tiempo. Como una alternativa económica y alentadora, algunos grupos de evaluación revisan los registros de publicación de los investigadores y evalúan la calidad de su producción en términos de los factores de impacto de las revistas en las cuales aparecen los artículos – cifras que se encuentran disponibles. Es el “análisis de citas del hombre pobre”, dice van Raan.

Algunas universidades en Alemania, por ejemplo, regularmente toman los factores de impacto de revistas en las cuales publican los científicos y las vacían en fórmulas para ayudarse a determinar las asignaciones monetarias departamentales. La Asociación Italiana para Investigación en Cáncer requiere que los solicitantes a una beca llenen hojas de trabajo para calcular el factor de impacto promedio de las revistas en las que aparecen sus publicaciones. En otros lugares es endémico el uso implícito de factores de impacto de revistas por comités para determinar promociones y nombramientos.

Aspirantes al trono

Declan Butler

El ISI es el rey indiscutible de las compañías que llevan a cabo análisis de citas, pero un nuevo software que examina artículos, extrae referencias y automáticamente genera índices de citas podrá disputar su monopolio en cuanto los editores y las bibliotecas digitales empiecen a adoptar estas herramientas.

Así como fue en el caso de la base de datos del ISI, estos nuevos productos surgieron de esfuerzos para mejorar el acceso a la literatura académica. CrossRef, por ejemplo, es un consorcio no lucrativo –al cual 99 editores se han adherido– que permite a los usuarios, a partir de un *click*, acceder a las referencias en artículos en línea, desde los resúmenes hasta los textos completos de alrededor de 3.9 millones de artículos en más de 5,600 revistas.

Para lograr tener este acervo se requiere de adecuado software, sistemas manuales o una mezcla de ambos para estar en capacidad de identificar exactamente todas las

referencias –que pueden estar escritas en una gran variedad de formatos y frecuentemente están plagadas de errores. Tales sistemas deben también identificar elementos tales como los nombres de los autores y el número de página inicial del artículo. Cada referencia es comparada con las que se encuentran en una base de datos central para encontrar un identificador– un URL para la página web del artículo correspondiente, o el identificador digital del objeto (*Digital Object Identifier*, DOI).

Pero una vez que las referencias y los artículos están enlazados, es relativamente simple aplicar algoritmos convencionales para crear índices de citas, factores de impacto y otros índices, y ordenar los investigadores y los artículos citados, tal como lo ha venido haciendo el ISI durante varios años.

CrossRef no se ha dedicado a esto hasta ahora –pero otros grupos sí lo han hecho. Entre los pioneros se encuentran los encargados del Research index en el NEC Research Institute en Princeton, Nueva Jersey. Esta herramienta ha sido usada para construir, sin la intervención humana, una biblioteca digital de más de 300,000 artículos en ciencias de la computación que fueron obtenidos a partir de la red. *Researchindex* no está libre de error– en las pruebas, ha logrado identificar referencias con artículos con cerca de un 95% de precisión: para revistas con prácticas estándar de citas, su desempeño puede ser de cerca del 100%. Pero el director del proyecto Steve Lawrence indica que el sistema puede desarrollarse para cubrir un espectro más amplio de publicaciones que la base de datos del ISI, la cual es más costosa debido a sus maniobras manuales.

Los sistemas automáticos de índices de citas están proliferando. El *Open Citation Project* está construyendo uno para los archivos electrónicos de pre-prints, y el *Astrophysics Data System (ADS)* de la NASA tiene un sistema para su colección de 3 millones de resúmenes. Günther Eichhorn, del Ob-

servatorio Smithsonian Astrofísico en Cambridge, Massachusetts, con el proyecto científico de ADS, señala que los usuarios están utilizando cada vez más el sistema para crear sus propias estadísticas de citas.

Para mejorar los resultados, compañías tales como *Parity Computing* de San Diego están usando un sistema híbrido que automatiza la mayor parte de las funciones, pero también emplean personas en los puntos clave para aumentar el control de calidad. Chris Rosin, el presidente de la compañía *Parity*, señala que su sistema alcanza más del 99% de precisión. La compañía recientemente creó un índice de citas para los archivos de 50 años de literatura de la *Association for Computing Machinery*, la más grande del mundo en computación. Rosin señala que la compañía *Parity* intenta crear índices de citas para generar factores de impacto y otras estadísticas de citas.

