

5/6

A6 e8

EXACTA

m e n t e

AÑO 6 · N° 16 · \$ 3 · DICIEMBRE DE 1999

ISSN 1514-920X

Divulgación

Volcanes

El virus de la viruela

Historia

La ciencia y la religión

Entrevista

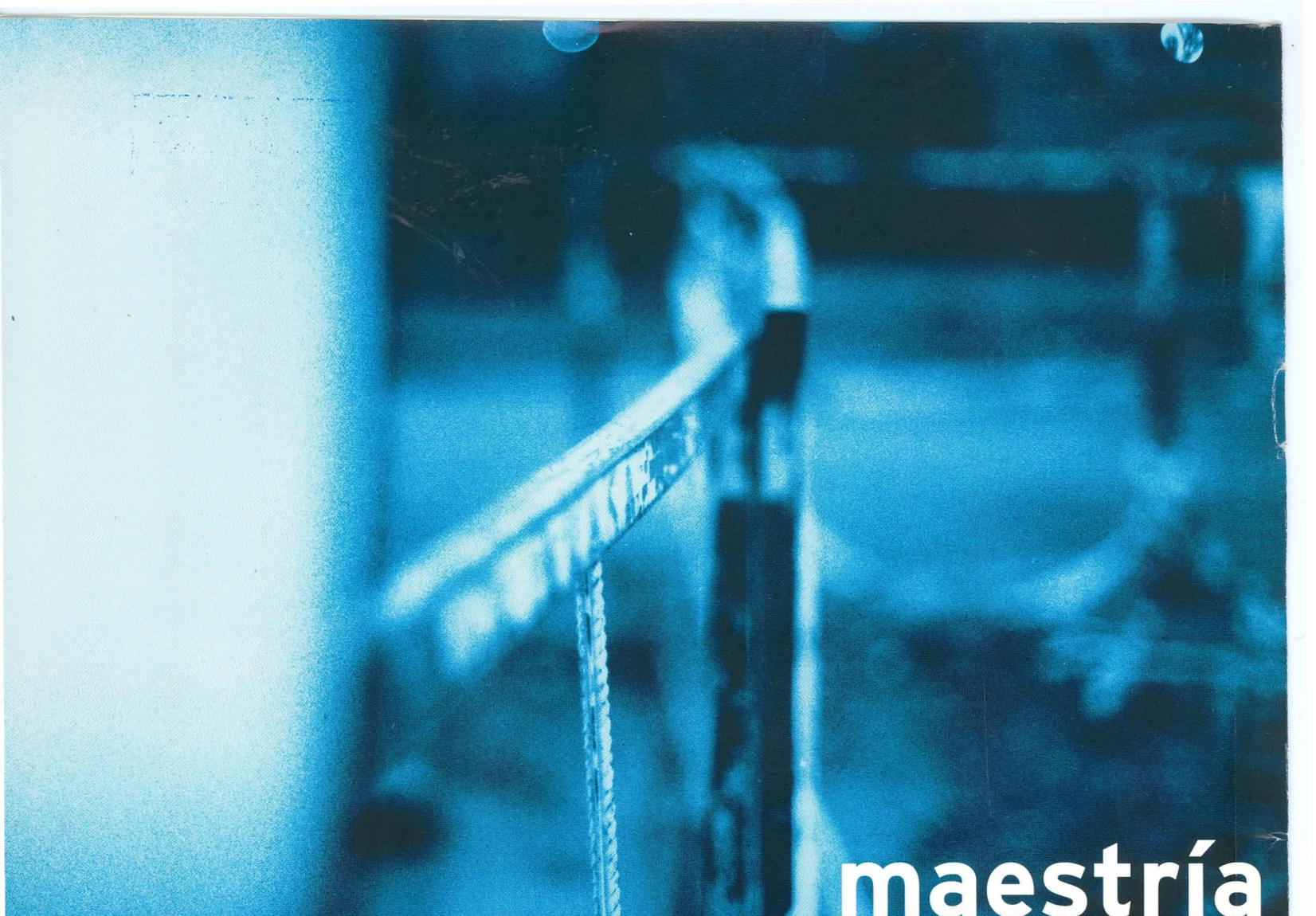
Julio César Strassera

Educación

La enseñanza de la matemática en la escuela



Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA



maestría en ciencias ambientales

formación para el desarrollo sustentable

título: magister de la UBA en ciencias ambientales

informes: secretaría académica
área de maestrías y posgrados
facultad de ciencias exactas y naturales
universidad de buenos aires
ciudad universitaria - pabellón 2
4576.3333 4576.3356 interno 21
secret@at.fcen.uba.ar

Consejo Editorial

Presidente

Dr. Pablo Jacovkis

Vocales

Dr. Manuel Sadosky
Dr. Gregorio Klimovsky
Dr. Eduardo F. Recondo
Dr. Albrerto Kornblihtt
Dr. Juan M. Castagnino
Dra. Celia Dibar
Dr. Ernesto Calvo

Staff

Directores

Ricardo Cabrera
Guillermo Durán

Jefe de Redacción

Fernando Ritacco

Coordinador General

Armando Doria

Diseño Gráfico

Santiago Erasquin

Fotografía

Juan Pablo Vittori
Paula Bassi

Colaboradores permanentes

Guillermo Mattei
Susana Gallardo
Guillermo Gimenez de Castro
Pablo Coll
Gustavo Piñeiro
Simón Tagtachián

Colaboran en este número

Guillermo Boido
Alejandro J. Moreno
Gustavo Ibarra

Impresión

Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.
Ciudad Universitaria. Pabellón II
Planta Baja, Capital Federal (1428)
Tel.: 4788-9570

EXACTAMENTE es propiedad de la
Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales de la UBA
ISSN 1514-920X
Registro de propiedad intelectual: 28199

Universidad de Buenos Aires. Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales. Secretaría de
Extensión Universitaria. Con la colabora-
ción del Centro de Divulgación Científica y
Técnica (CyT) de la FCEyN. Pabellón II,
Ciudad Universitaria.
CP 1428. Capital Federal
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464,
4576-3337, fax: 4576-3351.
E-mail: revista@de.fcen.uba.ar
Página web de FCEyN:
http://www.fcen.uba.ar

Los artículos firmados son de exclusiva
responsabilidad de sus autores. Se
permite su reproducción total o parcial
siempre que se cite la fuente.

Editorial

Hace pocos días asumió la Presidencia de la Nación el doctor Fernando De la Rúa. Su gabinete incluye como secretario de Tecnología, Ciencia e Innovación Productiva al ex canciller Dante Caputo. Parece auspicioso que la nueva Secretaría dependa directamente de Presidencia, que su nuevo nombre sugiera la voluntad política de apoyar el desarrollo científico y tecnológico, y que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CNAE) se encuentren bajo su órbita.

Hubiera sido aún más auspicioso que también estuviera en su ámbito el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), que podría entonces, conjuntamente con la CNEA y la CNAE, ser la base de un polo tecnológico importante. Lamentablemente, las presiones en favor del status quo del INTI e, indirectamente, de su falta de protagonismo como herramienta de desarrollo tecnológico, fueron exitosas.

Se podría abrir entonces una nueva etapa en la ciencia y la tecnología, ámbito que preocupa enormemente a los científicos y tecnólogos que integran esta Facultad. Las condiciones de contorno, sin embargo, no son fáciles: los sueldos de los profesores y de los investigadores son muy bajos, existen serias posibilidades de que el presupuesto del CONICET se reduzca y, en general, no parece que la sociedad argentina haya

comenzado a entender que, sin ciencia y tecnología no hay desarrollo, por más que las cuentas cierren.

Es así como los investigadores científicos y tecnológicos, muchos de los cuales tienen su lugar de trabajo en nuestra Facultad, observan expectantes. Por un lado, el nombramiento de una figura de alta presencia política como el licenciado Caputo parecería presuponer un interés novedoso por la ciencia de parte de las autoridades nacionales, la tecnología y la innovación.

Por otro lado, los hechos concretos —empezando por la situación presupuestaria— podrían querer decir que las autoridades nacionales prestan a la ciencia y a la tecnología lo que los angloparlantes llaman "lip service", una defensa sólo en apariencia. Al respecto, es importante que las nuevas autoridades despejen con la mayor rapidez posible las dudas de la comunidad científica y tecnológica porque, en un país como el nuestro, el optimismo dura muy poco si no se lo sostiene con medidas concretas. Y sin una dosis de entusiasmo, aunque sea pequeña, de esta comunidad, no hay proyecto de desarrollo científico y tecnológico que pueda tener éxito.

Dr. Pablo M. Jacovkis
Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Sumario

OPINIÓN

Full time
por Ricardo Cabrera.....4

PANORAMA

Museos interactivos
por Susana Gallardo.....20

MICROSCOPIO

Grageas de ciencia.....36

DIVULGACIÓN

El virus de la viruela
por Alejandro J. Moreno.....7

ENTREVISTA

Julio César Strassera
por Armando Doria
y Guillermo Durán.....22

MINUTAS

por Ricardo Cabrera.....38

Volcanismo en Argentina
por Fernando Ritacco.....10

EDUCACIÓN

Didáctica de la matemática
por Susana Gallardo.....26

BIBLIOTECA

Novedades editoriales.....39

ACTUALIDAD

Las revistas científicas
por Gustavo Ibarra.....14

HISTORIA

Ciencia y religión
por Guillermo Boido.....30

PSEUDOCIENCIA

La fotografía Kirlian
por G. G. de Castro.....40

CURIOSIDADES

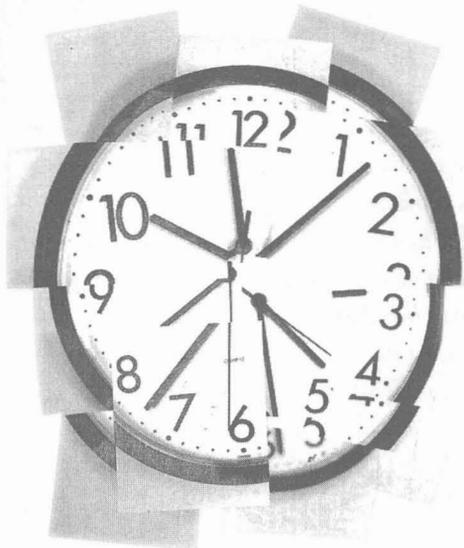
El juego del Go
por Guillermo Mattei.....17

NÓBELES

El premio de Física 99
por Guillermo Mattei.....34

JUEGOS

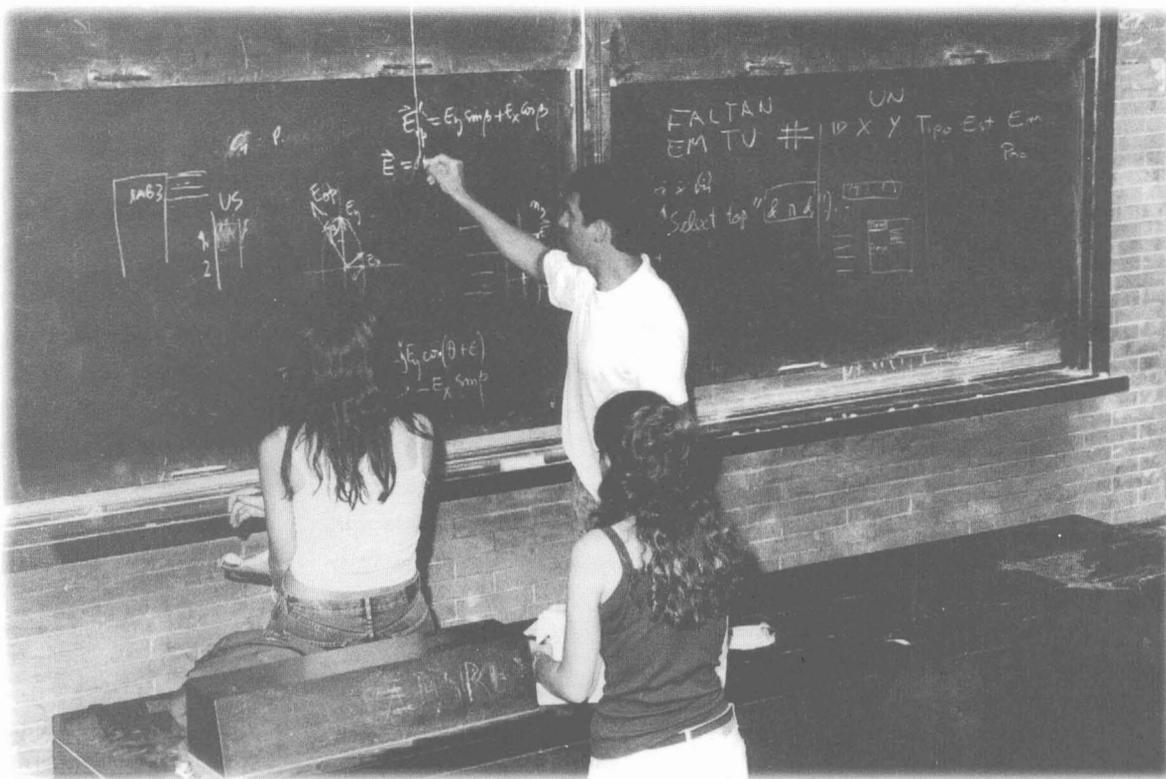
por Pablo Coll
y Gustavo Piñeiro.....42



FULL TIME

por Ricardo Cabrera
ricuti@de.fcen.uba.ar

En muchas universidades una cierta cantidad de profesores son contratados para trabajar tiempo completo no permitiéndoseles otras ocupaciones remuneradas fuera de ella. A este tipo de contratación se la llama de dedicación exclusiva. Un alto porcentaje de profesores con dedicación exclusiva caracteriza de modo inequívoco una universidad científica.



Son dos clases muy diferentes. Están las universidades en las que el conocimiento se construye, se crea. Están las otras, aquellas en las que el conocimiento se repite, se retransmite.

En el primer grupo se ubican las universidades científicas. En ellas no sólo hay aulas. Suelen estar abarrotadas de cuchitriles y recovecos: son laboratorios en los que se desarrolla la investigación científica. En estas casas de estudio las currículas suelen ser flexibles, los doctorados suelen tener un peso relativamente importante, la interdisciplinariedad es moneda corrien-

te. En éstas, la palabra “universidad” cobra un significado abarcativo: el conocimiento universalista es el paradigma de todos los participantes.

En el segundo grupo, se erigen las universidades de corte profesionalista —los especialistas en teorías académicas las llaman *napoleónicas*, en alusión a su origen histórico—, generalmente estructuradas rígidamente en unidades académicas, las facultades. A su vez, las facultades están fuertemente asociadas con profesiones a las que invariablemente, en cierta medida, regulan. En ellas la palabra “universidad”

surge meramente de la suma algebraica de los compartimientos estancos.

En particular, la Universidad de Buenos Aires (UBA) no posee una modalidad definida. En el mapa de la UBA, que representa una verdadera federación de facultades, las hay de neto corte profesionalista pero también, algunas pocas, de marcado corte científico. Las universidades privadas argentinas pertenecen decididamente y sin complejos a la clase profesionalista.

La diferencia sustancial

Ahora bien, a primera vista pudiera parecer que ambas modalidades logran (o al menos pueden lograr) un mismo producto, a saber, una enseñanza de buena calidad. Sin embargo algunas piezas fundamentales con las que ambos modelos se construyen producen fatalmente una diferencia sustancial. Una de ellas es la dedicación de los docentes.

En las universidades *napoleónicas* el concepto es cubrir los cargos docentes con los mejores profesionales, lo cual, obviamente está muy bien. Ahora, en general las universidades no pueden ofrecer sueldos demasiado suculentos ya que ellas —al menos las públicas— no producen ganancias, sencillamente porque no han sido creadas para generar dividendos sino para producir otro tipo de bienes. Por lo tanto ocurre que los mejores profesionales, si su vocación es muy grande, aceptan un cargo docente, pero de pequeña dedicación, mientras viven mucho más dignamente de lo que ganan en su estudio o en su consultorio. El resultado es que la mayor parte de los docentes de las universidades profesionalistas tienen cargos *part-time* o

Universidad	Total Cargos	Dedicación Exclusiva	Porcentaje
Buenos Aires	21.111	2.319	10,98 %
Córdoba	7.183	863	12,01 %
La Plata	9.051	773	8,54 %
Lomas de Zamora	2.007	85	4,23 %
Luján	1.107	215	19,42 %
Sur	1.647	474	28,77 %
Tucumán	3.764	1.214	32,25 %
Tecnológica Nacional	18.787	282	1,50 %
Total General	98.192	12.349	12,57 %

Datos acerca de la distribución de cargos de algunas universidades nacionales
(Fuente: Secretaría de Políticas Universitarias, 1996)

de dedicación simple.

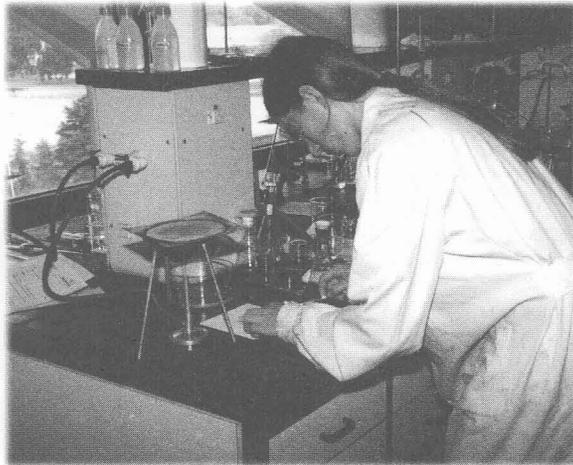
En las universidades científicas pasa algo diferente. Tal como lo establece el Estatuto de la UBA, el cargo de dedicación exclusiva no es para estar 40 ó 50 horas semanales frente a alumnos. La obligación es que el tiempo debe repartirse entre docencia e investigación científica. Es decir, un docente *full-time* de la UBA es —o debería ser— un investigador científico.

Entre ser un profesional o ser un científico, entre ejercer una profesión o hacer ciencia, hay diferencias de las que la docencia y la excelencia se nutren. Por ejemplo: no se puede ser científico sin estar actualizado, ya que nadie puede descubrir lo que ya está descubierto. Un profesional puede ser bueno si tiene un buen bagaje —y sobre todo un buen manejo— de conocimientos, pero no se puede ser científico sin haber bajado hasta las profundidades del conocimiento, sin conocer las bases en las que el manejo se sustenta. El *part-time* puede dejar lo mejor de sí en el escaso lapso de una clase. Pero el *full-time*, el científico, puede formar discípulos, pue-

de acompañar al alumno en el proceso de aprendizaje y formación. Quien se dedica a la universidad en forma exclusiva tiene la oportunidad de organizar la vida de la cátedra, repartir el tiempo entre el aula, el laboratorio, el seminario, la discusión entre pares y no pares, formar un grupo de investigación, y muchos etcéteras. Además, la interdisciplinariedad surge espontáneamente si la permanencia reúne científicos de disciplinas diversas.

No inventamos nada

En la escuela secundaria pasa algo similar. Un emprendimiento que involucró a un buen número de instituciones secundarias, el famoso Proyecto 13, permite —y en eso consiste— que los profesores concentren sus horas de cátedra en un solo establecimiento. ¿Se hace ello para evitar que gasten sus escasos ingresos en el taxi? Y... en parte sí, pero lo cierto es que las escuelas que participan del Proyecto 13 suelen ser las mejores. La dedicación de los docentes, su compromiso con la institución, suele ser cualitativamente superior.



llamente porque el trabajo científico es absorbente. De alguna manera, aunque nunca se rinda, ni deje de reclamar lo que es justo, ni se resigne a los salarios absurdos que la sociedad le impone, el científico eligió la ciencia por una vocación profunda y no por deseos de pertenecer al *jet-set*. Luis Federico Leloir estaría cobrando en mano, en nuestra Facultad de Ciencias Exactas, unos 1.800 pesos mensuales.

Aquel viejo esplendor

Otro Nobel nuestro, Bernardo Houssay, luchó sin descanso porque la universidad tuviese docentes de tiempo completo, que hiciesen ciencia. Indudablemente triunfó en otros campos pero no en ese. La Facultad de Medicina de la UBA, en la que investigó, desarrolló y generó conocimiento, en la que formó discípulos que a su vez también fueron galardonados, tuvo un sólo decano *full-time*, una honrosa excepción: el doctor Guillermo Jaim Etcheverry.