Ninguna de estas iniciativas ha intentado cubrir las áreas multidisciplinarias ofrecidas por la base de datos del ISI. Y dado que el mercado del ISI se encuentra en una posición dominante, no queda claro si alguna de esas compañías lo intentará. Rosin agrega que: "aun con la automatización, hay costos muy elevados para obtener y organizar una cantidad masiva de datos de la literatura incluida en las revistas para ser usada en una forma conveniente y con control de calidad".

CrossRef
www.crossref.org
Researchindex
citeseer.nj.nec.com/cs
Open Citation Project
opcit.eprints.org
Astrophysics Data System
adswww.harvard.edu
Parity Computing
www.cparity.com

Declan Butler es corresponsal europeo de Nature y miembro del grupo de trabajo de CrossRef que se encuentra haciendo estudios sobre tecnologías de búsqueda (exploring search technologies).

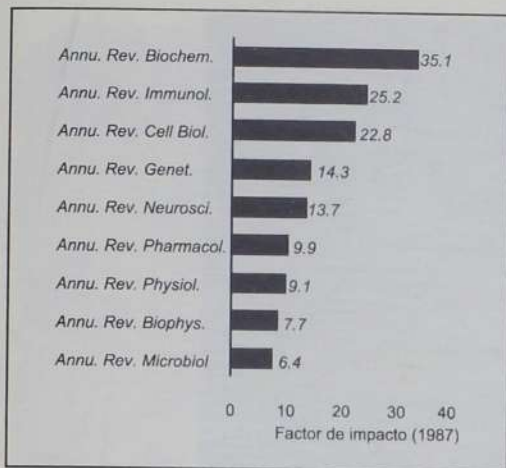


Figura 1. Tendencias encontradas: los factores de impacto tienen variaciones importantes entre revistas similares de diferentes disciplinas (factores de impacto correspondientes a 1987).

Trabajo de campo

Entonces, ¿por qué existe la controversia? Si se hace una lista de revistas en un campo en especial, con algunas excepciones parece haber una buena correlación entre el factor de impacto de una revista y su aparente calidad. Pero si comienza a hacer comparaciones entre campos – algo que el ISI no recomienda –, los resultados rápidamente dejan de tener sentido: los investigadores matemáticos raramente citan más de una o dos referencias, por ejemplo, mientras que un artículo típico en biología molecular incluye docenas. “Esto causa una amplia variación en los factores de impacto, aun entre revistas que pueden compararse y que sirven a diferentes disciplinas”, hace notar Pe Reglen, un investigador de cáncer que también trabaja en bibliometría en el Norwegian Radium Hospital en Oslo, Noruega (figura 1). Los números se sesgan a favor de revistas que predominantemente publican artículos de revisión que tienden a ser más frecuentemente citados.

Algunos otros problemas son menos obvios, pero cuando se trata de evaluar científicos de manera individual, potencialmente más serios^{1,2}, Reglen señala que cerca de 15% de los artículos en una revista típica generan casi la mitad de las citas obtenidas en esa publicación