La UBA tuvo, allá por los sesenta, una época dorada, en la que tomó decididamente el rumbo de las universidades científicas. Las dictaduras militares y las sangrías políticas, no sólo nos privaron de una innumerable cantidad de cerebros irremplazables, también torcieron el rumbo del tipo y estilo de universidad que supimos concebir. De una universidad científica de excelencia que sobresalió en toda América Latina, la orientación se desvió hacia una universidad de emergencia que pudiera responder a la demanda de profesionales que necesitaba la población. Y aquí estamos, tentados por el *marketing* de la carrera corta y la salida laboral. Aunque todavía persisten focos de excelencia, y también es cierto que se crean nuevos focos de pujanza científica. Pero pareciera ser que mientras no reconvirtamos nuestra planta docente para hacerla mayoritariamente *full-time* y científica, entonces, aquel viejo esplendor seguirá siendo inalcanzable. ■

PROFESORES DE LAS FACULTADES DE LA UBA

Unidades académicas	Totales*	Dedicación Exclusiva	Porcentaje
Agronomía	143	89	62,23 %
Arquitectura	517	21	4,06 %
CBC	354	71	20,05 %
Cs. Económicas	1.011	38	3,75 %
Cs. Exactas	416	265	63,70 %
Cs. Sociales	416	55	13,22 %
Cs. Veterinarias	86	34	39,53 %
Derecho	1.154	15	1,29 %
Farmacia y Bioquímica	163	105	64,41 %
Filosofía y Letras	362	149	32,87 %
Ingeniería	517	96	18,56 %
Medicina	362	63	17,40 %
Odontología	180	24	13,33 %
Psicología	301	23	7,64 %

* Sólo se consideran los cargos rentados

El provecho que la institución les saca es mucho más que la suma de las horas que le dedican. Espontáneamente se logra que los docentes *full-time* interactúen entre colegas de otras disciplinas, asuman tutorías o consejerías de alumnos, asuman tareas extracurriculares, participen de la vida social del establecimiento que espontánea e inevitablemente se ha convertido en su segundo hogar, mientras que el resto de los "profesores taxi" siguen padeciendo su no-pertenencia a ninguna escuela, corriendo de La Matanza a San Isidro por dos horas los lunes y cuatro los jueves.

En muchas universidades que son, quieren, o quisieron ser científicas, el celo por la dedicación exclusiva es tan grande que suele ir acompañado por un régimen de incompatibilidad que prohíbe al docente otras actividades remuneradas fuera de ella (de ahí surge el nombre). Los salarios universitarios argentinos son tan miserables que muchos docentes eludieron la prohibición mientras las autoridades hacían, en la medida de lo posible, la vista gorda. Lo cierto es que el docente *full-time*, el científico, rara vez incurre en incompatibilidades con la dedicación, sencila-

Erradicación del virus de la viruela

Una CONDENA

nuevamente pospuesta

por Alejandro J. Moreno*

Virología y Biotecnología de la Federación Rusa (VECTOR), en Koltsovo.

Estos son los dos únicos laboratorios autorizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para contener y utilizar con fines científicos los últimos virus vivos de la que fue una de las más atroces plagas de la humanidad.

Si se resuelve la destrucción, los recipientes con virus congelados serían llevados, en presencia de observadores internacionales, a autoclaves, donde serían sometidos a altas temperaturas y presión de vapor durante por lo menos 30 minutos. Más del doble de tiempo de lo que requeriría normalmente su aniquilación.

La viruela es una enfermedad altamente contagiosa, producida por el virus *variola*, que se transmite de persona a persona, por aire, al aspirar las diminutas gotas de saliva que se expelen al toser o estornudar.

Entre 12 y 14 días después de producido el contagio aparecen síntomas parecidos a los de la gripe, luego surge una erupción en la cara y el resto del cuerpo incluidas las palmas de las manos y los pies. La erupción evoluciona a vesículas y luego en pústulas, extremadamente dolorosas, que dejan cicatrices permanentes.

Historia de una enfermedad

Esta terrible enfermedad ha acompañado a la humanidad durante muchos siglos. Hay evidencias de casos que se remontan al antiguo Egipto, por ejemplo se supone que el faraón Ramsés V murió de dicha enfermedad.

En la Edad Media llegó a Europa y se volvió una enfermedad común que se



La primera sentencia fue dictada en 1990 y debió llevarse a cabo en 1993. Sin embargo la ejecución fue pospuesta y se decidió que 1995 sería la fecha final. No se cumplió y la fecha fue cambiada al 30 de junio de 1999. Pero ese día pasó y la sentencia fue pospuesta, una vez más, hasta el año 2002.

Los "condenados" son las cepas vivas del virus de la viruela, que se mantienen congeladas en dos laboratorios de alta seguridad: el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC), en Estados Unidos, y el Centro de Investigaciones en

daba frecuentemente en invierno, cuando las condiciones climáticas favorecían su propagación.

En 1520 Hernán Cortéz la trajo (involuntariamente) a América y causó la muerte de cuatro millones de aztecas. En el siglo dieciocho una fuerte epidemia se registró en Europa donde cinco reyes junto con muchos de sus súbditos murieron por su causa.

Hasta no hace más de 30 años aún era endémica en 31 países. Afectaba de 10 a 15 millones de personas por año, de las cuales 2 millones morían y el resto quedaban desfigurados o ciegos de por vida.

En 1796 Edwar Jenner, médico inglés, notó que las personas que padecían previamente de una enfermedad similar, que se daba en las vacas, eran resistentes a la viruela humana. Jenner ideó la "vacuna". Una pequeña dosis de la variedad que afectaba al ganado protegía contra la virulenta variedad humana de la enfermedad.

Así surgió la única arma contra este mal. A lo largo de los años la vacunación se intensificó y finalmente entre 1966 y 1977 la OMS llevó a cabo un plan para erradicarla del planeta, detectando y aislando a los enfermos. En 1974 se realizó una campaña de vacunación global, país por país, ciudad por ciudad, pueblo por pueblo, en todos los continentes.

El último brote natural ocurrió en 1977 en Somalia y en 1980 la viruela fue declarada erradicada del planeta. El hecho de que el virus solamente pudiera vivir y reproducirse en humanos y no en otro tipo de animal o insecto favoreció la erradicación.

Debido a supuestas fugas de laboratorios biológicos, donde se estaba trabajando con el virus se produjeron posteriormente algunos brotes pequeños que fueron rápidamente controlados. El último caso no natural se registró en 1978. La periodista inglesa Janet Parker contrajo el mal cuando cubría una nota en el

Medical School de Birmingham donde se trabajaba con cepas del virus.

Debido a estas posibilidades de escapes accidentales (ó intencionales en la forma de bioterrorismo) se decidió, como complemento del plan de erradicación, que las cepas vivas fuesen almacenadas únicamente en dos laboratorios de alta seguridad, mientras se terminaba de elaborar el mapa genético del virus y se decidía sobre su destrucción.

A favor y en contra de la destrucción

La posible destrucción de los últimos virus vivos de la viruela humana ha generado una intensa polémica en la comunidad científica y política. Los que están a favor de la destrucción argumentan lo siguiente:

-Un escape accidental de los laboratorios sería desastroso ya que debido a la suspensión de la vacunación masiva la población está en alto riesgo. Asimismo la vacuna sólo protege por el término de diez años. Dada su extrema virulencia y su alta capacidad de contagio, sus consecuencias serían devastadoras. Ningún laboratorio puede considerarse 100 por ciento seguro, puede haber errores humanos.

-Los remanentes podrían ser robados por terroristas y usados como arma biológica. (El virus de la viruela está considerado una de las armas biológicas principales, según Donald Henderson quien encabezó la campaña de erradicación de la OMS y es uno de los principales impulsores de la destrucción de las cepas vivas).

-Con el secuenciado de los genes es suficiente para continuar investigando.

-Para considerar la viruela completamente erradicada hay que destruir todos los virus, sólo entonces se considerará eliminada de la faz de la tierra.

Los científicos que se oponen a la destrucción argumentan que es principalmente una decisión política y no científica. Respecto de la posibilidad de escape y

Edward Jenner: inventor de la vacuna

Ya desde antes de la implementación de la vacunación por Jenner, en China y en Africa se sabía que si se aplicaba un poco del liquido de las pústulas en una persona sana, esta en ocasiones adquiría una forma leve de la enfermedad y luego se volvía inmune. A esto se lo denomina variolización. En 1721 Mary Montagu, quien padeció de viruela, conoció el método de variolización en Constantinopla y lo aplico a su hija.

Jenner notó que las mujeres campesinas, contraían una variedad de viruela de las vacas que era benigna y las inmunizaba contra la viruela humana.

El 14 de mayo de 1796 Edward Jenner llevó a cabo su célebre (aunque dudosamente ético) experimento. Usó a un niño de 8 años, James Phipps, y lo inoculó con el fluido de una pústula de la viruela vacuna. Luego de ocho semanas, teniendo gran confianza en su método, expuso al niño a la viruela humana encontrando que el niño estaba protegido.

En 1801 Jenner publicó "El origen de la inoculación de vacunas". En un principio se usó como material de fabricación de las vacunas los fluidos de los niños vacunados.

Mas adelante, por razones no del todo conocidas, se dejo de utilizar la cepa de la viruela vacuna y desde entonces se utiliza la cepa denominada "vaccinia" que es de origen incierto, pero igualmente efectiva.

de su uso como arma biológica varios expertos opinan:

-No se sabe si realmente todos los virus vivos de viruela se encuentran en los laboratorios de la OMS. Se argumenta que algunos países podrían tener virus almacenados con fines bélicos o de investigación.

-Hay víctimas de la viruela que fueron

BIBLIOTECA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES
HEMEROTECA

enterradas en regiones árticas. Estos cuerpos podrían ser el foco de un nuevo contagio si contienen virus en estado latente.

-Hay una variedad de viruela que afecta a los monos y que es escasamente transmisible a los seres humanos. Sin embargo se han detectado varios casos recientemente en la República del Congo. Se teme que este virus pueda cambiar a una variedad más contagiosa.

-Las secuencias genéticas del virus son públicas. También hay partes no virulentas del virus copiadas (clonadas) en bacterias. Teóricamente sería factible con toda esta información volver a reconstruir al virus, según declara Andrew Bell, de la Universidad de Alabama.

Con estos argumentos, los opositores declaran que la destrucción de las cepas vivas carece de sentido, pues no ofrece la seguridad de que la destrucción sea completa. Al interrumpirse la investigación se impide la posibilidad de encontrar una cura efectiva contra la viruela en caso de que algunos de los posibles escapes (accidentales o intencionales) ocurran.

Los científicos consideran que el poder destructivo de la viruela se debe a que el virus "sabe" cómo combatir y destruir nuestro sistema de defensa. "Tiene muchas formas de engañar al sistema inmunológico de modo que éste no actúe", declara el doctor Grant McFadden, virólogo de la Universidad de Alberta, Canadá.

El doctor Joshua Lederberg, de la Universidad Rockefeller, considera que cada gen de la viruela es una enciclopedia de mecanismos y sustancias químicas para desactivar o engañar nuestro sistema inmune. "Estudiando cómo se produce este ataque se pueden idear formas de evitarlo e incluso conocer más a fondo el sistema inmunológico en general", sostiene.

Esto último sería de extrema importancia en el caso del SIDA y de otras enfermedades causadas por virus como por

ejemplo el ébola. El virus de la viruela puede enseñar a los virólogos cómo el cuerpo se defiende de las infecciones.

La doctora Celia Coto, del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, opina que la probabilidad de un escape accidental en un laboratorio de alta seguridad es extremadamente baja, por lo que los beneficios que se obtendrían del estudio del virus, superan ampliamente los riesgos. "Para comprender realmente cómo actúa, es necesario contar con cepas vivas del virus, ya que no basta con conocer las secuencias genéticas", aclara Coto.

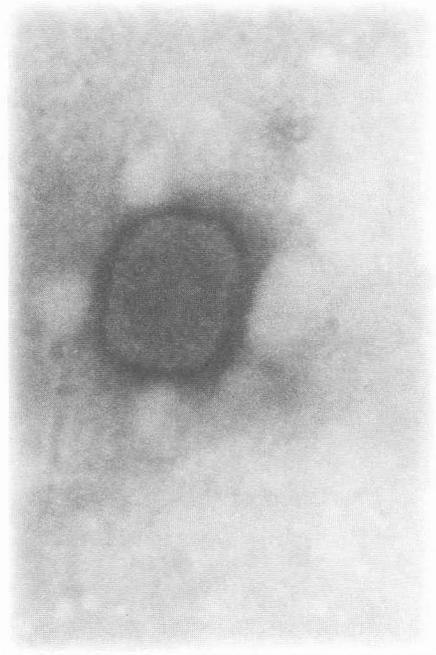
Un dilema

En tanto que el doctor Ralph Henderson, director asistente de la OMS, afirma que: "Hay que evaluar los riesgos potenciales en caso de escape con los posibles beneficios de su preservación para investigación".

En un informe de la OMS de enero de este año se anuncia que en el mundo hay 60 millones de dosis de vacuna y que la cepa con la que se la puede fabricar se encuentra en un laboratorio en Holanda. Sin embargo elaborar masivamente la vacuna llevaría por lo menos 3 años.

Además no se podrían vacunar a los pacientes con SIDA o a las personas con el sistema inmunológico deprimido, aquellas bajo quimio o radioterapia pues la vacuna es a virus vivos. Si hubiera un brote, estas personas, al no poder ser vacunadas y por haber destruido las cepas vivas, tampoco contarían con una cura efectiva.

Existe un extenso informe del Instituto de Medicina de los EE.UU. llamado "Afirmación sobre las necesidades científicas de preservar cepas vivas del virus de la viruela" redactado por un comité de destacados virólogos, médicos y genetistas, en él se dice que debido al confinamiento del virus a sólo dos laboratorios se ha investigado muy poco sobre el mismo. Las técni-



Microfotografía del virus de la viruela.

cas han avanzado mucho de modo que se podrían obtener grandes cantidades de información.

Algunos científicos se preguntan incluso sobre la ética de destruir intencionalmente una especie. "A la naturaleza le llevó millones de años crear al virus de la viruela. ¿Deben diez personas sentadas en una mesa decidir su destrucción?", se pregunta Wolfgang Joklik, jefe del Departamento de Microbiología del Colegio Médico de la Universidad de Duke.

Quizás sea extraño defender el derecho a la "vida" de este "asesino" ancestral de la humanidad. Conservarlo quizás nos permita mejorar nuestro conocimiento sobre los virus pero existe el peligro de un escape accidental. Es un dilema político, científico y ético muy difícil de resolver. ■

* Docente investigador del Departamento de Física de la FCEyN, egresado del Curso Taller de Divulgación Científica y Técnica-IIB.

Volcanismo en Argentina

La furia de las montañas de fuego

por Fernando Ritacco*



La actividad volcánica es el producto de la expulsión, en ocasiones suave y en otras explosiva, de los materiales sólidos, gaseosos y líquidos que se encuentran, generalmente a elevadas temperaturas, en las profundidades del planeta. Los volcanes actuales se hallan distribuidos principalmente en torno al Océano Pacífico, formando el denominado «Cinturón de Fuego». De este sistema forman parte los situados en la Cordillera de los Andes.

Como verdaderas bombas de tiempo, siempre en peligro de estallar, los volcanes ejercen una particular atracción en los hombres, quienes los han convertido en principales protagonistas de mitos, leyendas, tragedias y, en los últimos tiempos, hasta en estrellas de Hollywood.

Pese a que por el número de pérdidas humanas y los daños producidos, el volcanismo ocupa un lugar intermedio en la escala de las catástrofes naturales, la explicación del gran interés que genera el fenómeno parece estar basada en el temor ancestral de los seres humanos a la energía desatada en los procesos eruptivos y a la fascinación que produce este espectáculo de la naturaleza, verdaderamente colosal.

Si se observa un mapa mundial donde se indican los lugares del planeta en los que se encuentran los volcanes, puede notarse que éstos no se distribuyen al azar, sino que se ubican, principalmente, en los bordes de las placas que forman la corteza terrestre (ver Cómo nacen los volcanes).

La Cordillera de los Andes es una de las cadenas montañosas en la que se encuentra una gran cantidad de volcanes (existen más de 600). Pero su tramo argentino-chileno presenta diferencias estructurales entre el sur, el centro y el norte de la misma.

“En el primero de los sectores, la cadena es delgada y con un importante volcanismo activo que se inicia en el Cuaternario, e

incluso continúa en la actualidad”, indica el doctor Ernesto Cristallini, del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires.

“El tramo central de la Cordillera, entre el centro norte de la provincia de Mendoza y La Rioja -prosigue-, es muy ancho, extendiéndose casi hasta la provincia de Córdoba. Se caracteriza por tener las mayores alturas de la cadena sudamericana, como el Cerro Aconcagua o el Cerro Mercedario, y si bien carece de volcanismo activo en nuestro días y prácticamente desde todo el Cuaternario, es una de las zonas más sísmicas del planeta. Fue en este sector donde se produjo el terremoto de San Juan, en 1944 y Caucete, en 1976.”

Por último, según el experto, en el norte, la cadena vuelve a tener volcanismo activo, pero a estos fenómenos se suma, al igual que en el caso anterior, la actividad sísmica.

LOS ESTRAGOS DEL HUDSON

En la Cordillera de los Andes, a lo largo del límite con Chile, existen alrededor de 60 volcanes activos. La inmensa mayoría de ellos se encuentra del lado chileno pero, debido a la acción de los vientos del Pacífico, sus consecuencias se hacen sentir, sobre todo, en el territorio argentino.

Como un ejemplo relativamente reciente de este fenómeno, basta citar lo que

ocurrió con el volcán Hudson. El 8 de agosto de 1991, los habitantes de Los Antiguos y de Perito Moreno, dos pueblos situados al noroeste de la provincia de Santa Cruz, vieron cómo repentinamente el cielo comenzaba a oscurecerse y empezaban a caer cenizas que lentamente iban cubriendo los techos de las casas, los automóviles y maquinarias agrícolas, los animales y los cultivos.

Desde ese día y durante más de una semana, el Hudson, un volcán de alrededor de 1900 metros de altura situado un poco más al norte, pero del lado chileno, arrojó en total unos 2.500 millones de toneladas de materiales que se encontraban en su interior. En poco tiempo, más de 150.000 kilómetros cuadrados de la Patagonia quedaron cubiertos por una capa de cenizas de entre nueve centímetros y un milímetro de espesor que, por la acción de los vientos, llegó, incluso, a las Malvinas y, aunque muy levemente, a la ciudad de Buenos Aires.

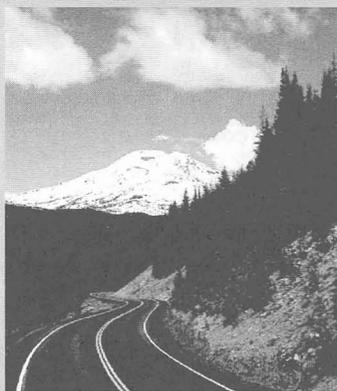
Las consecuencias para la región fueron inmediatas. De acuerdo con un informe suministrado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), debieron evacuarse cientos de habitantes de las zonas más afectadas, se perdieron los cultivos de frutillas, frambuesas y hortalizas y quedaron comprometidas las próximas siembras.

OTROS INCONVENIENTES

Pero, la que sin duda se vio más castigada fue la producción lanera, una de las principales actividades económicas del territorio. Con las cenizas cubriendo las pasturas y las aguadas, las ovejas rápidamente comenzaron a morir de hambre y de sed, perdiéndose la lana de cerca de un millón y medio de cabezas.

Las erupciones pueden ir acompañadas también por gases volcánicos que muchas veces atacan la salud y el ambiente. "Cuan-

Cómo nacen los volcanes



Los volcanes son, esencialmente, una de las múltiples manifestaciones superficiales y subsuperficiales de la energía interna del planeta. Para explicar la aparición de aquellos que se encuentran en la Cordillera de los Andes, es necesario primero comprender el fenómeno de subducción.

La respuesta se encuentra en las entrañas mismas de la Tierra, una verdadera bola incandescente en estado semilíquido sobre la que «navegan» las distintas placas de naturaleza lítica que conforman la corteza terrestre. Es precisamente el movimiento de estas placas lo que puede dar origen a dos procesos distintos: el de separación, en el que las placas se van alejando mientras dejan salir el material incandescente que se halla por debajo de ellas, y el de subducción -como el que da origen a la Cordillera de los Andes y a sus volcanes- donde una placa oceánica (la de Nazca) se está «introduciendo» por debajo de otra, continental, en dirección a las profundidades ígneas del planeta.

Cuando los materiales en estado de gases y fluidos encuentran una falla, por diferencia de temperatura y densidad comienzan a ascender, formando un conducto que al llegar a la superficie arroja su contenido y, de esta manera, genera una estructura de forma cónica alrededor de la boca de emisión. Así nace el volcán.

do eso sucede, estas sustancias contaminantes quedan retenidas en los pastos y provocan la intoxicación de los animales al ser ingeridas durante la alimentación", explica el profesor Víctor Ramos, del Departamento de Geología de la FCEyN.

"El Hudson -señala Ramos- generó una nube que contenía un millón y medio de toneladas de dióxido de azufre que, junto con las cenizas más finas, circuló durante dos semanas alrededor de nuestro hemisferio." De acuerdo con el experto, ese fenómeno habría hecho descender la temperatura en el sur de la Argentina en casi un grado centígrado, debido a que actuó como un filtro contra los rayos del sol.

Sin embargo, los cambios originados por la erupción no se detuvieron allí. Según afirma Ramos, a los 3 años de producido el fenómeno, los sectores más perjudicados de la provincia de Santa Cruz presentaban un incremento de la aridez de casi un 50 por ciento respecto de los valores previos a la erupción, sobre todo en la gran altiplanicie central, que posee un ecosistema muy inestable con escasas lluvias y pocos pastos.

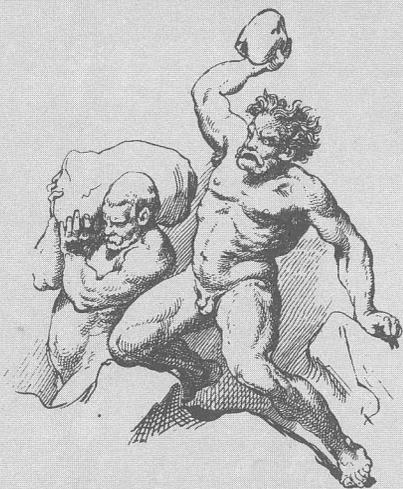
EFFECTOS DEVASTADORES

Pero las erupciones no sólo provocan desertificación, cambios climáticos y pérdidas agropecuarias; también pueden costarle la vida a muchos seres humanos.

Al respecto, a contramano de la creencia popular, la posibilidad de que una erupción volcánica produzca un gran número de víctimas fatales no necesariamente radica en que se genere una expulsión de lava. "Este material, formado por rocas fundidas, de acuerdo a su viscosidad, por lo general avanza en una forma relativamente lenta, del orden de los 5 a los 1000 metros por hora, lo cual concede un mayor margen de tiempo para evacuar a la población", explica la doctora en Geología Stella Poma, de la FCEyN.

Según la especialista, existen otros factores de riesgo que constituyen un mayor peligro para la integridad de aquellos que habitan las zonas aledañas a los volcanes. Uno de ellos son los lahares, flujos de lodo y rocas de gran velocidad que en muchas oportunidades acompañan a las erupcio-

Por qué se llaman volcanes



Muchas culturas y civilizaciones pasadas han definido a los volcanes como las «montañas que humean». En castellano, el término volcán proviene de Vulcano, nombre del dios romano del fuego y de la forja, equivalente a Hefestos, una de las deidades de la mitología griega. Cuenta la leyenda que Vulcano contestaba con erupciones de ceniza y de lava los ataques de rayos y centellas que le lanzaba su padre, Júpiter.

En la actualidad se sabe que las erupciones no son producto de designios divinos, sino que constituyen fenómenos naturales que pueden ser estudiados y prevenidos.

En la Argentina se utiliza mucho la voz *vulcanismo* por *volcanismo*, que además de ser técnicamente correcto, se usa en el resto de los países de habla hispana.

nes explosivas y se originan, entre otras causas, por la fusión de la nieve, del hielo o a partir de avalanchas generadas por la actividad del volcán.

Sin embargo, los denominados flujos piroclásticos constituyen los productos volcánicos más destructivos y mortales capaces de arrasar todo lo que encuentren a su paso. “Se trata de fragmentos de rocas calientes de muy diversos tamaños, envueltos en gases -afirma Poma-, que pueden desplazarse como un fluido por las laderas de los volcanes, alcanzando temperaturas de varios cientos de grados y velocidades de entre 20 y 150 kilómetros por hora”.

BENEFICIOS Y PREVENCIÓN

Pero el volcanismo no representa únicamente imágenes de muerte y destrucción. Constituye un proceso dinámico y continuo que también produce efectos beneficiosos. Entre otros, cabe señalar que la atmósfera y los océanos de la Tierra se habrían formado hace cientos de millones de años a partir de los gases emanados por los volcanes. Las cenizas, ricas en minerales, a largo plazo fertilizan los suelos de las zonas húmedas, y las aguas termales que se generan como consecuencia de la actividad volcánica resultan de gran utilidad para el tratamiento de numerosos problemas de salud.

Aunque hoy se sabe que las erupciones tienen su modo de anunciarse, sin lugar a dudas, la mejor manera de prevenirse de la furia de los volcanes es evitar el asentamiento de poblaciones en áreas cercanas a ellos. Afortunadamente, en comparación con otros países, las nuestras se hallan, en su gran mayoría, en zonas muy alejadas de los volcanes, disminuyendo el riesgo de que, eventualmente, ante una erupción, se produzcan graves pérdidas humanas.

* *Coordinador del Centro de Divulgación Científica y Técnica - IIB - FCEyN.*

Un volcán puede ser como el doctor Jekyll, es decir, durante un tiempo se comporta como un caballero correcto e intachable; pero, un buen día, puede transformarse en mister Hyde: se desata, abandona su aparente tranquilidad y, arrebatado de ira, comienza a sembrar la desolación y la muerte.

La humanidad fue testigo de varias erupciones que sepultaron ciudades y causaron innumerables muertes. Y hoy podríamos preguntarnos ¿cuál será la próxima? Si bien Buenos Aires no cuenta con ningún volcán cercano, en la Argentina, ¿estamos a salvo de las erupciones?

“En cualquier momento se puede producir una erupción. En la cordillera de los Andes, una decena de volcanes han entrado en actividad en los últimos años”, afirma Víctor Ramos. “Cuando el Hudson hizo erupción, los aviones no podían aterrizar en Comodoro Rivadavia por la presencia de cenizas volcánicas”, recuerda.

Algo parecido sucedió en 1988 con el Lonquimay, ubicado cerca de la frontera, a la altura de la provincia de Neuquén. Las cenizas de este volcán impidieron, durante varias semanas, que los aeropuertos de Neuquén y de Bariloche pudieran operar. Asimismo, en 1993, con la erupción del Láscar, que se encuentra en la Puna, se cerraron todos los aeropuertos, desde Córdoba hacia el norte.

Sin embargo, en los Andes, una de las más grandes erupciones de este siglo se produjo en 1932. Fue la del Quizapu, ubicado en la frontera, a la altura de Malargüe, en la provincia de Mendoza. Esa erupción fue 60 veces más grande que la del Hudson. Cubrió el sur de Mendoza con 30 centímetros de ceniza, Buenos Aires con 5 centímetros, y alcanzó a Río de Janeiro, que tuvo unos

Volcanes de la cordillera: ¿cuándo será la próxima erupción?

por Susana Gallardo*

milímetros. Según Ramos, si hoy se produjera una erupción de esa magnitud, la ceniza interrumpiría, por varios meses, el tráfico aéreo entre Río de Janeiro, San Pablo y Buenos Aires, causando un caos económico.

¿Por qué una erupción volcánica afecta el tráfico aéreo? Como las cenizas consisten en pequeñas partículas, muy angulosas, de vidrio volcánico, cuando son absorbidas por las turbinas de los aviones, que giran a elevada velocidad, producen una gran fricción hasta inutilizarse.

Según se cuenta, durante la erupción del Quizapu, las amas de casa de Buenos Aires salían con grandes latas a juntar cenizas que luego usaban, por su poder abrasivo, para hacer brillar las cacerolas.

¿Activos o extinguidos?

Un problema para los geólogos es determinar cuándo un volcán está activo. "Una teoría dice que un volcán es activo si hay un registro histórico de su actividad. Pero este criterio no es aplicable a todas las regiones: en América la historia escrita no se remonta más allá de la conquista, mientras que en Europa tenemos más de 3 mil años de historia", explica la doctora Corina Risso, experta en volcanes y docente en el departamento de Ciencias Geológicas de la FCEyN.

Aparentemente, si un volcán tuvo erupciones en los últimos 10 mil años, no puede considerarse extinguido. Un ejemplo es el Pinatubo, de Filipinas, que hizo erupción después de mostrarse apacible durante 600 años. "La clave es conocer bien la geología del volcán para afirmar cuándo hizo la última erupción y, según este dato, decir si está activo o no", subraya Risso.

A lo largo de la historia las erupciones volcánicas produjeron grandes catástrofes, como la del Vesubio, en el año 79 después de Cristo, que sepultó las ciudades

de Pompeya y Herculano, en el sur de Italia; la del Krakatoa, Indonesia, en 1883; o la del volcán Saint Helen, en los Estados Unidos, en 1980.

Los volcanes más peligrosos

Parecería que en la Argentina los volcanes no causan tanta destrucción como en otras latitudes. Sin embargo, la erupción del Quizapu fue equivalente a la del Saint Helen. La diferencia fue que, en este último, se derrumbó una de sus paredes y, al estar cubierto de nieve, se produjeron avalanchas de barro que arrasaron, a su paso, con bosques y poblaciones. Por ello los expertos afirman que si el Lanín (en Neuquén) tuviera una erupción, podría producir una catástrofe similar debido a su cobertura de nieve.

En realidad, los volcanes andinos son peligrosos porque, la mayoría de ellos, tienen erupciones explosivas debido a la composición del magma, que tiene un alto porcentaje de sílice y materiales volátiles. Estas erupciones generan una columna de gas y cenizas que alcanza alturas de decenas de kilómetros. Al tal altura, los vientos dispersan las cenizas a cientos y miles de kilómetros de distancia. Por ejemplo, en el año 93, las cenizas del volcán Láscar, ubicado a la altura de Salta, llegaron a Buenos Aires.

Los volcanes de los Andes son de temer y, aunque no cuenten con grandes poblaciones en sus alrededores, pueden producir un alto impacto en el ambiente y en la economía. De todos modos, si el Copahue -uno de los pocos volcanes activos que se encuentran del lado argentino- tuviera una erupción, sus efectos podrían ser trágicos. Al pie de este volcán hay un centro turístico, y muy cerca está la ciudad de Caviahue. Por ello, cuando muestra algún signo de actividad, los expertos instalan los equipos de monitoreo. En dis-

tintos puntos colocan geófonos (especie de micrófonos) que registran las vibraciones generadas por el ascenso del magma y permiten predecir cuándo puede producirse la erupción. La clave para evitar catástrofes radica en que la predicción se acompañe de medidas adecuadas.

Para atenuar los efectos

¿Qué hacen los geólogos cuando hay riesgo volcánico? Ante la sospecha de actividad, los expertos estudian los temblores que anuncian el ascenso del magma, miden la temperatura de las aguas que corren en los alrededores, y analizan los gases que afloran. También, junto con Defensa Civil, alertan a los pobladores y aconsejan ciertas acciones. "Cuando fue la erupción del Láscar, en la Puna, comenta Risso- le decíamos a la gente, por ejemplo, que no se restregara los ojos, porque de ese modo las cenizas les producían heridas".

Un problema grave es si las cenizas poseen algún elemento o compuesto tóxico. Las del Lonquimay, por ejemplo, contenían un alto porcentaje de flúor, el cual, al disolverse en las aguas, produjo mortandad en el ganado que bebió el agua contaminada. "Aconsejábamos a la gente que tapara los tanques y los fardos de pasto para los animales", recuerda la experta.

Una erupción volcánica en la cordillera, aunque no provoque una catástrofe, puede producir un gran impacto económico y ambiental. "Necesitamos realizar estudios conjuntos con los chilenos", recomienda Ramos, y agrega: "Ellos tienen excelentes centros de volcanología y, en casos de alerta, se podrían efectuar acciones organizadas". ■

* Coordinadora del Centro de Divulgación Científica y Técnica-FCEyN.

Las publicaciones científicas en la Argentina



Un futuro incierto

por Gustavo Ibarra*
gibarra@dd.com.ar

Alexander Fleming—por nombrar sólo uno de tantos científicos reconocidos— se hizo célebre por el descubrimiento de la actividad antibacteriana de la penicilina, así lo señalan numerosos libros de texto. Sin embargo, se puede hacer una sutil modificación a este concepto: Fleming se hizo célebre por haber comunicado su descubrimiento de la penicilina. Esta aclaración casi trivial deja en claro que la comunicación de un hallazgo científico es un hecho ineludiblemente vinculado con su reconocimiento, éxito y aprovechamiento. Precisamente, las publicaciones científicas nacieron con el buen propósito de dar a conocer la labor de los investigadores y compartir con sus pares y la comunidad en su conjunto los progresos alcanzados en el conocimiento científico.

Diversos indicadores confirman el crecimiento exponencial de la investigación científica y el número de revistas y artículos publicados es uno más de ellos. Como ejemplo, vale citar el Index Medicus, una publicación que registra los distintos artículos publicados en revistas médicas; en los últimos 100 años, el peso de esta publicación (obviamente proporcional a la información que aporta) aumentó de 2 a 30 kg.

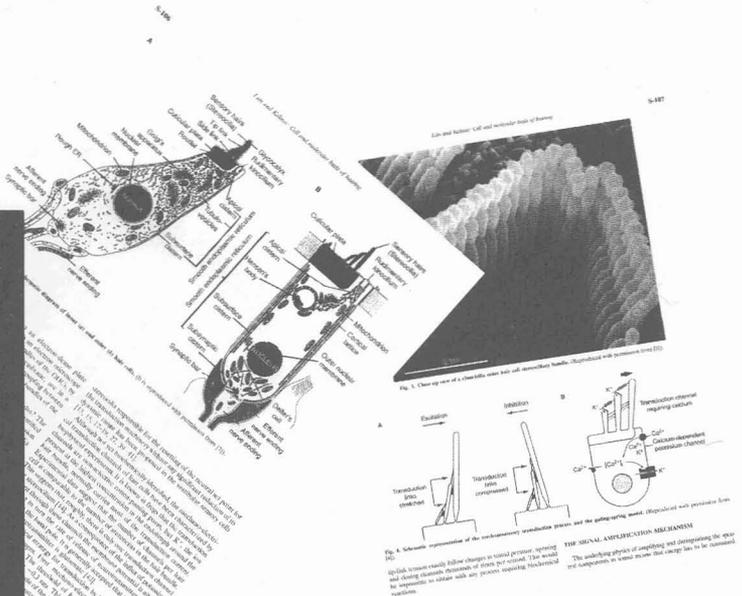
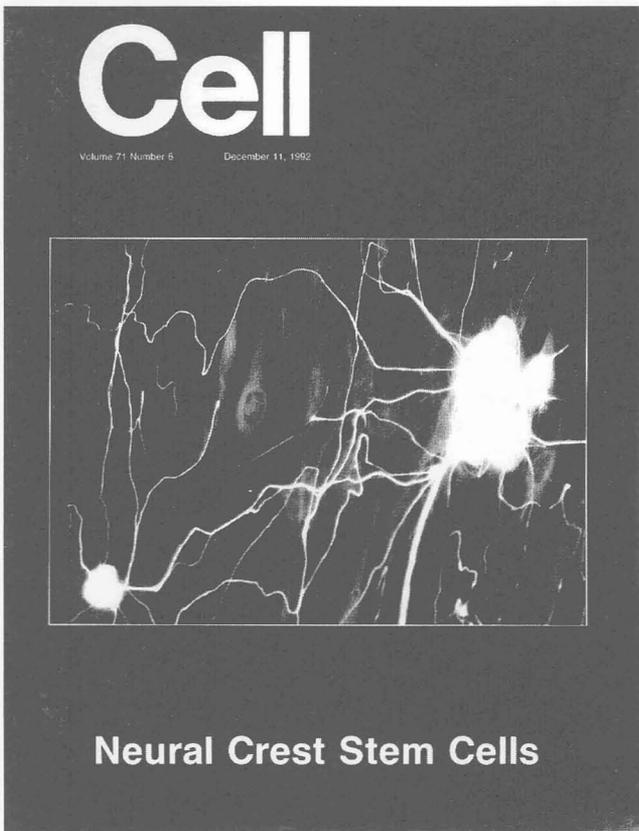
Termómetros de la eficiencia

Las publicaciones representan al mismo tiempo un medio para evaluar la actividad de los investigadores y se ha transforma-

do de a poco en una herramienta fundamental para luchar por los eternamente escasos subsidios disponibles para investigación. Así, ante cualquier solicitud de financiación los investigadores siempre tienen un ítem a llenar con el número de publicaciones, nombre de las revistas en las que publicaron, número de autores y posición entre ellos. Estos datos son utilizados por las autoridades de turno para establecer un orden de mérito que, conjuntamente con otras informaciones, deciden la aprobación o rechazo de una solicitud de apoyo a la investigación.

Pero esto no es todo. Las revistas científicas tienen editores, empleados, ganancias y compiten entre sí por los suscriptores, por los mejores artículos y por los anunciantes. Por otra parte, el auge de las publicaciones trajo detrás de sí la idea de organizarlas y clasificarlas según su calidad. Así, el Institute of Scientific Information (ISI) publica cada año el Science Citation Index (SCI), un índice de registro y clasificación con base en Filadelfia, EE.UU., que establece cada año el nivel de impacto, el rating, de aquellas publicaciones científicas que el ISI considera más importantes. Este índice de impacto se calcula dividiendo el número de citas (el número de veces que un artículo es nombrado por otros investigadores) por el número de artículos que publica la revista. De este modo, todos los años, los

Los científicos dan a conocer sus trabajos de investigación mediante la publicación de artículos, pero no de los que aparecen en las secciones de ciencia de los diarios ni en las revistas de divulgación. Estos artículos son publicados por revistas especializadas que los someten previamente al juicio de un jurado de expertos. De entre las miles que circulan por el mundo, Nature, Science o Cell, son algunas de las más reconocidas. Y por casa, ¿cómo andamos?



largo plazo y diferencias en el poder económico. Las publicaciones científicas argentinas, seguramente, no reflejarán una realidad distinta, aunque sí posiblemente peor. Esta realidad fue puesta en evidencia en el transcurso del Primer Seminario Nacional de Edición Científica, orga-

medida con el amateurismo editorial; esta descripción no intenta quitar méritos al enorme esfuerzo de muchos editores nacionales, por el contrario busca resaltar lo injusto que es comparar las ediciones nacionales con otras extranjeras nacidas y mantenidas por megaestructuras superprofesionalizadas y comercialmente maduras. Sí cabe, en cambio, apuntar ciertos vicios editoriales. Uno de ellos es la falta de integración de las publicaciones: todos quieren tener su propia revista, cuando lo lógico –por falta de recursos y de artículos– sería la fusión para unir fuerzas y compartir beneficios. Otro es el escaso autofinanciamiento: nacido en muchos casos de ámbitos científicos, acostumbrados a solicitar y recibir apoyo sólo de organismos estatales, el hábito de los editores no resulta fácil de modificar aunque el futuro se vea negro. Un tercer vicio es la poca importancia que los editores locales le prestan a la adecuación a normas editoriales internacionales estándar. No citar la fecha de recepción de los trabajos, por ejemplo, hace que la revista quede automáticamente fuera del grupo de las rankeables. La principal crítica debería ser la falta de imaginación para romper con las conductas instituidas por décadas y salir a buscar nuevas alternativas de supervivencia: profesionalizar el cuerpo editorial, buscar nuevas alianzas, generar nuevos servicios... patear el tablero.