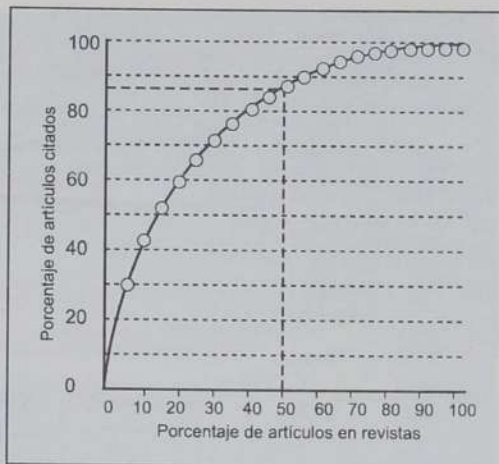


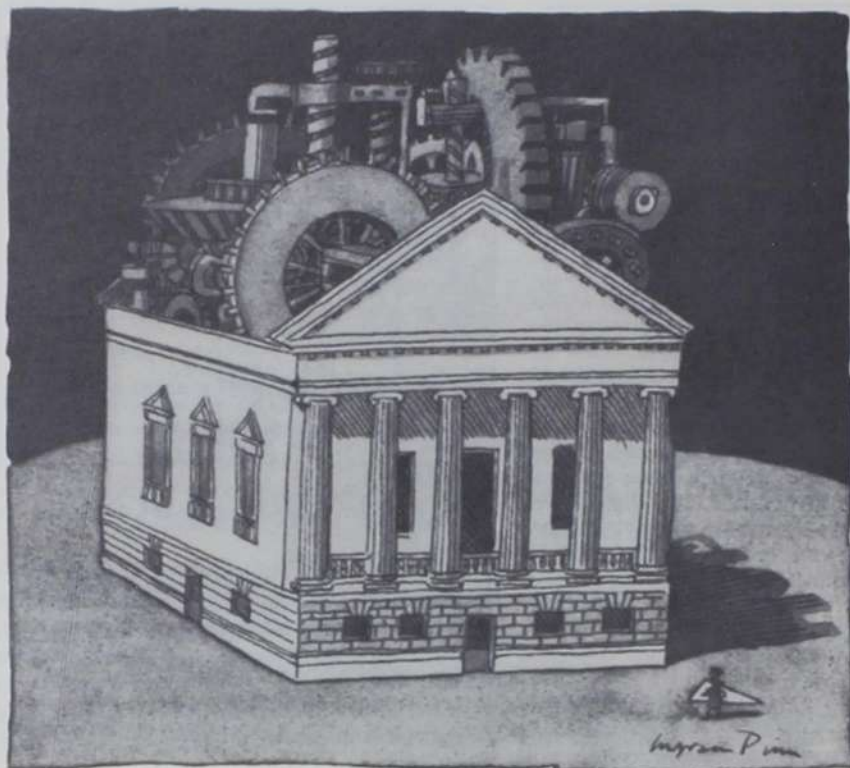
Figura 2. Porción desigual: alrededor de la mitad de los artículos citables en una revista generan más de 85% de sus citas.

(figura 2). Esto quiere decir que un artículo típico en una revista con un alto factor de impacto puede no ser citada mucho más frecuentemente que el artículo promedio en una revista de menor jerarquía. “Hay una correlación general entre la cuenta de las citas de artículos y el impacto de la revista, pero esto es una relación unívoca”, dice Seglen. “La revista no ayuda al artículo; la situación es al revés”.

Nuevamente, el ISI previene contra el uso de los factores de impacto de la revista para evaluar a los individuos. “Estos datos nunca fueron diseñados por el ISI para ser un elemento confiable acerca de la influencia de los artículos o, como factor agregado, del trabajo de los individuos” dice David Carter, el vicepresidente de la compañía para comunicaciones corporativas.

Pero eso no ha cambiado la situación, y Finlandia proporciona un ejemplo extremo. Allí, la asignación gubernamental para los hospitales de la universidad se basa en parte en los puntos obtenidos por las publicaciones, con una escala móvil que varía de acuerdo al factor de impacto de las revistas en las cuales los investigadores publican su trabajo.

“Hasta donde yo se, Finlandia es el único país en donde el factor de impacto de las revistas ha sido canonizado en las leyes del país”, dice Kari Raivio, rector de la Universidad de Helsinki. Raivio calcula que un



simple trabajo publicado en una revista con un factor de impacto de 3, en vez de 2, pudo haber aumentado la asignación hecha a un hospital en aproximadamente US \$ 7,000 en el año 2000.

Relación de incertidumbre

El ISI calcula el factor de impacto de una revista para un determinado año mediante la búsqueda en su base de datos del número de citas en ese año de artículos publicados en los dos años previos en la revista, y dividiendo entre el número de artículos "citables" publicados en la revista en esos dos años. Pero esto puede hacer surgir otro problema, porque el numerador en la ecuación puede incluir citas de artículos que no aparecen en la lista de artículos citables – generalmente restringida a trabajos de investigación originales y artículos de revisión. Según Henk Moed, un investigador en el

centro van Raan de Leiden, esta situación puede producir un factor de impacto hasta 40% más alto en algunos casos. Para entender por qué, es necesario saber cómo cuenta el ISI las citas.