El problema del idioma merece un capí-

editores esperan su clasificación en el rating; información que luego pueden utilizar a la hora de promocionar sus publicaciones e intentar atraer interesados.

Moldes criollos

Ahora bien, ¿cómo se enmarca esta descripción general con la situación local de la ciencia y las publicaciones científicas? Para quien está dentro del ambiente, para quien está cerca y aún para quien está alejado, la sensación (basada en la evidencia) es que la ciencia argentina está lejos de los popes del mundo. Aunque en un examen individualizado de los investigadores argentinos se pueden identificar casos descolantes (no necesariamente pocos), iguales o superiores a sus pares del primer mundo, la ciencia argentina en su conjunto está perdiendo la carrera, por su escasa organización, poca claridad de objetivos, baja capacidad de motivación e inserción de jóvenes investigadores, falta de integración intergrupala y de coherencia en el

nizado por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT) dependiente del CONICET. La reunión llevada a cabo a finales de julio de este año se desarrolló bajo el poco auspiciante, aunque muy apropiado, lema: “¿Sobrevivirán las revistas científicas argentinas?”. A lo largo de la reunión se pudieron escuchar de boca de algunos editores los problemas para el desarrollo y subsistencia de sus revistas, se informó sobre las tendencias actuales en la edición y publicación en serie y las pautas necesarias para mejorar el nivel de las publicaciones locales, se describieron proyectos latinoamericanos para mejorar la posición internacional de las publicaciones de la región y se fomentó la participación y el intercambio de ideas.

Entre las cuestiones que pueden resaltar figura, en primer lugar, la falta de reconocimiento internacional de las publicaciones locales, vinculado en cierta

tulo aparte. Publicar en castellano garantiza un buen número de lectores (los colegas de la región) pero la condena segura a pasar inadvertido entre los verdaderos actores de la ciencia. Publicar en inglés deja de lado un buen número de potenciales lectores (los mismos colegas de la región) pero apuesta a participar del verdadero diálogo científico. La solución trivial: la publicación bilingüe requiere apenas un pequeño esfuerzo económico, pero que parece, pocos o ningún empresario quiere realizar.

Malas costumbres

Claro que las instituciones científicas (CONICET, UBA, SECYT, etc.) aportan su esfuerzo a la confusión general. Por un lado, queda en claro su falta de compromiso a largo plazo, lo que se hace evidente, por ejemplo, en el otorgamiento de subsidios que nunca llegan o llegan sin respetar fechas. Por otro, está el tema de la falta de coherencia política. Las autoridades organizadoras del Seminario expresaron su preocupación por el porvenir de las revistas científicas nacionales y el interés por apoyarlas, pero, al mismo tiempo, son esas mismas autoridades las que establecen para la evaluación de los investigadores un valor varias veces superior a las publicaciones en cualquier revista extranjera. De este modo, no puede esperarse que los investigadores argentinos decidan presentar en su país aunque sea algunos de sus hallazgos secundarios.

Estas particularidades a nivel nacional hacen, como mínimo, que los esfuerzos ofrezcan menos réditos que los esperables si estuvieran encauzados en un ambiente un poquito más fértil.

Las quejas son fundadas, pero si sólo se



utilizan para justificar la situación no resuelven nada y sólo representan una excusa para avalar la mediocridad general. Distinto es si se emplea la bronca como un acto creador de impulso y búsqueda de alternativas.

Científicos de todo el mundo, investigadores internacionalmente reconocidos, comienzan a criticar el vuelco comercial de muchas publicaciones internacionales, que establecen, en pos de lo que ellas consideran rentable, los temas de interés y comienzan a cobrar para publicar en ellas... pero siguen publicando ahí, por no tomar las riendas del cambio. Bien podrían comenzar a publicar libremente en Internet o producir ediciones de bajo costo con distribución a través de institutos en todo el mundo, por citar dos posibilidades. La pregunta para todos es ¿qué resulta más fácil: cambiar la situación o adaptarse lo mejor posible a las condiciones estableci-

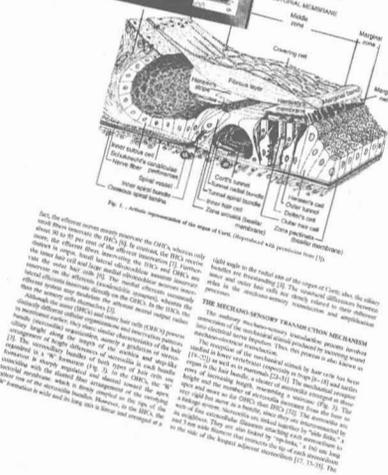


Fig. 1. A schematic representation of the structure of a cell (simplified and not to scale). The diagram illustrates the various components of a cell, including the nucleus, cytoplasm, and cell membrane. Labels include: Nucleus, Nuclear envelope, Nuclear pore, Cytoplasm, Cell membrane, and various organelles. The diagram is a cross-section showing the internal structure of the cell.

das? Investigadores, editores, instituciones científicas, distintas caras del mismo tema; el futuro de las publicaciones, como el de cualquier proyecto humano, depende de qué es lo que pese más en la balanza: la convicción de que se pueden enfrentar con éxito los problemas (y buscar las herramientas para lograrlo) o la sensación de que nada puede solucionarse. Justificaciones sobran. ■

*Docente investigador del Laboratorio de Biología Celular, FCEyN-UBA

Las múltiples facetas del Go

Ese otro ajedrez de oriente

por Guillermo Mattei *
gmattei@df.uba.ar

*Es más antiguo que la más
antigua escritura
y el tablero es un mapa del
universo.*

*Sus variaciones negras y
blancas*

agotarán el tiempo.

*En él pueden perderse los
hombres*

como en el amor y en el día.

JORGE LUIS BORGES,
El Go (fragmento)

Desde lo profundo de los tiempos sobrevive un juego milenario. Simple en sus reglas y a la vez de una complejidad infinita. Su esencia: la vida y la muerte. Los niños lo aprenden de una manera natural y la habilidad de los ancianos para el juego puede mantenerse intacta. Es un desafío científico para la matemática y la computación. Estimula la interconexión entre los dos hemisferios cerebrales. Fascinó a Borges y a Herman Hesse. Freud y Mao lo jugaron. En Cuba es una asignatura optativa de la escuela primaria. Hay miles de jugadores profesionales y puede ser un negocio tan redituable como el básquet o el tenis. A la prestigiosa Universidad de Tokyo se ingresa, sin el exigente examen de admisión, acreditando un buen nivel de juego. Los directivos de *Japan Airlines*, los hombres de negocios nipones y los oficiales del ejército vietnamita están obligados a aprenderlo. Cincuenta y cinco países lo practican y en breve será deporte olímpico. Se llama *Igo* en Japón, *Wei Qi* en China, *Baduk* en Corea y *Go* en Occidente.

El universo y el ciclo vital 圍棋

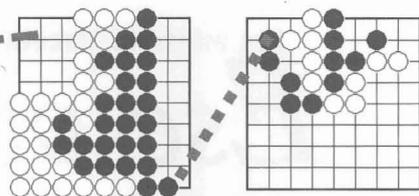
El Go es un juego territorial. El tablero, que simboliza el Universo, está marcado con una grilla de diecinueve líneas horizontales por diecinueve verticales que ambos jugadores inicialmente comparten. Los dos contendientes cuentan con una reserva ilimitada de piezas, llamadas *pedras*: unas negras y otras blancas. Al comienzo el tablero es un territorio vacío y los jugadores, comenzando por las negras y de a uno por vez, van colocando una piedra en alguna de las trescientas sesenta y una intersecciones

de las líneas de la grilla. Una vez ubicadas, las piedras ya no volverán a moverse. El profesor titular de la FCEyN y presidente de la Asociación Argentina de Go, doctor Hugo Scolnik, lo sintetiza: "El tablero y las piedras corresponden a las formas geométricas más simples: rectas y círculos."

En la evolución de la partida, las piedras de un color pueden rodear a una piedra del otro color, en cuyo caso, ésta saldrá del tablero en calidad de *prisionero*. Estratégicamente hablando, el juego se inicia con ambos jugadores intentando definir como propia una parte del territorio, para lo cual tratarán de ir circunscribiéndolo por separado con sus piedras. Sin embargo, la confrontación será inevitable determinando imprevistos cambios en el dominio del territorio. La meta es lograr más territorio que el contrincante tratando de delimitarlo de una manera más eficiente o capturando las piedras contrarias para aumentar dicho efecto. Para alcanzar el objetivo planteado, la evolución de la distribución de piedras sobre el tablero adopta formas o estructuras acerca de las cuales los jugadores pueden decir que están *vivas* o *muertas*.

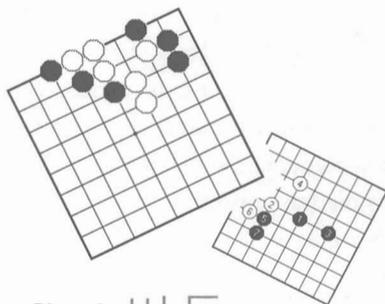
Las posibilidades estratégicas y tácticas del juego son infinitas y proporcionan a jugadores de diferentes niveles el mismo grado de desafío y entretenimiento. Capturar muchos prisioneros podría ser un camino para ganar el juego pero, una de las sutilezas del Go reside en que no siempre la agresividad paga recompensa. Las personalidades de cada jugador se expresan claramente en el





tablero. Scolnik, quien dicta cursos de Go, sabe de antemano cuál será la característica de juego de sus alumnos con sólo conocerlos como personas. El juego refleja la habilidad del jugador por balancear defensa y ataque, por el trabajo eficiente de las piedras, por flexibilizar la respuesta a situaciones cambiantes, por el oportunismo, el análisis preciso y el reconocimiento de las virtudes y defectos del oponente. Cada partida de Go rápidamente adquiere características propias que difícilmente se repiten: la cantidad de partidas diferentes de Go supera al número total de átomos del Universo.

Al final, los contendientes cuentan la cantidad de puntos de intersección de la grilla rodeados por piedras propias más la cantidad de prisioneros. El jugador con mayor cantidad de puntos es el ganador.



Go y Ciencia 바둑

Desde el punto de vista científico, Scolnik opina que el Go es un desafío para la matemática y la computación del siglo XXI. Si bien las reglas del juego son muy sencillas, hasta la actualidad no ha podido programarse una *Deep Blue* (la computadora que venció a Kasparov) del Go. El problema de aproximar, mediante algoritmos matemáticos, la libertad de la intuición humana para reconocer estructuras con vida y muerte es un enigma abierto para la ciencia. Hasta la fecha, todos los intentos han consistido en echar mano a diferentes ramas de la matemática como la topolo-

Cuando el destino del Tíbet se definió en un tablero de Go

Hace unos cuantos milenios el primer emperador de China inventó un juego para mejorar las aptitudes mentales de su propio hijo. Más tarde, en ocasión de uno de los usuales acosos armados a El Tíbet, el líder budista del templo desafió a su agresor a jugar a ese mismo juego para evitar el derramamiento de sangre y decidir así el destino del monasterio. Mitología aparte, el juego del Go probablemente se originó en China, o en los Himalayas, hace unos tres o cuatro mil años. Sin duda alguna es el juego más antiguo de la humanidad, ya que sus reglas se han mantenido esencialmente inalteradas a lo largo de todo ese período de tiempo.

A pesar de haberse originado en Asia Central, el Go alcanzó su mayor popularidad en Japón a partir de su introducción en el año 740 de nuestra era. En la isla estuvo confinado a ámbitos cortesanos, pero gradualmente se propagó no sólo entre el clero budista y sintoísta sino también entre los samurais.

Los sucesivos gobiernos japoneses reconocieron el valor del juego subven-

cionando, a partir de 1612, a las mejores familias jugadoras que se transformaron en verdaderas escuelas de Go. En los posteriores doscientos cincuenta años, la rivalidad entre estas familias acrecentó grandemente el nivel de juego. Se estableció un sistema de ranking por el cual los jugadores se clasificaban en nueve niveles o *danes*. Cuando un noveno dan sobresalía claramente sobre el resto de sus contemporáneos pasaba a denominarse *meijin* (experto). El mayor avance en las técnicas de Go se produjeron en 1670 debido al meijin Dosaku —posiblemente el más grande jugador de Go de todos los tiempos— que fue la cuarta cabeza de la Escuela Honinbo, la más importante y la mayor productora de meijins. El sustento oficial del Go terminó en 1868 con el retorno del emperador al poder y con la occidentalización de la sociedad japonesa.

Si bien en Europa los antiguos viajeros a oriente del siglo XVII ya describían el juego, no fue sino hasta 1880, cuando el alemán Otto Korschelt escribió un libro referido al Go, que el juego empezó a propagarse por Alemania y los Balcanes.

gía y la teoría de grafos. En particular, Scolnik ha desarrollado un programa basado en conceptos de la Física, tales como el de campo de fuerzas, que modelizan la influencia de las piedras y de su entorno.

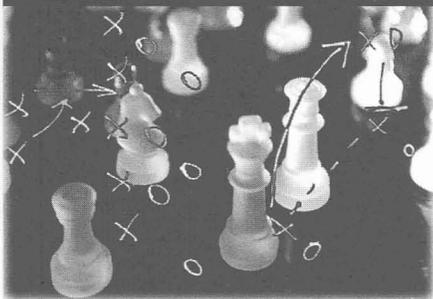
Por otro lado, muchos estudios en el campo de la neurofisiología indican que el estímulo completo que el Go ejerce sobre cada hemisferio del cerebro humano tendría propiedades terapéuticas. En Japón, el tratamiento de enfermedades cerebrovasculares se hace mediante la prescripción del aprendizaje del Go: las interconexiones entre ambos hemisferios se potenciarían.

Go, pasión de multitudes 碁

En el lejano Oriente, la popularidad del Go se mide por las decenas de miles de jugadores profesionales de China, Corea y —fundamentalmente— Japón, más los millones de aficionados que siguen el juego por diversos medios. Scolnik explica el fenómeno: “En Oriente, el Go es pasión de multitudes. La final, Japón versus China, convoca tanta gente en un estadio como un Boca-River”.

El circuito profesional del juego, dominado por grandes empresas y diarios, mueve millones de dólares al mejor estilo del negocio del fútbol, el básquet, el

Go y ajedrez



Como el ajedrez, el Go es un juego de destreza intelectual, sin embargo difieren en muchos aspectos. Los especialistas aseguran que el Go son cuatro juegos de ajedrez juntos en un mismo tablero. Las reglas del Go son muy simples y a pesar de ello es un desafío no sólo para las habilidades analíticas del jugador, como en el ajedrez, sino también “para la intuición, la sensibilidad estética y la armonía”, describe Scolnik.

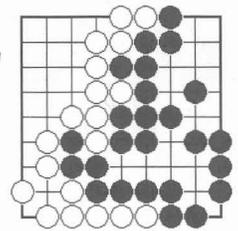
El espíritu subyacente en el ajedrez es la guerra y su objetivo final es el de postrar al rey contrario, después de haber diezmado en lo posible a todo su ejército, incluida la preciada reina enemiga. En el Go, al final de la partida, ambos contendientes cuentan con territorio propio: es un juego de coexistencia y su esencia coincide con la dialéctica natural entre la vida y la muerte. De allí que a los niños les sea tan fácil aprender Go: una grilla, piedras, unas pocas reglas sencillas y el concepto de vida y muerte contraponiéndose con las complicadas definiciones ajedrecísticas de los movimientos de seis piezas diferentes y la idea de la guerra. En la mente de un niño es mucho más natural elaborar algoritmos que reproduzcan la dinámica vital antes que intelectualizar la estrategia militar.

tenis o el béisbol occidentales. Hay canales de cable dedicados al Go. Si bien las partidas televisadas duran unos veinte minutos, una confrontación entre jugadores de alto nivel puede durar casi todo un día.

Lentamente el juego se propaga hacia Occidente —recién hace unos cuarenta años se realizan campeonatos europeos— donde existen muy buenos jugadores pero, en opinión de orientales, demasiado respetuosos del prestigio asiático en Go. Alemania, Francia, Holanda, Rumania, Hungría y Rusia—donde se dan becas de dedicación exclusiva para el estudio del Go— son los países con jugadores de mejor nivel europeo. En los países americanos, si bien la introducción del juego y su cultivo se debió a las comunidades orientales locales, existen casos —como el de Cuba— en los que ya ha tomado vuelo propio.

El Go en Argentina 围棋

En nuestro país, el recordado rector de la UBA durante la tristemente célebre *Noche de los bastones largos*, doctor Hilario Fernández Long, introdujo el juego en 1970 creando la Asociación Argentina de Go. Pero el impulso de la actividad se debe, sin duda, a la labor actual de Hugo Scolnik como presidente de la Asociación. “Mi padre, inmigrante ruso, me enseñó ajedrez desde los cuatro años: es como una lengua materna para mí”, relata Scolnik para luego agregar que “sin embargo, el Go —que aprendí de grande— ejerce en mi una fascinación mayor pues se parece a la vida misma”. La mayoría de los grandes jugadores occidentales toman clases con maestros orientales, en particular Scolnik lo hace vía Internet con el entrenador del equipo olímpico chino Yilun Yang.



La de Scolnik es una más de las tantas historias de científicos formados en la época de oro de la FCEyN: graduado en Matemática en 1964, renunciante como docente en 1966, doctorado en Matemática en el exterior (Zürich) en 1970, expulsado en 1974 y exiliado en 1976. En la actualidad es docente e investigador del Departamento de Computación de la FCEyN y sus temas de trabajo abarcan las redes neuronales, la optimización no lineal, los métodos numéricos, la criptografía y el paralelismo.

“Las perspectivas del Go en el país pasan, en lo universitario, por el desarrollo de la investigación científica de los algoritmos, y en lo educativo, por la introducción del juego en las escuelas”. De hecho, Scolnik acaba de editar en Argentina una versión corregida del libro *Go el juego más fascinante* (ya hay ediciones en el exterior), que tiene previsto donar a las escuelas. “La experiencia con el aprendizaje de los niños es asombrosa: la capacidad de absorber nuevas formas es natural y no les demanda esfuerzos”, explica Scolnik.

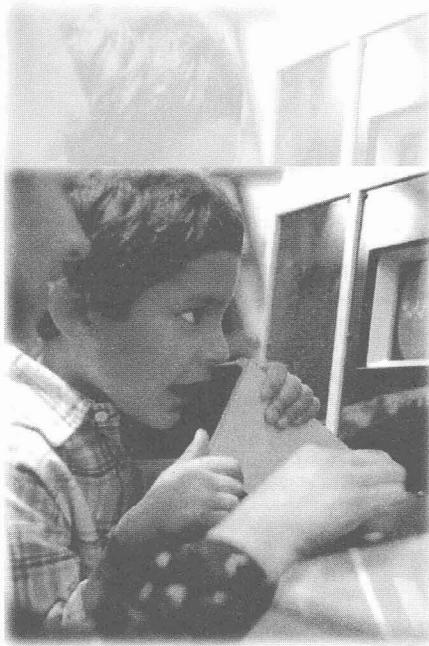
Actualmente se puede aprender a jugar al Go en la Sociedad Okinawense (Av. San Juan 2651, tercer piso, los miércoles de 19.00 a 21.00hs), en el Club Argentino de Ajedrez (Paraguay 1858, los sábados a partir de las 18hs.) y, en breve, también se podrá hacerlo en la FCEyN. Una inmejorable oportunidad para los aficionados argentinos en adentrarse en —parafraseando a Borges— “ese otro ajedrez de oriente”. ■

*Doctor en Física, Secretario de Graduados y Asuntos Profesionales FCEyN.

Enseñar ciencia apelando a la sorpresa

por Susana Gallardo*
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

El director del Exploratorium de San Francisco, Goery Delacôte, estuvo en Buenos Aires presentando su libro sobre nuevos métodos de aprendizaje, y dio una charla en la Universidad de Quilmes sobre la difusión y la enseñanza de la ciencia. Para él, una de las claves de la enseñanza radica en saber despertar la curiosidad de la gente y ayudarla a formular preguntas.



En una jaula, un pájaro verde chillón. En otra, un tucán de un rojo vivo. Entre ambas, una jaula vacía. La consigna, para el eventual observador, es que fije la vista unos 20 segundos en uno de los pájaros, y luego la desplace hacia la jaula vacía. Lo que verá será una mancha del color complementario del verde o del rojo, según el pájaro observado.