Pamela Blazick, editora del *Journal Citation Reports* del ISI, en donde aparecen los factores de impacto, dice que las páginas de las revistas se revisan usando *software* de reconocimiento de caracteres ópticos. Para almacenar un trabajo de investigación en su base de datos, los empleados de ISI consideran los siguientes campos: autor, dirección, revista, título, volumen, año y número de páginas. A continuación, una computadora usa algunos *bytes* de información de cada campo considerado para construir un código de identificación o ficha que es única para ese artículo. Una captura similar de datos y un proceso de identificación tienen lugar para las referencias al final del artículo. Mediante algoritmos se comparan posteriormente los datos anotados en cada



ficha con los artículos ya existentes en la base de datos, y cada evento exitoso cuenta como una cita.

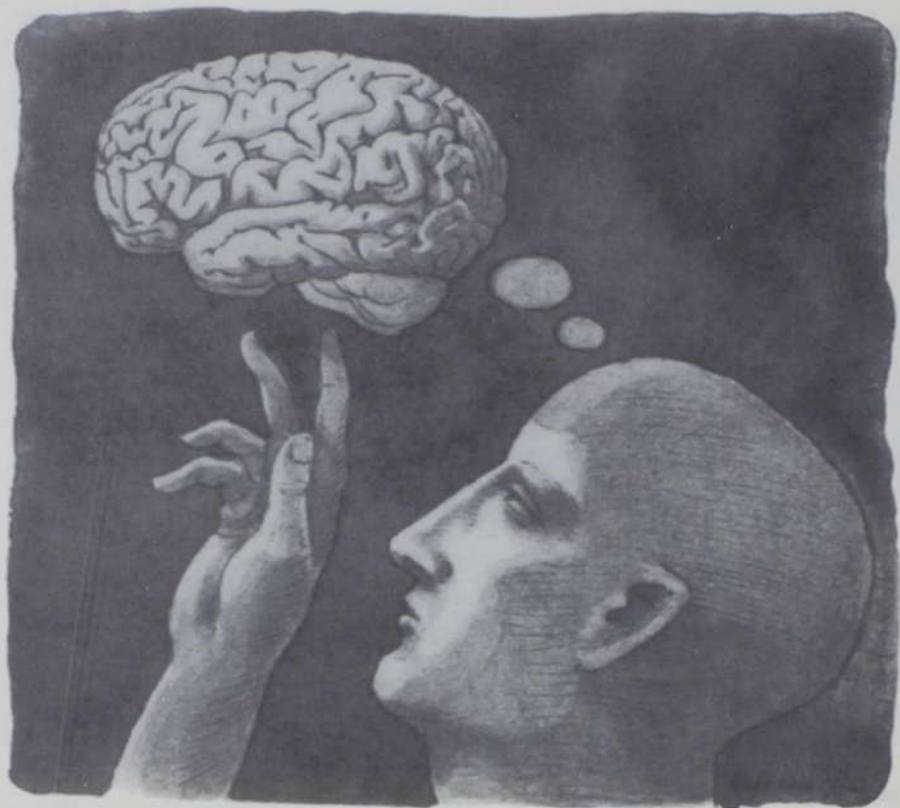
Los factores de impacto de una revista son calculados usando un método más simple. De los diversos campos considerados en cada referencia, sólo se usan el título de la revista y el año. Esto genera el grueso de las referencias de una revista en particular en un determinado año, pero significa que las citas no pueden ser asignadas directamente hacia artículos individuales. Esto ayuda a aumentar el factor de impacto de algunas revistas – tales como *Nature*, *Science* y algunas de las principales revistas médicas, que incluyen muchas diferentes secciones, con noticias y páginas de correspondencia, que pueden tener citas pero no son en sí artículos “citables”.