La acción no tiene lugar en un zoológico, sino que se trata de un exhibidor del Exploratorium de San Francisco, en los Estados Unidos, uno de los museos de ciencia más importantes del mundo. Con esta imagen Goery Delacôte inició su conferencia en el Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes.

Previamente, el matemático y periodista científico Leonardo Moledo, al presentarlo, había citado una frase del propio Delacôte: "Hemos llegado a ese punto trivial en el que nos abrumba la profundidad de nuestra ignorancia". Moledo expresó el deseo de que el físico francés,

que vino a la Argentina para presentar su libro *Enseñar y aprender con nuevos métodos*, nos señale algún camino de salida de "esta ignorancia".

En un correcto inglés, con marcado acento francés, el director del Exploratorium y cofundador de La Villette de París, se dirigió a una audiencia ávida por encontrar la manera de mejorar la enseñanza de la ciencia.

"Nunca entendí por qué los americanos tuvieron la locura de llamar a un francés para dirigir este museo", comentó. Luego agregó que el Exploratorium fue el producto de la creación de un "loco", el físico Frank Openheimer, aquél que "entre otros chiches, jugaba con la bomba atómica". Openheimer, que murió en 1985, quiso, junto con su hermano Robert, hacer algo a favor de la educación y creó este museo con la idea de acercar el arte a la ciencia.

El Exploratorium no es una universidad, ni una escuela, ni una biblioteca. Es un nuevo tipo de organización, según lo define su director. "La palabra *museo* sólo in-

dica que está abierto al público, pero es mucho más que eso. Es una organización intermedia entre la universidad, las escuelas, los artistas, la familia. La misión básica es contribuir al surgimiento de una nueva manera de aprender", explica Delacôte.

Uno de los componentes del aprendizaje es la experiencia y, en este sentido, el museo se propone proveer herramientas para aprender a través de la experiencia.

DESPERTAR LA CURIOSIDAD

Pero un aspecto importante, según Delacôte, es la motivación para aprender. "La curiosidad es uno de los bienes más preciados de que disponemos. Cuando la gente siente curiosidad, está dispuesta a saber más", enfatizó.

Con el fin de despertar la curiosidad, muchos de los exhibidores presentan paradas a los visitantes. Por ejemplo, uno de ellos muestra un objeto que según el sentido común debería caer por su propio peso, pero que, debido a algún principio de la física, se mantiene en su lugar. Esto genera inquietud en el observador, y lo lleva a formular preguntas.

Delacôte prefirió no hacer su charla demasiado extensa y responder las preguntas del público. Eduardo Averbuj, que codirige un museo de ciencias próximo a inaugurarse en la Universidad de Lanús, preocupado por la hiperactividad que muestran los chicos en los museos, quiso saber cómo es posible frenar ese exceso de actividad y evitar que salten de exhibidor en exhibidor, sin detenerse en ninguno.

Delacôte adelantó que sería provocativo en sus respuestas, y a continuación atacó el pretendido orden escolar. Admitió que los chicos, en su hiperactividad, tal vez

pierdan tiempo y no sea mucho lo que aprendan. Pero seguramente se sentirán intrigados, motivados a formular preguntas. "La gente dice que los museos no contribuyen a la educación, pero ¿qué es aprender y qué es no aprender?", se preguntó, y recalzó: "Los museos son complementarios de otras formas de aprendizaje".

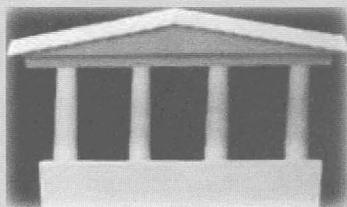
Otro de los asistentes interrogó sobre la validez del enorme esfuerzo económico y de gestión que significa desarrollar centros interactivos en América Latina, dado que, se supone, sus resultados son pequeños. "Si usted quiere seguir siendo subdesarrollado, deje las cosas como están", respondió Delacôte, siguiendo con su propósito de mostrarse provocativo. Y agregó: "Esos lugares no son caros si uno los compara con el gasto global que se destina a la educación".

El presupuesto del Exploratorium es de 17 millones de dólares anuales, que es poco, según el experto, si se compara con la inversión total destinada al sector de la educación en los Estados Unidos. Pero, aseguró, tiene un gran impacto sobre la gente y en especial sobre los docentes. El museo recibe 550 mil visitantes anuales, y 8 millones de personas por año acceden a su página en Internet.

Delacôte afirmó que en el aprendizaje deben tenerse en cuenta tanto el enfoque formal como el informal. Y que hace falta contar con lugares pequeños que permitan un contacto estrecho con el público, donde la innovación no radique en el diseño de los exhibidores, sino en la manera de contactarse con la gente y ayudarla a que aprenda. Escuchar sus preguntas y proveer los recursos para que puedan avanzar hacia nuevos interrogantes.

También se le preguntó si el Exploratorium lleva a cabo una evaluación de la respuesta del público frente a los exhibidores. El especialista hizo una ana-

En la Argentina también se consiguen



En nuestro país existen varios museos que le permiten al visitante participar de cerca en los fenómenos naturales y los desarrollos técnicos. La diferencia con los museos tradicionales radica en que los interactivos ofrecen espacios de animación, espectáculos científicos e instrumentos y aparatos demostrativos que pueden ser empleados por el público.

Museo Participativo de Ciencias,
Centro Cultural Recoleta
Junín 1930, Ciudad de Buenos Aires
Tel: 4807-3260
museopar@giga.com.ar

Museo Experimental de Ciencias
Parque Urquiza, Rosario, Santa Fe
Tel: (0341) 480-2533
fplanet@towe.net.ar

Museo Interactivo de Ciencias
"Puerto Ciencia",
Ruta 11, km. 10, Oro Verde, Entre Ríos
(0343) 497-5100/5077 int. 110
museo@fi.uner.edu.ar

Eureka, Parque de la Ciencia
Uriburu s/n, Pque. Gral. San Martín, Mendoza
Tel: (02361) 4425-3756
http://www.pic.mendoza.gov.ar
eureka@mendoza.com.ar

Paseo con Ciencia
Valle Hermoso, Córdoba
Tel: (03548) 47-0610

Exploratorio San Isidro
Roque S. Peña 1400 - San Isidro
Tel.: 4743-1177 4766-1178
http://www.exploratorio.com

logía con el arte, y señaló que "uno no le puede pedir a un pintor que rediseñe sus cuadros en función de la respuesta del público". Por esta razón, afirmó que es necesario permitir que quienes diseñan los

exhibidores lo hagan con total libertad, dando rienda suelta a su creatividad. Luego, a través del *feedback* del público se podrán hacer los ajustes necesarios.

LA UNIVERSALIDAD DE LA CIENCIA

Graciela Merino, representante de la Red de Popularización de la Ciencia (Red Pop) de la UNESCO, planteó la cuestión de cómo conjugar la universalidad de los conceptos científicos representados en los exhibidores de los museos, y el contexto cultural del pueblo al que van dirigidos.

Muchos de los museos interactivos de Latinoamérica, e incluso el Museo Participativo de Ciencias de Buenos Aires, emplean los diseños de los exhibidores del Exploratorium. Sin embargo, la realidad social en la mayoría de ellos es muy diferente a la de los Estados Unidos. De hecho, en Colombia, las redes de museos deben trabajar con 34 lenguas indígenas.

Para Delacôte la ciencia es universal, y el hecho de que los exhibidores que se exponen en San Francisco se utilicen de la misma manera en distintos lugares de Latinoamérica demuestra que los modelos de la ciencia no dependen del idioma.

Para cerrar, el director del Exploratorium hizo una reflexión acerca del conocimiento y la sabiduría ante las puertas del tercer milenio. "En este siglo hemos vivido historias de horror, de ello hemos sido pioneros en Europa, aunque ustedes también han tenido su cuota de horror", señaló, poniendo en evidencia su saber sobre nuestra historia reciente. Y añadió: "Creo que el pequeño impacto de estos lugares (los museos de ciencia) consistirá no sólo en contribuir a aumentar el conocimiento, sino que también servirán para conectar diferentes fragmentos de la población y permitir el crecimiento de la sabiduría". ■

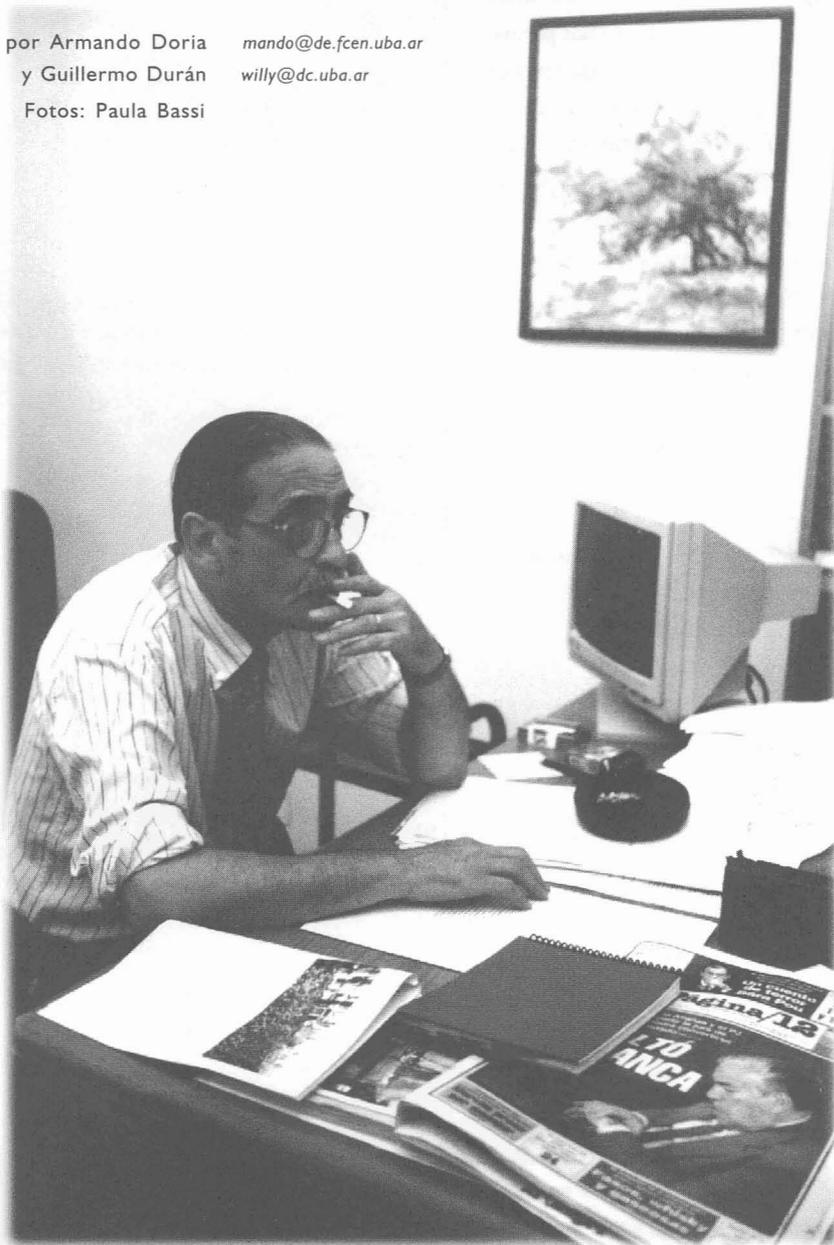
* Coordinadora del Centro de Divulgación Científica y Técnica-FCEyN.

Julio César Strassera

YO ACUSÉ

El juicio a las Juntas militares fue un hecho único en América Latina. El fiscal que estuvo a cargo de llevarlo adelante fue Julio César Strassera, quien – con la colaboración de Luis Moreno Ocampo – presentó los testimonios que determinaron que una buena parte de los responsables de la represión ilegal fueran condenados a cadena perpetua. Después del juicio, Strassera se retiró del Poder Judicial. “Qué más quedaba después de una experiencia única como esa”, dice el ex fiscal, que desde entonces se dedica a su actividad de abogado y forma parte de la presidencia de la Asamblea Permanente por los Derechos Humanos (APDH).

por Armando Doria mando@de.fcen.uba.ar
y Guillermo Durán willy@dc.uba.ar
Fotos: Paula Bassi



Es un tipo sencillo, sin ninguna vuelta para acceder a la entrevista. “¿Doctor Strassera?”. “Sí”. “Hablo de la Facultad de Exactas. Quisiéramos entrevistarlos para nuestra revista”. “Cómo no, pueden pasar mañana después de las tres”. Listo. Su estudio es despojado y arriba del escritorio tiene dos atados abiertos de cigarrillos. Fuma constantemente y, entre pitada y pitada, habla lento y claro. Después hace un silencio, como para pensar, pero no sigue hablando, entonces se hacen necesarias las preguntas.

—¿Cuál fue el camino hasta llegar a la fiscalía de la Cámara?

—A ver... el Juicio a las Juntas fue en el año 85; yo tenía 52. Hacía veinte años que trabajaba en el Poder Judicial. Empecé tardíamente porque recién me recibí de abogado a los 30. Es que abandoné el secundario en tercer año estando pupilo en el Colegio San José. Mucho después di libre cuarto y quinto para entrar a la Facultad

de Derecho. Una vez recibido, ingresé al poder judicial como empleado de última categoría y comencé a hacer carrera. Fui prosecretario electoral, secretario de primera instancia, fiscal de primera instancia, juez de sentencia y luego fiscal de Cámara a partir del 83. A partir de ahí es historia conocida.

—¿Cómo vivió el período desde el golpe del 76 hasta la vuelta a la democracia?

—Yo estaba en la justicia Federal. Había sido secretario de un juzgado —con todas las implicancias políticas que ello tiene— y luego me nombraron fiscal. Parece que yo no les gustaba mucho a los funcionarios, pero tenía cierto prestigio y no se animaban a echarme, entonces hicieron lo que se hace muchas veces con la gente molesta: me ascendieron a juez de sentencia en el fuero ordinario; o sea, me mandaron a condenar ladrones de gallinas. Allí estuve hasta el 83, cuando me ofrecieron el cargo de fiscal de Cámara con el advenimiento de la democracia.

—¿Por qué le ofrecieron el cargo?

—Yo nunca pedí nada en toda mi carrera. Quien me lo ofreció fue el ministro de Educación y Justicia, Carlos Alconada Aramburú. Ni siquiera lo conocía a Alfonsín, así que nunca supe por qué me ofrecieron el cargo.

—¿Ahí supo que le tocaría participar del Juicio a las Juntas?

—Jamás pensé que me vería al frente del proceso a las Juntas Militares. Todo comenzó con la reforma del código de justicia militar. Nosotros teníamos un código de justicia militar que era prácticamente una copia de las ordenanzas de Carlos III: por el sólo hecho de ser militar había que ser juzgado por la justicia militar.

—¿Qué cambios determinó la reforma?

—Estableció que la justicia militar sólo se haría cargo de los delitos esencialmente militares: abandono de guardia, insubordinación, etc., y todos los demás delitos quedarían sometidos a la justicia civil. Además, se estableció, respecto de las sentencias de los tribunales militares, una apelación ante la Cámara Federal.

—¿Y qué pasó en el caso del proceso a las Juntas?

—Se hizo una excepción, que creo que no fue correcta. La excepción consistió en

que el proceso se radicara originariamente ante el Consejo Supremo de las Fuerzas Armadas con un plazo para dictar su pronunciamiento. Si el consejo no dictaba su sentencia, la Cámara podía abocarse al conocimiento de la causa, que fue lo que pasó. Yo, como fiscal de la Cámara, en principio sólo tenía la instancia de apelación y no el trámite total del juicio, pero terminé siendo el encargado del proceso.

—¿Cómo vivió el hecho de hacerse cargo de un juicio tan complejo?

—Yo llevaba muchos años en el Poder Judicial y, pese a que era una causa muy importante, traté de tomarla como un proceso criminal común: si no, me hubiera vuelto loco. Fue un período de mucho trabajo. Tuve un equipo excelente trabajando conmigo. Hacerlo solo hubiera sido imposible.

—¿En qué consistió el trabajo de la fiscalía?

—El juicio se tramitaba por un procedimiento puramente acusatorio, así que teníamos que armar las causas. Presentábamos los hechos ante el tribunal para que luego éste decidiera. Lo complejo era seleccionar qué cantidad y calidad de casos presentábamos. Si yo hubiera llevado 10

mil casos, que eran los que teníamos registrados en ese momento, hubiera sido el día de hoy que estábamos en juicio. Para evitar esto, tomé un modelo del Consejo Europeo de DDHH en el que se tomaron 16 casos paradigmáticos. Entonces, de los 10 mil que había registrados, presenté los que tenían más y mejores pruebas, que fueron 709.

—¿Quiénes formaban el equipo de la fiscalía?

—La fiscalía estaba a mi cargo y Luis Moreno Ocampo era el adjunto. Fue un colaborador útil. Tuvimos nuestras diferencias, pero las lógicas que surgen en todo equipo. Traté de obtener colaboraciones, pero salvo Moreno Ocampo, todos los funcionarios a los que acudí se negaron a colaborar en el juicio: pusieron todo tipo de excusas. También hay que destacar el trabajo de alrededor de 15 empleados de la fiscalía y la colaboración de los organismos defensores de los DDHH.

—¿Cómo fue el momento de la sentencia?

—Fue muy emotivo, aunque no conseguí completamente lo que quería: cadena perpetua para casi todos. Y fue así porque la Cámara tuvo otro criterio, convalidado





por la Corte Suprema de Justicia. Yo sostenía que la acusación debía hacerse por Juntas, y por eso parificaba la situación de Videla, Masera y Agosti. La Cámara, en cambio, determinó que fuera por Fuerza en vez que por Juntas. Esto ocasionó, por ejemplo, que Agosti obtuviera una condena de apenas 8 años porque fue mínimo lo que se pudo probar en contra de la Fuerza Aérea.

—¿De todas maneras, lo considera positivo?

—Por supuesto, aunque creo que más importante que el juicio fue la decisión política, que no tiene precedentes. Siempre hubo, en estos temas, tres posiciones: una es el juicio y castigo a todos los culpables, que no se cumplió ni siquiera en Nuremberg; otra, amnistía general, que fue la más utilizada en Latinoamérica; y, por último, enjuiciamiento de ciertos casos paradigmáticos, que fue la opción que escogió el gobierno de Alfonsín.

—¿No ve las leyes de Punto Final y Obediencia Debida como un retroceso?

—Son leyes desagradables, dicho esto por los mismos que las votaron. Pero no hay que olvidar que se dictaron después de levantamientos militares, y en un período de transición a la democracia se hace muy difícil gobernar con las fuerzas armadas soliviantadas.

—Entonces, hace diferencia entre las leyes del gobierno de Alfonsín y el indulto de Menem.

—Claro, el indulto fue una inmoralidad.

—¿Qué le sugiere la aparición de varios archivos del Proceso después de tantos años?

—Yo creo que esta serie de apariciones es casual. Si la policía o las Fuerzas Armadas hubieran sabido lo que estaban encontrando, lo hubieran hecho desaparecer. El gobierno actual está interesado en ocultarlos y respalda la posición de ciertos sectores para que no aparezcan. Creo que tiene que haber archivos y listas. Si en todos los centros clandestinos de detención la gente perdía su identidad para ser identificada en forma alfanumérica -como la chapa de los automóviles, con una letra y un número- era necesario que existieran listas para saber que el señor X530 era Juan Pérez. Nadie lo podría retener en la memoria.

—Desde hace algún tiempo algunos jueces vienen llevando procesos contra ex represores por delitos que no prescriben, como el caso del robo de bebés. ¿Ve viables estas causas?

—Tengo para mí que constituyen un intento de blanqueo por parte de los jueces. Ahora se investiga al Proceso, ahora se investiga a María Julia Alsogaray. Ahora también se va a llamar a indagatoria a medio gobierno de Menem: con los jueces que tenemos, tenga cuidado con decir "soy peronista", porque ahora puede ir preso.

—¿Qué opina de la participación política de personajes de la dictadura?

—Es triste. Tenemos el caso de Rico. No me sorprende si tenemos en cuenta que al frente de la provincia de Buenos Aires está el señor Ruckauf, que basó su campaña en la consigna de meter bala a los delincuentes y en acusar a su oponente de abortista.

—¿Por qué la Provincia eligió un gobierno así?

—Comparto la posición del escritor Mempo Giardinelli, quien dijo que la Provincia de Buenos Aires se suicidó. Creo que, gracias al discurso de Ruckauf, la gente consideró que la postura garantista de la Alianza era negativa. Lo que no advierte es que el garantismo no es garantismo en defensa de los delincuentes sino de la comunidad entera: si no se hubiera metido bala a los delincuentes en forma indiscriminada no hubiera sido posible el desastre de Ramallo. Al pedir garantías, aún para los delincuentes, estoy garantizando mi propia seguridad: puede haber inocentes que, por alguna razón, fueran procesados.

—¿La criminalidad no se puede combatir con mano dura?

—Para negarlo basta el altísimo índice de criminalidad de ciertos países en donde se aplica la pena de muerte, como en los EE.UU. o Japón. ¿Ustedes creen que un ladrón de bancos abre el diario y dice: "Uh, la mínima son diez años, vamos a dejar de asaltar bancos"? No, eso no es cierto.

—Otro tema que está en debate es el de la extraterritorialidad para juzgar crímenes de lesa humanidad. ¿Qué opina al respecto?

—Desde 1853 las leyes contemplan y admiten la jurisdicción extraterritorial para delitos contra el derecho de gente. Es cierto que la extraterritorialidad es el principio menos usado y el más usado es el de territorialidad, derivado del concepto de soberanía, pero esto poco a poco se ha ido abandonando. Por ejemplo, la Convención Contra la Tortura establece una regla expresa de extraterritorialidad. Es un disparate que se diga que se trata de colonización jurídica, ese fue un invento del gobierno de Menem. Lo que sí es cierto es que puede haber una serie de obstáculos legales válidos que impidan la celebración

PING - PONG

Raúl Alfonsín: el político más importante de los últimos 50 años.

Carlos Menem: el político que más daño le ha causado el país.

Fernando De la Rúa: una esperanza.

Chacho Alvarez: como compañero de ruta de De la Rúa, también constituye una esperanza.

Eduardo Duhalde: es una expresión cabal del peronismo y, como he sido siempre muy crítico de este movimiento, no puedo estar de acuerdo con él.

Graciela Fernández Meijide: una persona excepcional, no solamente en el plano político.

Carlos Ruckauf: un hombre dogmático, autoritario y con inclinaciones de extrema derecha.

Hebe de Bonafini: preferiría abstenerme porque ella no ha hecho juicios muy positivos sobre mi persona. Creo que su lucha es legítima.

Estela de Carlotto: importante. Abuelas es una organización muy seria que hizo posible ubicar una gran cantidad de chicos de desaparecidos.

La agrupación HIJOS: creo que es una organización legítima, aunque un poco radicalizada. No hay que olvidar que estos chicos son víctimas directas.

Aníbal Ibarra: lo conozco personalmente, y creo que es el mejor de los candidatos para la próxima elección de jefe de Gobierno.

Domingo Cavallo: fue uno de los funcionarios que más tiempo estuvo al lado de Menem y descubrió tardíamente la corrupción.

Gustavo Beliz: fue ministro del interior de Menem y también tardíamente descubrió que estaba en un nido de víboras.

de estos juicios.

-Usted trabajó con el nuevo ministro de Justicia, Ricardo Gil Lavedra.

¿Lo considera como una buena elección de De la Rúa?

-No creo que corresponda mi comenta-

rio porque soy muy amigo suyo. ¿Qué opinión voy a tener?: la mejor, y no sólo como persona sino también como profesional. El fue camarista en el Juicio a las Juntas y creo que hay garantías de que trabajará con honestidad: no va a borrar con el codo lo que escribió con la mano.

-¿Qué espera del gobierno de la Alianza?

-Estimo que será un gobierno infinitamente mejor al menemista. Hay una intención de hacer las cosas claras y que la corrupción se acabe.

-¿Nunca militó en política?

-Jamás formé parte de ninguna organización, aunque siempre estuve posicionado políticamente. Nunca fui peronista, si quieren llamarme antiperonista, pueden hacerlo.

-Podríamos decir que tiene cierta afinidad con el radicalismo...

-Cierta no, tengo absoluta afinidad. En mi familia todos eran radicales. Estuve en la lista para la elección de convencionales para la Asamblea Constituyente, pero nada más. Nunca recibí ningún ofrecimiento político y tampoco los espero. Nadie está obligado a ofrecerme algún cargo por ser yo radical; ni pretendo ninguno.

-¿A qué se dedicó después del juicio?

-El Juicio a las Juntas fue un hecho importantísimo, ¿y qué más quedaba des-

pués de una experiencia única como esa? Después de finalizado renuncié y me fui. Más tarde me designaron embajador para DDHH en Ginebra, en donde estuve 3 años. Acá conviene agregar que yo era embajador político y, por lo tanto, mi cargo cesaba con gobierno de Alfonsín. Pese a esto, el presidente Menem me envió un nuevo acuerdo del Senado y me confirmó como embajador cuando comenzó su mandato. Renuncié cuando dictó los indultos.

-¿A qué se dedica en la actualidad?

-Estoy jubilado como fiscal de la Cámara y ejerzo mi profesión de abogado, además de formar parte de la presidencia de la APDH.

-¿En qué terreno ejerce como abogado ?

-Después de trabajar 30 años en la justicia penal, decidí no pisar nunca más ningún juzgado penal, así que litigo, como dijo el ex ministro Cavallo, en la industria del juicio contra el Estado, o sea en lo contencioso administrativo. No vuelvo a los juzgados penales porque no hay garantías. La situación es muy grave: Menem colonizó el Poder Judicial con sus adictos, desde la Corte Suprema de Justicia hasta los juzgados de instrucción y los federales. Lo que hizo fue sacar a los mejores jueces de instrucción para llevarlos a los Tribunales Orales, porque ahí llegan las causas quieren los jueces de instrucción. Esto no es invento del menemismo, ya lo hizo Napoleón de 1815.

-¿Cómo se sale de esta situación?

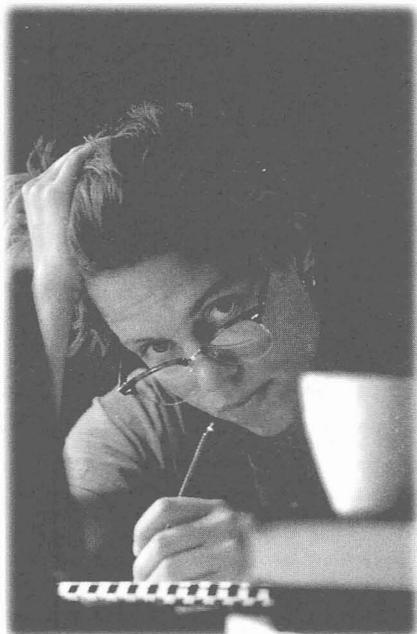
-No me gustaría la solución de borrar a los jueces de un plumazo porque sería sentar un precedente muy grave. Ciertos jueces, en especial los de la Corte Suprema, cuando el Poder Judicial está tan devaluado, deberían renunciar. Si no renuncian, la única forma es el juicio político. La situación es muy difícil, cualquier gobierno mal intencionado, que quisiera interferir en el Poder Judicial, no tendría mayores problemas: los jueces serviles obedecen a quién está en el poder. Pero el gobierno de la Alianza no va a interferir ni permitir que nadie interfiera con el Poder Judicial. ■



Cómo enseñar matemática y no morir en el intento

por Susana Gallardo*
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

Expertos en didáctica de la matemática proponen nuevos enfoques para elevar el nivel de la enseñanza. Pero la formación de los docentes sigue siendo un factor clave.



La matemática es una de esas materias con fama de “difícil”. Muchos le temen, y más de uno debió abandonar la carrera elegida porque “no pudo” con ella. De hecho, es una disciplina medular no sólo en las carreras de matemática o de física, sino en meteorología, ingeniería, ciencias económicas, y muchas otras.

Por otra parte, el desempeño en matemática es uno de los factores que permiten evaluar el fracaso escolar. Entonces, ¿cómo lograr que los chicos aprendan esta materia?

La profesora Patricia Sadovsky, investigadora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, anticipa que no hay una receta, ni tampoco una clave. Pero la investigación en el área de la didáctica de la matemática puede aportar algunas ideas.



CONSTRUIR EL CONOCIMIENTO

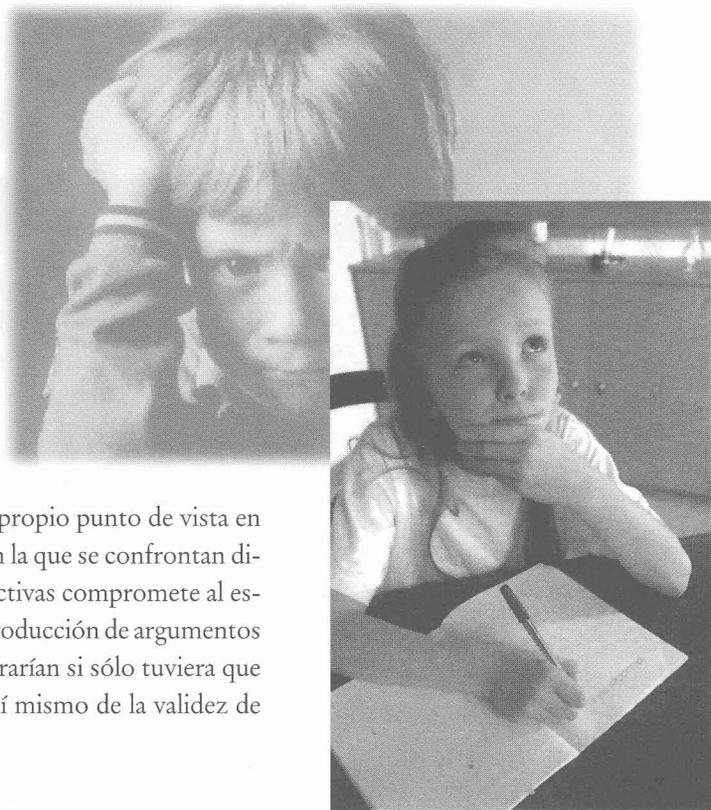
“Una manera de encarar la enseñanza de la matemática es lograr que el alumno tenga una participación más activa en la producción del conocimiento que se requiere que aprenda”, señala Sadovsky.

En la enseñanza tradicional, a los chicos se les impartía un concepto, por ejemplo la regla de tres simple, y luego se les daba una serie de problemas donde tenían que aplicar el concepto aprendido.

En el nuevo enfoque, en cambio, se busca desarrollar actividades en el aula en las cuales el alumno, por un lado, deba tomar decisiones acerca de los conceptos que tiene que utilizar para resolver una situación, y, por otro lado, se haga cargo de validar por sí mismo la producción que ha realizado. Para Sadovsky, el proceso de construcción de un conocimiento matemático comienza a partir del conjunto de actividades intelectuales que el alumno pone en juego frente a un problema para cuya resolución le resultan insuficientes los conocimientos de los que dispone hasta el momento.

“Otro aspecto que resulta esencial es que los chicos aprendan a ‘moverse’ entre diferentes formas de representación para abordar un problema, que sean capaces de seleccionar aquella que resulte más fértil para resolver la situación que se les propone; que puedan, por ejemplo, plantear de manera algebraica un problema geométrico o que se den cuenta de que a veces la representación gráfica de un conjunto de ecuaciones provee bastante información respecto de la solución de ese sistema”, señala Sadovsky.

Un chico no aprende a pasar de una representación a otra en forma espontánea, sino que es el docente el que debe propiciar este trabajo. Generalmente, en la en-



señanza tradicional, el tipo de representación que se utiliza viene dado en el enunciado mismo del problema, el alumno no decide nada al respecto.

La idea central en este enfoque es que el alumno “capte” el sentido de un concepto, es decir, que entienda qué tipo de problemas puede resolver a través de él y cuáles no puede resolver si lo usa. Además, que sepa cómo juega ese concepto junto con otros conceptos cercanos que se emplean para resolver problemas más o menos similares.

Es fundamental que el alumno pueda recuperar los conceptos y aplicarlos en otras situaciones. “La resolución de problemas es central, pero si en la clase no se reflexiona acerca de ellos, no se confrontan distintas estrategias producidas por los diferentes alumnos, no se alienta a los estudiantes a que propongan argumentos que muestren la validez de sus resultados, no se los invita a revisar lo que se ha hecho hace algún tiempo y relacionarlo con lo que se está haciendo en ese momento, es difícil que los alumnos puedan transferir los conceptos aprendidos a situaciones nuevas”, subraya la investigadora.

En muchas clases de matemática, los alumnos resuelven ejercicios que vienen formulados en una guía y las únicas interacciones que se propician se limitan a corregir los resultados. La falta de discusión, de debate, empobrece la actividad del aula. La explicitación hace posible tomar conciencia del conocimiento, permite nombrarlo, hacerlo público y hablar de

él. Defender el propio punto de vista en una situación en la que se confrontan diferentes perspectivas compromete al estudiante en la producción de argumentos que no se elaborarían si sólo tuviera que convencerse a sí mismo de la validez de sus resultados.



LA ENTRADA EN LA DEMOSTRACIÓN

“Otro punto importante es la demostración, que prácticamente desapareció de la enseñanza. Antes había que estudiar los teoremas y repetirlos sin que estuviera comprometida su comprensión, sin que participáramos en la elaboración de las demostraciones. Después se vio que eso no tenía mucho sentido, y se eliminó, pero no se reemplazó”, relata Sadovsky.

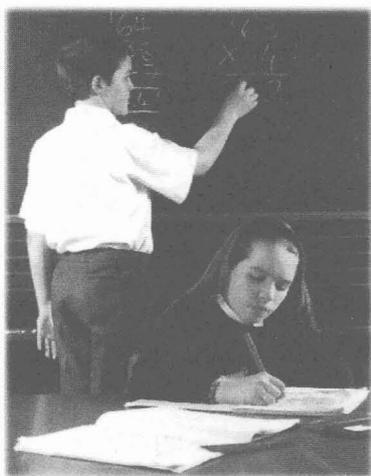
Las constataciones de tipo empírico (medir, probar con ejemplos) comenzaron a tener un lugar preponderante, dejando de lado un aspecto esencial de la actividad matemática. En cambio, ahora se tiende a proponer situaciones didácticas a través de las cuales los alumnos puedan darse cuenta de que no siempre las comprobaciones empíricas permiten decidir o estar seguro.

Sadovsky enfatiza que hay rasgos esenciales del quehacer matemático que la es-

cuela tiene la obligación de hacer conocer. “Construir herramientas que permitan obtener resultados sobre aspectos de la realidad sin necesidad de realizar experiencias efectivas, y responsabilizarse matemáticamente por la validez de esos resultados, son dos aspectos ineludibles del quehacer matemático escolar”, afirma. Dicho de otro modo, el chico, ante una situación, se hace preguntas, toma decisiones, encuentra límites, hace propuestas, decide la forma de representación, y finalmente, fundamenta sus resultados, de un modo aproximado a como lo haría un matemático.

Sadovsky hace una aclaración: “No estamos obviando el papel del docente que enseña y explica. La idea es que el docente proponga una situación y explique cuando se ha generado una necesidad, luego de que los chicos vieron que las herramientas de las que disponían son insuficientes para resolver el problema”.

Está claro que el docente requiere una preparación especial. En la enseñanza tradicional se enseña aquello que es fácilmente controlable y evaluable. En cambio, en este nuevo enfoque se plantean situaciones



abiertas, y el docente tiene que estar dispuesto a que afloren en el aula diversidad de propuestas, algunas correctas, y otras, no. Gestionar esta diversidad es, sin duda, una tarea compleja.

“Es importante disponer de un docente formado, y que haya un contacto profundo entre la investigación y la capacitación docente”, recalca Sadovsky.



VOCACIÓN Y COMPROMISO CON LA DOCENCIA

El doctor Norberto Fava, profesor del Departamento de Matemática de la FCEyN, valora el papel que desempeña la didáctica en la enseñanza, pero recalca la necesidad de que el docente tenga un conocimiento profundo de la disciplina.

“Es fundamental que la persona que enseña una disciplina tenga pasión por ella, y por supuesto, un conocimiento profundo”, afirma Fava, y subraya: “Se necesita vocación, interés, compromiso y conocimiento. Nadie puede enseñar lo que no conoce”.

Fava aclara que también es necesario tener un conocimiento de los métodos que propone la didáctica, pero que el profesor pueda adaptarlos a cada situación.

“La enseñanza de la didáctica y de las

Bicicletas y triciclos

Sadovsky relata una pequeña escena que tuvo lugar en una escuela. En una clase de 7º grado se planteó el siguiente problema: “Tenemos 100 ruedas entre bicicletas y triciclos, ¿cuántas bicicletas y cuántos triciclos hay?”

Los alumnos trabajaban por parejas. Un alumno hizo el siguiente planteo: $3x + 2x = 100$, entonces, $5x = 100$, $x = 20$. Luego dijo: “hay 20 triciclos y 20 bicicletas”. A partir de ahí se produjo el siguiente diálogo entre él y su compañero:

(Anibal, el alumno que planteó la ecuación; Carlos, su compañero)

Carlos: *Me parece que hay más soluciones*

Anibal: *No, porque si hubiera más soluciones la ecuación te lo diría.*

Luego de unos minutos, el docente pregunta por la solución del problema. Los alumnos hacen diferentes propuestas a partir de las cuales Carlos y Anibal se dan cuenta de que el problema admite más de una solución. Entonces dialogan entre ellos.

Anibal: *No me doy cuenta por qué esta ecuación no me sirve.*

Carlos: *Porque al poner x y x estamos suponiendo que la cantidad de triciclos y bicicletas es la misma, pero hay otras posibilidades.*

Anibal: *entonces no hay que poner x y x , hay que poner dos letras distintas.*

Luego de que los alumnos verificaron las distintas soluciones propuestas, la profesora pregunta cuántas soluciones hay. Algunos alumnos habían hecho una tabla con las diferentes soluciones, dándose cuenta de que, para “moverse” de una solución a otra, tenían que sacar dos triciclos y agregar tres bicicletas.

“Lo mínimo que podés mover son 6 ruedas”, dice un alumno.

Los chicos cuentan la cantidad de soluciones. Una alumna dice: “Tiene que haber una cuenta, para saber la cantidad de soluciones, porque si hubiera mil soluciones, no podríamos contarlas una por una”

Otro chico propone: “Hay que hacer 96 dividido 6, que da 16. Si admitimos que no haya triciclos y sean todas bicicletas, hay 17 soluciones, si no, hay 16”.

La docente estaba desconcertada. En el aula había surgido una forma de pensar la cantidad de soluciones que no había sido prevista por ella. Ahora se planteaba un nuevo problema para todos: saber si esa forma de contar las soluciones era o no correcta.

El problema dio lugar a diferentes ideas que fueron objeto de discusión. Claro, el docente debe estar preparado para enfrentar esa diversidad y tomarse su tiempo para pensar, sin detrimento de su imagen.



materias disciplinares, en los países desarrollados, se complementan, pero aquí en la Argentina no parece ocurrir lo mismo”, indica Fava.

En muchos países la formación de los profesores secundarios está a cargo de la Universidad. Los futuros profesores están, de ese modo, en contacto con los investigadores. En nuestro país, en cambio, la formación de docentes está a cargo de institutos terciarios.

Para Fava existen ciertos intereses corporativos que no contribuyen al mejoramiento del nivel de enseñanza. “Nuestros alumnos jóvenes de la universidad no pueden ir a enseñar, ni siquiera en las últimas etapas de la escuela secundaria, porque no han estudiado didáctica”, afirma. Lo ideal, para él, es que un licenciado, si tiene aptitud y vocación para transmitir sus conocimientos, pueda enseñar en la escuela media.

“Los intereses corporativos predominan en el funcionamiento de las instituciones que forman profesores de enseñanza media, cautelosamente encerradas en sí mismas y alejadas de la universidad”, recalca el investigador.

Para Fava es interesante abordar la enseñanza de la matemática haciendo que el alumno tenga una participación más activa, pero propone que ese mismo método se aplique en la formación de profesores. “Uno tiende a enseñar en la modalidad en que ha aprendido”, señala.