Estos sesgos son sistemáticos, pero algunas investigaciones hechas por *Nature* sugieren que los factores de impacto de revistas del ISI pueden, en ocasiones, ser sujeto de problemas poco predecibles que surgen de fluctuaciones en el conteo de unidades “citables”. Para *Nature Genetics*, tal parece que hubo una cuenta significativamente menor de artículos en 1996. Más recientemente, la cuenta de artículos citables para *Nature* en 2000 parece que fue inflada por la inclusión errónea de artículos que no son ni reportes de investigación original ni artículos de revisión – incluyendo algunos de una sección llamada *Futures*, la cual relataba historias cortas de ciencia-ficción.

Blazick admite que es posible que haya algunas fallas, ya que los artículos “citables” y los “no citables” son separados manualmente. “Así se induce un error que depende de qué tan rápido se lleva a cabo el proceso”, dice ella, pero señala que los errores se pueden compensar considerando los artículos que se omiten con aquellos no-citables que se incluyen.

El ISI rehusa comentar sobre casos específicos, pero sus funcionarios dicen que la compañía trabaja sobre la resolución de errores que le son señalados y está siempre dispuesta a mejorar la precisión de su material. “Estamos constantemente en coordinación con nuestros editores para mejorar nuestros procesos”, dice Carter.

Un tema de gran interés es el desarrollo de procedimientos para acumular citas de artículos escritos por consorcios, en vez de una lista convencional de individuos. Parece que el ISI ha contado de menos las citas de tales artículos. Esto llamó la atención pública en enero ^{3,4}, después de que *Nature* investigó el recuento sospechosamente bajo de las citas de un artículo importantísimo del año anterior sobre el proyecto de la secuenciación del genoma humano⁵, del *Internacional Human Genome Sequencing Consortium*. Lo que sucedió fue que solamente se consideraron citas a la lista completa de autores, encabezada por Eric Lander del *Whitehead Institute for Biochemical Research* en Cambridge, Massachusetts.



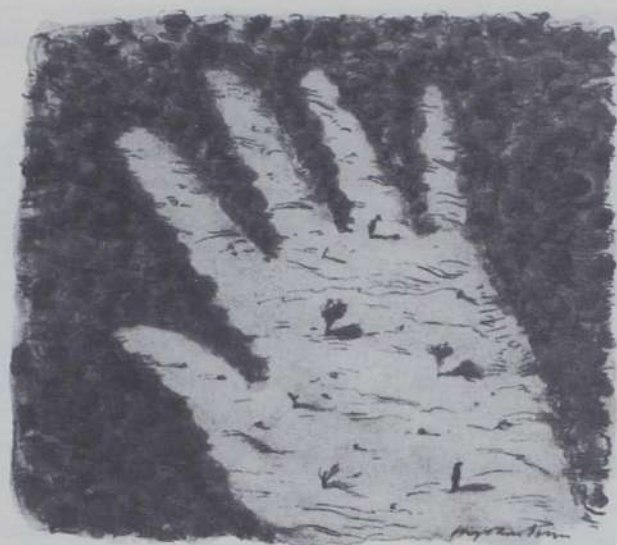
Registros torcidos

Nature no es el primero en señalar irregularidades en los datos del ISI^{6,7}. Algunos investigadores encontraron también errores al hacer indagaciones sobre sus propias publicaciones y compararlas con los registros del ISI. Posiblemente la mayor fuente de error es la tendencia de los científicos a cometer faltas al citar el trabajo de otros autores. En vez de atribuir las faltas a las famosas *mentiras* (texto citado al inicio de este artículo) – frecuentemente asociadas con Mark Twain, pero en realidad tomadas prestadas del Primer Ministro británico de la era victoriana Benjamín Disraeli – los errores en las referencias implican que en las estadísticas puede colocarse el crédito en un lugar equivocado. Efectivamente, los errores pueden escurirse hacia todos los campos registrados por la base de datos del ISI. Y así, conforme la cuenta de citas se

desliza, sucede lo mismo con los errores que cometen los científicos al copiar datos erróneos de un artículo a otro.

Efectivamente, algunos expertos en análisis bibliométrico dicen que, para artículos muy frecuentemente citados, no es inusual encontrar que hay variantes con, digamos, un error en el número del volumen de la revista, lo cual almacena suficientes citas como para cambiar la información existente en la base de datos del ISI. Las variaciones en las direcciones pueden también causar estragos especialmente al hacer comparaciones institucionales, nacionales y regionales.

Dadas estas dificultades, y el enorme volumen de datos procesados por el ISI – que incluye alrededor de 5,700 revistas científicas – los expertos bibliométricos admiten que la compañía se enfrenta a una tarea extremadamente difícil. El ISI tiene un departamento de control de calidad



que limpia los datos, y dice que los algoritmos que usan para comparar artículos han sido refinados para evitar errores comunes de mecanografía, incluyendo nombres mal escritos. Pero la calidad de los resultados permanece a merced de las variaciones de los datos que se incorporan. "Nadie sabe qué tan exactos son los datos primarios, pero ciertamente no son datos tan exactos como algunas personas piensan," dice Ben Martin, un experto bibliométrico en SPRU, la unidad para la investigación sobre la política en ciencia y tecnología de la Universidad de Sussex, en Brighton, Reino Unido.

Cuando los especialistas como Martin analizan la información del ISI, pasan por grandes cantidades de datos para eliminar citas erróneas. Quienquiera que compre el *software* de Essential Science Indicators podrá confiar en la información que se encuentra en la base de datos de la compañía para evaluar instituciones, departamentos e individuos.

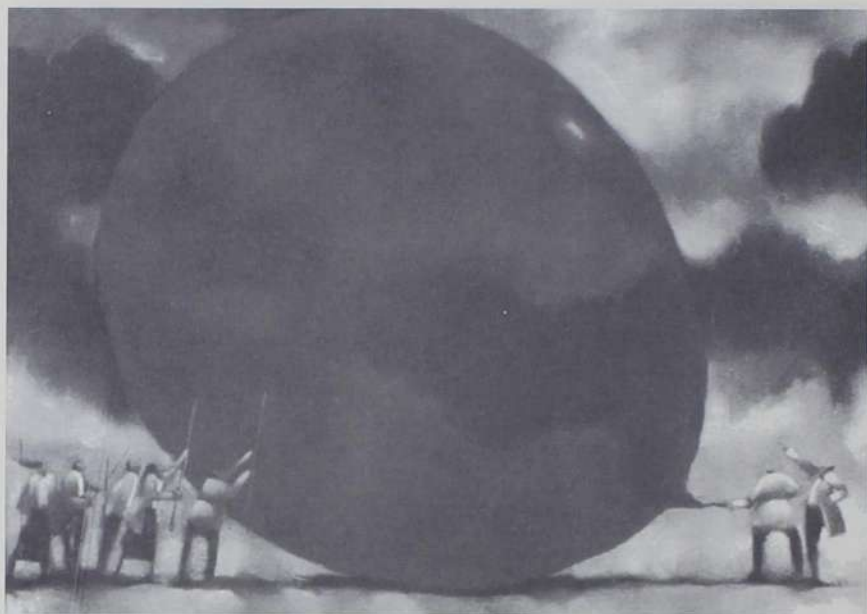
Aunque productos tales como los *Essential Science Indicators* permitan a los no especialistas usar factores de impacto de revistas como un elemento confiable para contar citas directamente, muchos expertos se preocupan porque pueden aumentar el peso que se da al análisis de citas por los comités evaluadores. Y dado que los no expertos generalmente no están conscientes de los

problemas provenientes de los errores en los datos, esto puede tener serias consecuencias.

"Los datos que estos productos producen a nivel institucional o individual pueden ser muy complejos y requerir una considerable cantidad de limpieza antes de ser usados legítimamente por las personas que hacen la política y los analistas", dice Linda Butler, una investigadora en bibliometría en la Australian National University en Canberra. Esta persona cita un ejemplo extremo: el Walter and Eliza May Institute of Medical Research (WEHI), una institución médica importantísima localizada en los terrenos del Royal Melbourne Hospital. El hospital aparece en la primera línea de la dirección de WEHI y reúne así hasta el 70% de las citas que corresponderían al instituto en la lista que se encuentra en los *Essential Science Indicators*.