Según el matemático, la clave de una buena enseñanza está en la formación del docente. Y en la Argentina, ésta es muy deficiente. “Es lamentable que sigamos pensando en cursos de perfeccionamiento para docentes, y que nadie se preocupe por formarlos bien, para que no necesiten esos cursos”, enfatiza. Fava es reconocido, en el ámbito uni-



versitario, como muy buen docente. ¿Cuál fue la clave? “Un elemento motivador que encontré fue el relato del contexto histórico en que se desarrollaron las ideas, la lucha de tendencias, las visiones distintas y los enfrentamientos entre distintas escuelas. Son factores que motivan porque marcan la evolución de las ideas”.

Parecería no haber recetas mágicas para lograr que los alumnos aprendan. Y tampoco una sola clave, sino muchas. Una, sin duda, es revalorizar la función del docente, en cuanto a su formación y también en cuanto a su retribución. Esto parece obvio y remanido, pero es una realidad que al docente, además de que el salario es muy bajo, se le pagan sólo las horas que está frente a los alumnos, y no el tiempo que emplea en preparar las clases o en corregir las evaluaciones, que representan el doble o el triple del tiempo de clase.

Además, resulta importante darle a la disciplina un enfoque diferente al tradicional, en el cual el conocimiento aparecía como algo “hecho” y “cristalizado”. Que los chicos tengan conciencia de que el conocimiento es algo que se hace, se construye, mediante el ensayo y el error, y que ellos, de alguna manera, puedan reproducir lo que hicieron otros hombres, parece un paso importante. ■

** Coordinadora del Centro de Divulgación Científica y Técnica-FCEyN.*

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES



BIOLOGÍA

COMPUTACIÓN

QUÍMICA

FÍSICA

MATEMÁTICA

GEOLOGÍA

CS. DE LA ATMÓSFERA

OCEANOGRAFÍA

Ciudad Universitaria

Pab. II, C.P. 1428,

Capital Federal

Tel.: 4576-3300 al 09

Fax.: 4576-3351

<http://www.fcen.uba.ar>

Ciencia y religión

Por los siglos de los siglos

por Guillermo Boido*

La mayor parte de las veces, la historia se encargó de llevar las dicotomías más enraizadas al terreno del recuerdo. En el caso de la relación entre cristianismo y ciencia, la tensión no parece superarse con el paso de los siglos: con mayor o menor virulencia, los chispazos se mantuvieron a la orden del día y el diálogo pasó por períodos de fanatismo, conciliación, terror y apertura. En la siguiente nota, el físico y epistemólogo Guillermo Boido presenta las disputas y posiciones más significativas en la historia de esta complicada relación.



Galileo ante la Inquisición, de Cristiano Banti (1824-54). El cuadro tiene un carácter edificante, y expresa la tesis, habitual en el siglo XIX, de que la confrontación entre ciencia y religión es inevitable. En actitud de desafío, desdeñoso, Galileo representa aquí la luz de la razón científica, por oposición al oscurantismo de sus jueces.

No es sencillo resumir los vaivenes de la relación entre ciencia y religión cristiana —una historia que ha transcurrido a lo largo de dos milenios— pues la actitud de la Iglesia ante la investigación científica de la naturaleza, en ese período, tuvo matices muy dispares. En los primeros siglos de nuestra era, el pensamiento cristiano fue hostil a la filosofía natural, identificada con el paganismo de los antiguos, como lo prueba la destrucción de la Biblioteca de Alejandría, a fines del siglo IV, por orden del obispo Teófilo. En el siglo II, Tertuliano, apólogo del cristianismo, había expuesto con claridad el fundamento doctrinal del rechazo a la filosofía antigua, afirmando que “toda curiosidad termina en Jesús y toda investigación, en el Evangelio; debemos tener fe y no desear nada más”. El más importante de los padres de la Iglesia,

San Agustín, quien vivió entre los siglos IV y V, conocía bien la obra de los filósofos naturales grecolatinos, pero consideraba que sería pernicioso para un buen cristiano ocupar su tiempo en asuntos ajenos a la búsqueda de la salvación personal.

Sin embargo, a partir del siglo X, en una Europa ideológicamente hegemonizada por el cristianismo, una parte del clero adquirió para sí el privilegio del ocio necesario para interesarse en cuestiones naturales y volver a discutir acerca de ellas. De hecho, el estudio y la reelaboración del fondo documental antiguo que reingresara a Europa a partir del siglo XI (proveniente del mundo árabe) estuvo a cargo de eruditos frecuentemente vinculados a la Iglesia, la cual dio su apoyo, en particular, al surgimiento de las universidades medievales. La Universidad de París, por



caso, se conformó alrededor de diversas escuelas vinculadas a la catedral de Notre Dame bajo la tutela del obispo de esa ciudad. La síntesis del pensamiento aristotélico y la teología cristiana, llevada a cabo en el siglo XIII por Santo Tomás de Aquino, puede servir de ejemplo de esta nueva etapa en las relaciones entre ciencia y religión. Además, expresa el respeto que inspiraban a los teólogos los sistemas filosóficos y cosmológicos de la antigüedad, a condición de que fuesen asimilados al pensamiento doctrinal hegemónico. Puede decirse que, entre los siglos XI y XVI, con pocas excepciones, el cristianismo tuvo el monopolio de los estudios filosóficos y científicos.

Pero esta aceptación y promoción de la ciencia por la Iglesia acabó abruptamente a mediados del siglo XVI, poco después de la muerte de Copérnico, cuando los cismas religiosos (la Reforma) amenazaron la hegemonía de la Iglesia de Roma. Ante la enorme difusión de los credos protestantes, el catolicismo respondió enérgicamente para recuperar el terreno perdido. El Concilio de Trento (1545-1563), finalizado veinte años después de la muerte de Copérnico y un año antes del nacimiento de Galileo, precisó al máximo los aspectos doctrinales y estableció los procedimientos a seguir para la restauración católica, dando lugar a lo que se llamó la Contrarreforma. Al determinar las fuentes de la revelación, las reglas de interpretación a las que debía ajustarse la Escritura y la doctrina de los sacramentos, el Concilio atacó los fundamentos mismos del protestantismo.

La Compañía de Jesús había ya sido creada en 1540. Los jesuitas, con su orga-

nización de carácter casi militar y su férrea disciplina, se consideraron a sí mismos «soldados de Cristo» y asumieron el compromiso de llevar a cabo la recuperación contrarreformista, en particular en lo catequístico. La nueva Congregación de la Suprema y Universal Inquisición o del Santo Oficio, heredera de la antigua Inquisición existente ya desde el siglo XIII, comenzó a actuar a modo de policía intelectual y de represión en defensa de la ortodoxia tridentina. En 1570 se creó también la Congregación del Índice, destinada a confeccionar listas de libros prohibidos, considerados heréticos o filoheréticos, y cuya lectura hacía pasible al infractor de ser entregado a los tribunales inquisitoriales.

En el ámbito católico, como consecuencia de la Contrarreforma, las novedades científicas y las doctrinas filosóficas o teológicas que manifestaran presuntas desviaciones de los dogmas establecidos fueron censuradas y condenadas, lo cual se manifestó en numerosos episodios de crueldad tales como la prisión durante décadas y la brutal tortura del místico Tommaso Campanella, la muerte en la hoguera de Giordano Bruno (1600) y el proceso a Galileo (1633). La farsa jurídica que significó este célebre proceso acabó por destruir transitoriamente la ciencia en Italia pero no pudo impedir su acelerado desarrollo en la segunda mitad del siglo XVII en los países desvinculados de la autoridad romana, especialmente en Holanda e Inglaterra. No es por azar que, en el preámbulo a los estatutos de la Royal Society, redactados por Robert Hooke en 1663, se afirme que el objetivo de la institución ha de ser la promoción de los estu-

dios científicos y técnicos con exclusión de consideraciones teológicas.

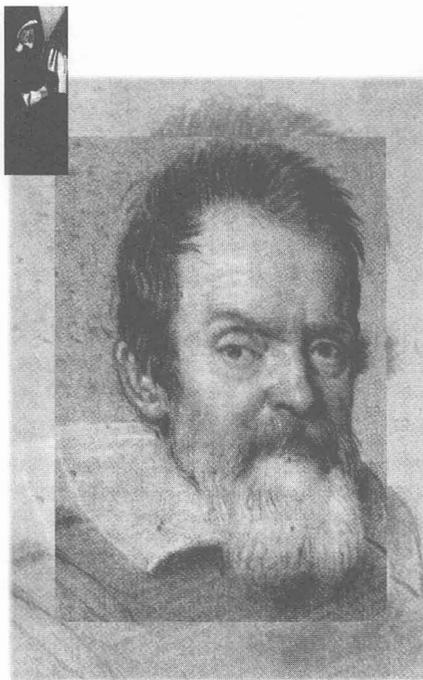
La ciencia encuentra un nuevo espacio

El desenlace del proceso a Galileo, episodio clave en la historia de las relaciones entre ciencia y religión, fue considerado insensato por todos aquellos que, en el campo eclesiástico y fuera de él, confiaban en erigir una Iglesia renovada capaz de coprotagonizar sin antagonismos la construcción de una nueva época. El propio Galileo había concebido, en la segunda década del siglo XVII, una serie de tesis hermenéuticas que permitirían la coexistencia armónica de la ciencia y el dogma cristiano, fundadas en una interpretación no literal de la Biblia, pero los teólogos contrarreformistas de entonces rechazaron la propuesta. Como afirma tardíamente hoy Juan Pablo II, «Galileo, creyente sincero, se mostró en este punto más perspicaz que sus adversarios teólogos». Luego, a partir del siglo XVIII, la ciencia se volvió una empresa secular, pues lograba desembarazarse de sus componentes religiosos originales. Nuevos ámbitos del mundo natural quedaban subsumidos bajo la explicación científica y la teología se refugiaba en aquellos dominios en los que la ciencia, hasta ese momento, había sido incapaz de acceder. De ese modo, el territorio en el cual la teología parecía insustituible se volvió paulatinamente cada vez más estrecho. Para decirlo de algún modo, cada avance científico obligaba a los teólogos a buscar a Dios en otra parte. Ello ocurrió, por caso, ante la evidencia científica de que la edad de la Tierra no es compatible con una creación divina relativamente reciente, como se desprende de

una interpretación literal de la Escritura, o con el evolucionismo biológico, opuesto al bíblico fijismo de las especies.

El iluminismo del siglo XVIII y en particular el positivismo, el marxismo y otras corrientes filosóficas e ideológicas del siglo XIX presentaron la cuestión ciencia-religión como una opción de hierro, en la cual, desde luego, era necesario tomar partido por la ciencia. En cierto modo, se advierte que ambas partes en litigio aceptaban tácitamente una suerte de maniqueísmo encubridor de las complejidades de la historia y se negaban a acordar algún mínimo punto de convergencia o acuerdo. El fundamentalismo teológico llevó la peor parte en la controversia, y su papel se redujo, como afirmaba el historiador Lynn White, a desarrollar acciones de retaguardia con cortinas de humo intelectual para cubrir la retirada.

La mayoría de los historiadores de la ciencia del siglo XIX, de extracción positivista, admitía sin más que la brecha entre ciencia y religión era insalvable, y por ello dicho siglo fue pródigo en manifestaciones de que el avance de la ciencia supone a cada paso una victoria en la declarada «batalla» entre el conocimiento y los dogmas religiosos. A esta tesis se opone actualmente el presupuesto que John H. Brooke, en su libro *Science and Religion* (1991), llama «la diversidad de la interacción», y que, en suma, sin negar la existencia de conflictos o episodios de intolerancia, incluso trágicos, pretende establecer las múltiples vinculaciones entre el pensamiento judeocristiano y el desarrollo de la ciencia occidental. La tesis según la cual dicho desarrollo ha sido totalmente autónomo y desgajado de factores culturales, metafísicos y aún religiosos, entendidos necesariamente como obstáculos al progreso del conocimiento, es sencillamente falsa, como la historia de la ciencia de tiempos recientes ha puesto en evidencia.



Ciencia, ética y dogma: un nuevo debate

La necesidad de ofrecer un marco regulatorio para el desarrollo de la ciencia en armonía con la fe cristiana ha redundado en una depuración deseable del pensamiento religioso, condición esencial para que éste prosiga formando parte de la mutante cultura de nuestra época. Pues como afirmaba hace tiempo Alfred Whitehead, los principios de la religión pueden ser eternos, pero su expresión humana requiere una reelaboración constante, despojada de simbolismos accidentales que el transcurso del tiempo vuelve inadecuados.

A diferencia de lo que ha ocurrido en gran parte de los dos milenios de existencia del cristianismo, la religión pertenece hoy al dominio de lo personal y no puede cuestionar la autonomía de la ciencia. También resulta improcedente invocar teorías científicas para corroborar esta o aquella afirmación bíblica, entendida literalmente, acerca de cuestiones naturales. El propio papa Pío XII, en una conferencia pronunciada en 1951 ante la Pontificia Academia de las Ciencias, elogiaba la teoría

cosmogónica del abate Lemaître (antecesora de la hoy conocida como del Big Bang) por su carácter «probatorio» de la creación del mundo en algún instante del pasado. Lo que no se comprende en estos casos es que, en virtud de la propia dinámica interna de la ciencia, alguna teoría cosmogónica alternativa que pudiese ser formulada en el siglo XXI, más eficaz desde un punto de vista estrictamente científico, podría ser esgrimida, de manera igualmente impertinente, para «probar» lo contrario. Actualmente, Juan Pablo II no se presta a tales malentendidos y, como ha señalado reiteradamente, «el cristianismo tiene en sí mismo la fuente de su justificación y en absoluto espera que la ciencia se convierta en su apologética fundamental».

Pero si en el ámbito de la «ciencia pura» el pensamiento científico y el religioso parecen haber alcanzado una suerte de superación de viejas antinomias, resueltas en una nueva armonía, no ocurre lo mismo cuando nos remitimos al problema de las relaciones entre ciencia y ética. Ya no se trata de que Juan Pablo II invite a los teólogos a no permanecer al margen de las novedades científicas o que proclame que nada hay en la teoría de Darwin que resulte incompatible con el dogma. La cuestión es más grave. A la luz de los desarrollos actuales de la ciencia y de sus aplicaciones, parece impostergable diseñar lo que Pierre Thuillier ha llamado «una componente crítica de una cultura centrada en la ciencia», y abordar desde allí las eventuales implicancias éticosociales a las que remite la investigación científica actual. Mas este espacio de reflexión no puede ser construido, tecnocráticamente, desde la óptica unilateral de un grupo de expertos en tal o cual disciplina; por caso, un comité de biólogos no puede, por sí solo, resolver las cuestiones éticas que suscita la manipulación genética. Juan Pablo II, por el contrario, parece creer que la teología

cristiana se basta a sí misma para hacerlo. La amplitud de miras que hoy los teólogos manifiestan hacia la ciencia no está presente en las posiciones fundamentalistas que presiden los discursos del Papa acerca de cuestiones tales como la fecundación *in vitro* o la clonación.

A propósito del caso Galileo, Juan Pablo II ha dicho que es indispensable distinguir entre «el enfoque científico de los fenómenos naturales» y «la reflexión de orden filosófico sobre la naturaleza», acerca de cuya autonomía recíproca se pronuncia con particular énfasis. Ha afirmado también que los hallazgos científicos actuales amenazan los cimientos de lo humano. A su juicio, hay dos tipos de desarrollo personal. Uno de ellos, que incluye la cultura y la investigación científica, es la

dimensión “horizontal” del hombre; el otro corresponde a su transcendencia del mundo, la vuelta hacia el Creador, dimensión “vertical” que otorga sentido al ser y al actuar humanos, pues lo sitúa entre su origen y su fin. Y ambos desarrollos han de ser armónicos. El Papa sugiere que el orbe de la ética se inserta en la dimensión vertical del desarrollo humano, y no deja lugar a dudas acerca del papel primordial que allí habrá de desempeñar su Iglesia. Pero, ¿no se tratará acaso de un papel excluyente? ¿Tendremos entonces que aceptar que el comité de expertos que ha de legislar acerca de estas cuestiones lo es ahora de teólogos asesorados tal vez por científicos católicos? No estamos diciendo que la ética cristiana no pueda ofrecer elementos valiosos como aporte al necesario de-



bate multidisciplinario y pluralista sobre cuestiones en las que se dan cita la ética y la ciencia, pero las condiciones del mismo no se agotan en los presupuestos de un determinado credo religioso. En este punto, las relaciones entre ciencia y religión atraviesan un momento de inquietante ambigüedad. ■



* Profesor de Historia de la ciencia en el CEFIEC, FCEN, y profesor e investigador del Centro de Estudios Avanzados, UBA



Fundada en 1991

La compañía de transferencia de tecnología, consultoría y prestación de servicios propiedad de la Universidad de Buenos Aires, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la Unión Industrial Argentina y la Confederación General de la Industria

UNIDAD ADMINISTRADORA

- **Administra 270 Subsidios de Investigación Científica** otorgados por la Agencia Nacional de Promoción y Tecnológica y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas a Investigadores que desarrollan sus tareas en la Universidad de Buenos Aires. (Agencia: PICT 97, PICT 98 y PID; CONICET; PIA y PEI 99)
- **Administra Servicios Universitarios** de la Secretaría de Extensión y Bienestar Estudiantil de la UBA:
 - Programa Centro Universitario de Emoleo.
 - Programas de Capacitación del Centro Cultural Ricardo Rojas.
 - Programa de Cursos de Capacitación para Empresas e Instituciones.
- **Administra el Programa de Auxiliares Vecinales** por Convenio entre el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la Universidad de Buenos Aires

PROVEDORA DE ASISTENCIA TÉCNICA

- Como Unidad de Vinculación Tecnológica, pone el potencial tecnológica de la Universidad de Buenos Aires a disposición de PYMES y grandes Empresas y les provee Asistencia Técnica para:
 - Programa de Consejerías Tecnológicas FONTAR.
 - Programa de Crédito FONTAR.
 - Fondos de Promoción de la Ley 23877.
- Cursos de Capacitación “a medida” en las premisas (tecnificación, informatización, entrenamiento técnico, etc.)
- Proyectos PID de las convocatorias FONCYT.

PROMOTORA DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE TECNOLÓGICA

- **Producción:**
 - Incubadora de Empresas de Base Tecnológica (UBA-GCBA)**
 - En Constitución: Acta de Acuerdo a firmarse en octubre de 1999 y comienzo de actividades en marzo del 2000.
 - Parque Industrial de la Ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz** En fase de preparación de la Licitación Internacional (lanzamiento antes del 30 de noviembre de 199)
- **Formación y Capacitación:**
 - Constitución de UBA-NET S.A. (Universidad de Buenos Aires-TELECOM Italia, para la Educación Técnica a Distancia. Lanzamiento: marzo de 2000)

CONSULTORA

Utiliza el potencial de experticidad de la Universidad de Buenos Aires para ser utilizado directamente por organismos públicos.

Consultora para proyectos tecnológicos e industriales, construcciones y urbanizaciones, salud y asistencia hospitalaria, y reingeniería administrativa.

Consultora para estudios de preservación ambiental. Inscripta por RCEIA 101 de la Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable

Un premio a la unificación

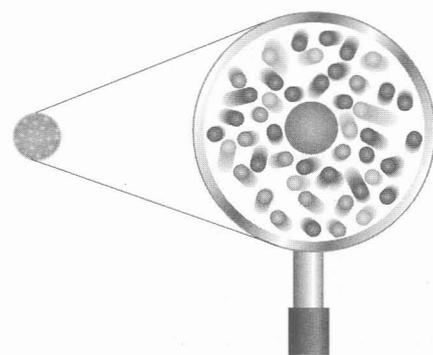
por Guillermo Mattei *
gmattei@df.uba.ar

“Los profesores de la Universidad de Utrecht (Holanda) doctores Gerardus ‘t Hooft y Martinus Veltman, reciben el premio Nobel de Física 1999 por la dilucidación de la estructura cuántica de las interacciones electrodébiles”, declaró recientemente la Real Academia Sueca de Ciencias en su clásico formato de comunicado de prensa. En una explicación un poco menos técnica, el premio se otorga al mérito de los autores por haber establecido una formulación teórica que describe el comportamiento de la materia en la escala de las partículas elementales y que experimentos muy precisos confirmaron recientemente.