El ISI aclara todos esos problemas en las notas que acompañan al *software*. "Pero yo sé por la experiencia que los investigadores, analistas y burócratas se van directamente a los datos y juegan con ellos sin conocer realmente de sus recovecos o deficiencias", dice Butler.

Cuando lanzó el *software* "Hágalo usted mismo" de análisis de citas, el ISI adoptó una postura más dura hacia los grupos de investigadores independientes que



quieren usar sus datos. Un investigador en bibliometría, que no desea ser identificado, se queja del aumento en el costo de algunos datos de ISI, que casi se ha cuadruplicado en comparación con el precio que tenía en 1995.

Tibor Braun, un químico de la Universidad Lorand Eötvös en Budapest, Hungría, y editor de la revista *Scientometrics*, llama el "período romántico" a la era previa a que Thomson comprara la compañía ISI. El interés personal de Garfield en la investigación bibliométrica, observa Braun, era dar libertad a los especialistas en el campo para jugar con los datos. "Garfield tenía en mente muchas cosas que posiblemente no se referían a los negocios o no tenían un costo efectivo porque era el propietario de la compañía y le interesaban los resultados", asienta David Pendlebury, un analista del ISI.

La administración del ISI rehusó comentar sobre la estrategia actual de negocios de la compañía. Pero pocos podrían refutar que el ISI está actuando dentro de sus derechos al ejercer un control más estricto sobre su base de datos, que es un elemento muy valioso. En la actualidad el ISI retiene un monopolio efectivo en el campo

de las citas multidisciplinarias de datos – a pesar de que los avances en la tecnología de la información puedan producir bases de datos alternativas (véase "Aspirantes al trono" en la página 184).

Explotar el negocio

Braun dice que ciertos investigadores aprovecharon la libertad de la que se gozó en la era de Garfield para llevar a cabo negocios lucrativos usando los datos de ISI. "Esos investigadores vieron a mucha gente que usaba las bases de datos, elaboraron productos a partir de esa información y los vendieron", dice Braun. La nueva administración de ISI puede haber sustituido el romanticismo por un crudo capitalismo, dice Braun, "pero nosotros no tenemos por qué condenar a los capitalistas".

Garfield confirma que la piratería de los datos de ISI fue siempre un problema para la compañía. "Afuera de la institución había muchas personas que sentían que podían usar los datos sin límites y sin costo", señala. "Ninguno de ellos era algún burócrata del gobierno que pensara celebrar contratos con compañías distintas al ISI para llevar a cabo estudios usando los datos de ISI."

A pesar de que la estrategia de negocio de ISI puede ser perfectamente legítima, queda la gran pregunta de si esta institución (y el análisis de citas en forma más general) son buenos para la ciencia. Los que apoyan el análisis de citas arguyen que inyecta objetividad para la toma de decisiones que de otro modo se puede prestar al favoritismo. Los detractores señalan que la práctica está tan plagada de errores y sesgos que puede ser peor que inútil.

Mientras que el análisis de citas continúe siendo usado para la evaluación científica, este debate seguramente también va a continuar – y puede usted estar tan seguro de eso como nosotros lo estamos.



Notas

1. P. O. Reglen, *Biol. Mol.* **314**, 498 (1997).
2. *Nature Neurosci.* **1**, 641 (1998).
3. I. Cherfas, *Science Watch* **13**, 8 (2002).
4. *Nature* **415**, 101 (2002).
5. Internacional Human Genome Sequencing Consortium, *Nature* **409**, 860 (2001).
6. H. F. Moed, y Th. van Leuwen, *J. Am. Soc. Int. Sci.* **46**, 461 (1995).
7. J. Reedijk, *New J. Chem.* **22**, 767 (1998).



Información para autores

La Revista *Avance y Perspectiva (AyP)*, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav), es una publicación bimestral con artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos o notas que se propongan para ser publicados en *AyP* deben enviarse por triplicado a :

Director Editorial, Avance y Perspectiva
Cinvestav
Apdo. Postal 14-740
07000 México, D.F.
Tel. 5747 3800 ext. 6737, 6738 y 6739
Fax: 5747 3746
avance@mail.cinvestav.mx

Los artículos y notas recibidos serán evaluados por especialistas seleccionados por el Consejo Editorial. Los artículos de divulgación deben dar cuenta de los logros o avances obtenidos en las especialidades que se cultivan en el Cinvestav. Se buscará que su contenido sea ameno y novedoso. Deberán ser impresos a doble espacio, con márgenes amplios y extensión máxima de 20 cuartillas. El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud conveniente. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión. Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Las referencias y notas bibliográficas aparecerán completas al final del artículo; cuando se mencionen en el artículo deberán indicarse con un superíndice y estar numeradas por orden de aparición.

Deberán enviarse los originales de las figuras, gráficas o fotografías que acompañen el texto. Las figuras y gráficas se deben preparar por computadora a línea sin pantallas o con tinta china sobre papel albanene con buena calidad. Los autores recibirán las pruebas de galera de sus artículos con la debida anticipación. Sin embargo, para evitar retrasos en el proceso de publicación, los autores que usen un procesador de textos en computadora, además del texto impreso en papel deben enviar su texto grabado en un diskette. Los procesadores de texto útiles para este propósito son: *Microsoft Word*, *Word Perfect*, etc. El documento deberá guardarse con la extensión DOC. Las figuras y gráficos pueden ser grabadas como imagen JPG, TIF, BMP, GIF, etc. Recomendamos enviar los archivos (texto y figuras) en formato de PC, en diskette, zip, CD Rom o por correo electrónico como un anexo (attachment).



LA UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA E INGENIERÍA GENÉTICA DE PLANTAS

CINVESTAV

Ofrece:

Maestría y Doctorado en Biotecnología de Plantas

Maestría

**Doctorado directo
(después de la licenciatura)**

**Doctorado tradicional
(después de la maestría)**

**Examen de admisión
enero y julio**



Informes

Coordinación Académica

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) Unidad Irapuato

Km. 9.6 Libramiento Norte carretera Irapuato - León, Apdo. Postal 629, 36500 Irapuato, Gto., México

Tel: (462) 623 9600 y 623 9606, FAX (462) 624 5849

E mail: coordina@ira.cinvestav.mx

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.



Biblioteca
Depto. Ingeniería Eléctrica

El **Cinvestav** es una institución pública dedicada a formar especialistas a nivel de posgrado y expertos en diversas disciplinas científicas y tecnológicas, a la realización de investigación básica y aplicada de la más alta calidad y competitividad internacionales y a la participación en la resolución de problemas científicos y tecnológicos de interés nacional.

Su planta académica actual está conformada por más de **560 investigadores**, 95% de los cuales posee el grado de doctor en ciencias.

El Cinvestav imparte **26 programas de maestría y 25 de doctorado** en 4 áreas del conocimiento, todos ellos registrados en el **Padrón de Posgrados de Excelencia del Conacyt**.

El Cinvestav ha graduado más de 3,700 estudiantes provenientes de todos los estados de la República y de 38 países.

Sus laboratorios están equipados con instrumentos de alta tecnología y sus bibliotecas están automatizadas disponiendo de un acervo bibliográfico de 2,487 suscripciones a publicaciones seriadas, 120,000 libros, 18 bases de datos, 3,000 tesis de maestría y doctorado y acceso a través de Internet a 240 títulos en línea.

La labor del Cinvestav se desarrolla en el Distrito Federal y en cinco unidades foráneas localizadas en Mérida, Irapuato, Saltillo, Guadalajara y Querétaro.

40
años

de excelencia académica hacen del Cinvestav
una institución líder en las áreas que cultiva:

Ciencias Biológicas y de la Salud

Ciencias Exactas y Naturales

Ciencias de la Ingeniería

Ciencias Sociales y Humanidades

Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del I.P.N. (CINVESTAV)

Mayores informes:

Secretaría Académica,
Subdirección de Posgrado
Tel: (01) 57 47 38 00, ext. 3886
Fax: (01) 57 47 38 00, ext. 3885
Correo electrónico: alejand@mail.cinvestav.mx

www.cinvestav.mx

Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Esq. Calz. Ticomán,
San Pedro Zacatenco 07360, México, D.F.