La naturaleza imita al arte

Cualquier fragmento del *Guernica* de Picasso tiene la aparente contradicción entre una asombrosa simplicidad y a la vez una gran carga expresiva. Ese paradigma de simplicidad conteniendo una suma de conceptos no es sólo patrimonio de la creación artística. Muchas generaciones de científicos crearon conocimiento genuino acerca de la naturaleza guiados por un criterio estético de simplicidad que a la vez fuera capaz de poder explicar cada vez más. “La simplicidad es la forma de la belleza”, decía el filósofo Baruj Spinoza. Este paradigma de simplicidad se corporiza en Física en la forma de una concepción unificada de las leyes que describen la materia y sus interacciones.

En 1850, el físico James Maxwell había dado un paso en esta dirección unificadora al englobar en un solo y elegante for-



malismo a los fenómenos eléctricos y magnéticos. El profesor del Departamento de Física de la FCEyN, doctor Diego Mazzitelli, explica: “Casi un siglo después de Maxwell, muchos científicos renombrados lograron formular, no sin un gran esfuerzo, un electromagnetismo consistente con la mecánica cuántica. Pero fueron los físicos Richard Feynmann, Julian Schwinger y Sin-Itiro Tomonaga (Nóbel 65) quienes elaboraron un método, llamado de *renormalización*, que consiguió resolver ciertos inconvenientes matemáticos que surgían al formular cuánticamente las leyes del electromagnetismo”. Esta nueva unificación de leyes, llamada *electrodinámica cuántica*, tuvo un respaldo asombroso por parte de muchos experimentos que la confirmaron en forma muy precisa.

Más tarde, el descubrimiento de algunos fenómenos nuevos y el desarrollo de modelos teóricos en física atómica dieron lu-

gar a dos nuevos conceptos de interacción en la materia: la *nuclear débil*, asociada con la radioactividad, y la *nuclear fuerte*, con las fuerzas que mantienen unidos a los núcleos atómicos.

“El siguiente paso en la dirección unificadora se dio en 1960 cuando los físicos Sheldon Glashow, Abdus Salam y Stephen Weinberg (Nóbel 79) lograron *pegar* el electromagnetismo con la fuerza nuclear débil”, indica Mazzitelli. Pero, la historia volvía a repetirse: nuevas dificultades matemáticas llevaban, en ciertos casos, a inconsistencias insalvables de la teoría.

La unificación electrodébil

A fines de la década del 70, Veltman le planteó a su estudiante de doctorado, ‘t Hooft, una sugerencia para abordar la resolución de las esquivas inconsistencias. El alumno, con gran autonomía, desarrolló otro método de renormalización—más sofisticado que el que Feynmann había realizado veinte años antes— que le permitió construir una gran maquinaria teórica capaz de superar las inconsistencias de la unificación electrodébil y también obtener una trascendental confirmación experimental, en 1995, con el descubrimiento, en el acelerador del Fermilab, de la partícula llamada *quark top*.

Sin embargo, el desarrollo teórico ahora premiado predice, entre otras cosas, la existencia de una partícula llamada *bosón de Higgs* que los físicos experimentales aún no han podido detectar. Por esta razón, la comunidad científica espera ansiosamen-

te el año 2005 cuando el gran colisionador de hadrones del CERN (Suiza) entre en operaciones y, quizás, les permita terminar de comprobar experimentalmente el llamado *modelo standard* de las partículas elementales.

¿t Hooft lo hizo?

Hasta aquí una crónica usual de un Nobel de Física. Sin embargo, la historia es más cercana a nuestra Facultad de lo que cualquiera podría suponer.

A principios de los 70, dos de los físicos argentinos más descollantes, Juan José Giambiagi y Carlos Bollini —en un período de sus carreras, docentes investigadores del Departamento de Física de la FCEyN—, habían publicado en una revista científica un método, denominado de *regularización dimensional*, que contribuía a eliminar las inconsistencias matemáticas de la denominada *teoría cuántica de campos*. Precisamente, este método es el que le permitió a t Hooft avanzar hacia la unificación electrodébil y, en consecuencia, al Nobel 99.

“Hablé con t Hooft a principios de los 70 y dos cosas me quedaron claras: que nosotros descubrimos primero la regularización dimensional—él (t Hooft) me lo reconoció— y que ellos llegaron al resultado en forma independiente de la nuestra”, recuerda Bollini para luego concluir: “t Hooft siguió luego por el camino que condujo a la unificación electrodébil y nosotros apuntamos a entender otros fenómenos. La Academia entendió que el camino del holandés era merecedor del Nobel y, en ese sentido, está perfectamente otorgado”. Sin embargo, entre algunos físicos argentinos y latinoamericanos existe la sensación de que el mérito por el tema premiado con el Nobel 99 también debe-

ría haber incluido a Bollini (Giambiagi falleció en 1995), aunque el propósito de su trabajo no hubiera apuntado explícitamente hacia la unificación electrodébil.

En la década de oro de la UBA, Giambiagi—director Departamento de Física de la FCEyN en esa época—colocó la disciplina en niveles internacionales. Bollini—hoy

de ochenta años y profesor emérito de la Universidad de La Plata—formó con Giambiagi un tándem de investigación memorable.■

**Doctor en Física, Secretario de Graduados y Asuntos Profesionales FCEyN.*

Ya salió el N° 14

número 14 - volumen 7 - Buenos Aires - noviembre de 1999

REDES 14

revista de estudios sociales de la ciencia

Los viajes de G. G. Simpson a Sudamérica:
visión científica y experiencia subjetiva

Tecnología, Información y Desarrollo
Consumos simbólicos y economía

Ciencia, la frontera sin fin

La Patagonia como santuario
natural de la ciencia finisecular

Polos tecnológicos y promoción del
desarrollo: ¿hecho o artefacto?



Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología
UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES

Y2K Nuclear

Técnicos militares rusos y estadounidenses trabajarán en forma conjunta en el Comando Aéreo Estratégico de los Estados Unidos (SAC) para vigilar el correcto funcionamiento de los sistemas de detección y lanzamiento de misiles nucleares ante la inminente llegada del año 2000 y la posibilidad cierta de que las supercomputadoras que controlan estos procesos fallen, efectúen algún disparo imprevisto y provoquen una catástrofe.

El colapso informático del 2000, también conocido como Y2K, es de una vastedad inusitada. Debido a que el próximo año termina con dos ceros, las computadoras pueden confundirse y generar graves trastornos.

Los comandantes del SAC consideran que es difícil que pueda producirse un accidente nuclear ya que, explican, "las computadoras necesitan que un ser humano les dé la orden para disparar". Sin embargo, llamativamente, a partir de la última semana de diciembre se reunirán con 18 técnicos rusos en el interior de la montaña Cheyenne, en Colorado, lugar en el que funciona el centro de Comando y Control de los armamentos nucleares estadounidenses, donde monitorearán el comportamiento de los sistemas y compartirán información ultraclasificada durante los siguientes 14 días, incluyendo, por supuesto, la ¿riesgosa? noche del 31 de diciembre de 1999.

POR CASA DE VISITA

REVISTA TRESPUNTOS
tiene el honor de invitar al Premio Nobel argentino



El Premio Nobel de Medicina César Milstein –inventor de una de las herramientas más poderosas de la revolución biotecnológica, los anticuerpos monoclonales– nos visitó una vez más, esta vez invitado por la revista 3 Puntos.

Siempre deseoso de pasar desapercibido, el Nobel puso una condición: el único contacto con la prensa y con el público sería aquí, en nuestra (su) casa, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. De este modo se produjo el 15 de diciembre, al cierre de la edición de esta revista, la conferencia-debate "La curiosidad como fuente de riqueza: el caso de los anticuerpos", que contó con el aporte de nuestro decano Pablo Jacovkis, Gregorio Klimovsky, Víctor Penchaszadeh, Mariano Sigman y Jorge Halperín.

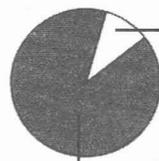
MÁS POBREZA, MÁS SIDA

De acuerdo con un reciente informe elaborado por el Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), cada día, en el planeta, de 500 a 700 menores de edad se infectan con el virus del sida. De los 590 mil casos registrados el año pasado en este segmento de la población en todo el mundo, 530 mil viven en los países africanos situados al sur del desierto de Sahara, en contraste con los menos de mil casos que se produjeron en Estados Unidos y Europa occidental.

En nuestro país, según datos aportados por el Ministerio de Salud, si bien los avances en el tratamiento de la enfermedad han permitido que descendiera el número de muertes entre la población adulta, la cantidad de chicos infectados por el VIH continúa en aumento y se advierte un mayor número de enfermos en los sectores más empobrecidos.

El SIDA en la infancia

Formas de contagio



Otras vías (transfusiones, drogas intravenosas, abuso sexual, prostitución infantil) **10%**

A través de la madre (parto o lactancia) **90%**

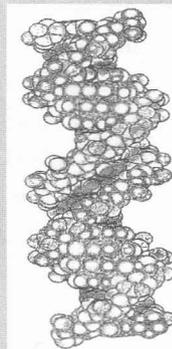
Las cifras aportadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) revelan claramente la magnitud y la distribución planetaria de la enfermedad: ya hay registradas en el mundo más de 33 millones de personas infectadas por el virus del sida. De ellas, el 90 por ciento vive en los países más pobres de la Tierra.

MAPA GENÉTICO

Es muy probable que antes de la llegada del 2000 se revele el "borrador" del genoma humano, el estudio sobre la totalidad de secuencias de ADN que contienen los genes.

El anuncio corresponde al genetista José María Cantú, presidente de la rama latinoamericana del proyecto científico multinacional que pretende lograr la decodificación de los 140 mil genes, la herencia biológica de los seres humanos que se transmite de una generación a otra.

El investigador, que el pasado mes de noviembre participó del Seminario Internacional sobre Biotecnología y Sociedad, organizado por las Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de Quilmes, espera que la completa dilucidación del mapa del genoma humano les permita a los investigadores contar con una poderosa herramienta que les ayude a comprender el funcionamiento de los genes y el papel que juegan en la aparición y el posible tratamiento de diversas enfermedades como la diabetes o el cáncer.



Buenos Aires: un cero en educación

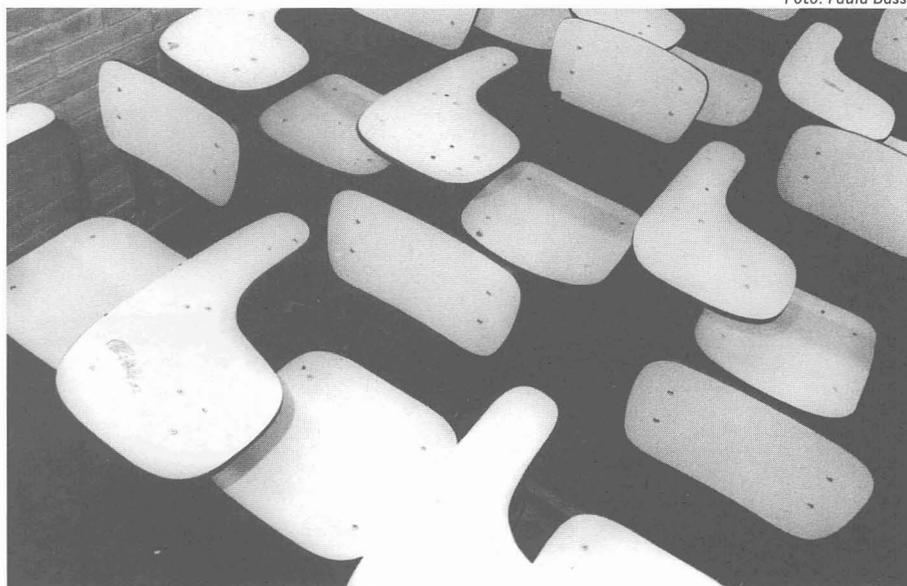
Según un estudio realizado en base a datos suministrados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), los jóvenes porteños están enfrentando una grave crisis educativa. Las cifras son alarmantes: uno de cada tres chicos de entre 15 y 19 años abandonó los estudios secundarios, y dos de cada tres jóvenes de entre 15 y 24 años no tiene estudios terciarios o universitarios.

Más números del informe confirman la situación: el índice de repetidores de los tres primeros años del ex secundario oscila entre el 9 y el 13 por ciento y, si

nos situamos en el ámbito académico, encontramos que el 63 por ciento de los jóvenes de entre 19 y 24 años abandona sus estudios universitarios o terciarios.

Pero los datos del INDEC no se limitan a la información referida directamente al hecho educativo, sino que completa el panorama con números acerca del perfil sociocultural de la Ciudad Buenos Aires. De los 455.000 jóvenes porteños, el 16 por ciento vive por debajo de la línea de pobreza (familias con ingresos mensuales menores a 500 pesos), y son más de 12.000 los que habitan en villas de emergencia.

Foto: Paula Bassi



¿ADIOS AL MICROONDAS?

Aparentemente, la guerra entre los hornos de microondas y los hornos convencionales está llegando a su fin, y la victoria parecería definitivamente inclinada hacia el lado de la tradición.

En efecto, en la actualidad, la mayoría de las personas utilizan sus hornos de microondas para descongelar, calentar o recalentar los alimentos, pero son pocos los que los usan para cocinar. En Estados Unidos, por ejemplo, sólo un 19 por ciento de la población los prendió con ese objeto durante 1998, y el porcentaje continúa descendiendo.

Lo cierto es que, en realidad, los

microondas nunca cocinaron tan bien como lo hornos convencionales. Sin embargo, todavía no está dicha la última palabra, ya que los fabricantes han comenzado a poner en el mercado una nueva máquina para cocinar: los llamados "hornos de velocidad".

Algunos de estos flamantes aparatos, que prometen una calidad de cocción similar a la de los hornos tradicionales, continúan utilizando la tecnología de las microondas, pero combinada con lámparas de halógeno, que le permiten dorar la comida de una manera que antes era imposible de lograr.

¡A CONGELAR LA TROMPETA!



Si usted es poseedor de un bronce (denominación técnica que reciben las trompetas, flautas travesas y tubas, entre otros) y cuenta con 200 dólares para invertir, puede enviarlo al taller de reparaciones Brass Bow de Illinois, en los EE.UU. Allí limpiarán el instrumento con ondas de ultrasonido y luego, durante 35 a 50 horas, harán descender su temperatura hasta llegar a los 162 grados bajo cero. Los músicos que ya probaron el método, afirman que el resultado es un instrumento más versátil y con sonido más rico.

Esta técnica de criogenia curaría el "estrés" del metal. Durante la fabricación, los materiales se estiran mediante el calor para darles la forma apropiada para cada instrumento, y estas contorsiones pueden perturbar la estructura molecular de la aleación metálica. El superenfriamiento parecería devolver una disposición más ordenada de las moléculas, conllevando a una mejor sonoridad.

Si bien los estudios completos de estas técnicas todavía están pendientes, ya son muchos los que optaron por enviar sus instrumentos al frío, como por ejemplo 20 músicos de la Orquesta de Filadelfia, quienes se mostraron muy conformes con los resultados.

TARDE PERO SEGURO

Suecia desconectó el 30 de noviembre en forma definitiva un reactor nuclear. Fue 19 años después de que la población sueca decidiera, a través de un referendo, abandonar la energía atómica.

Curiosidades

¡AVANTI!

Suponga que un automóvil se desplaza con velocidad constante por una ruta rectilínea, digamos la ruta 2 en dirección a Mar del Plata a 100 km/h. ¿Existe o no existe una fuerza de rozamiento neta entre los neumáticos y el pavimento aplicada sobre el auto? Si existe, ¿hacia dónde apunta: hacia atrás o hacia adelante?; ¿qué otra fuerza reestablece el equilibrio?



Entre los neumáticos y el pavimento de un automóvil que marcha por la ruta a velocidad constante se manifiesta una fuerza de rozamiento neta que apunta hacia adelante y en el mismo sentido del movimiento y no hacia atrás como supone la mayoría de los estudiantes y un buen número de docentes y graduados acostumbrados a repetir sin pensar: «La fuerza de rozamiento apunta en sentido contrario al desplazamiento». La fuerza que equilibra (recuerde que velocidad constante es aceleración cero) es la resistencia con el aire; cuanto más cerca de Mar del Plata más marino es éste, aunque esto último no tiene nada que ver. RESPUESTA

Frases Imperdibles

Ernst Rutherford
(1871-1937)



Toda ciencia es o bien física o filatelia.

Si tu experimento necesita estadística, deberías haber hecho uno mejor.

La energía que produce la desintegración del átomo es muy pobre. Esperar obtener una fuente de energía de estas transformaciones suena a música celestial.

Mr. and Mrs. Smith, y la conspiración contra la óptica geométrica

Los profesores de física, sobre todo aquellos que hemos enseñado en el secundario, sabemos lo difícil que resulta explicar la marcha de los rayos luminosos a los estudiantes. La mayor de las dificultades estriba en que los jóvenes tienen una idea de sentido contrario al que buenamente utiliza en sus esfuerzos el profesor sin saber que los niños ya lo han resuelto antes, y de otra manera.

El problema es que los estudiantes comienzan inglés más temprano y física recién en tercero o cuarto del secundario.



“Look at the book”, reza el epígrafe en cualquier texto inicial de inglés. Todo el potencial intuitivo que el tema de la óptica geométrica tiene, dado que los humanos somos fans de la visión y tenemos dos instrumentos ópticos en la cara se pierde por culpa de Mr. and Mrs.

Smith, o sus secuaces de turno, que se empeñan en tergiversar el correcto sentido de los acontecimientos.

Clark Kent, el tímido reportero, ha hecho lo suyo con su vista de rayos X. La radiación electromagnética y los instrumentos ópticos parecen tener una direccionalidad promiscua. Cuántas personas nos habrán preguntado al observar una cámara fotográfica no-reflex... “la foto... ¿por dónde sale?” señalando alternativamente el visor y el objetivo.

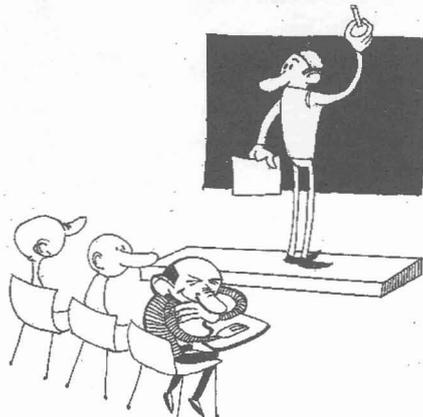
Tal vez, en defensa de nuestros yonis amigos, deba argumentar que la tradición y la literatura de todos los idiomas han sido pródigas en “miradas fulminantes” (el sentido incorrecto), y sólo esporádicamente aparecen “miradas impenetrables” (un sentido un poco más correcto).

Look at the book

Let the light of the book come in your eyes.

Como quiera que sea y pese a la reversibilidad de los caminos ópticos no olvide comentarle a sus alumnos “nene, la luz entra en tus ojos. Y no sé qué harás con ella, porque de ahí no sale, ¿entendés?... por eso tus pupilas son negras” (salvo contadas, misteriosas y diabólicas excepciones).

El Maestro Ciruela ataca de nuevo



A veces los docentes tenemos la oportunidad de presenciar la clase de un colega. En esas ocasiones se pone de manifiesto un curioso fenómeno: qué fácil que es criticar al docente... Tal vez con suerte se trate sólo de críticas constructivas. Pero no importa, ese no es el caso. El caso es que criticar al docente cuando da su clase es verdaderamente fácil. Supongo que esto es así porque el espectador ve algo que el actor no puede ver (ni escuchar) mientras está realmente preocupado intentando convencer al alumnado. En cambio usted se re-

uerce de risa -o de indignación- en un banco del costado observando a su colega en el foco de las miradas.

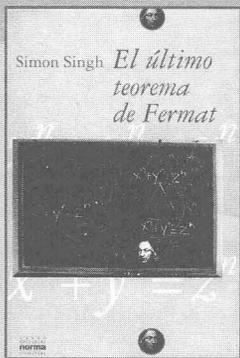
Ahora bien, por un momento ¿no pensó que podría ocurrir lo mismo en la situación simétrica? Mmm, probablemente ocurriría. Porque seguramente usted tampoco haya podido escucharse a sí mismo frente a una clase...

Le propongo el siguiente experimento, que si usted se dedica a la docencia no debe dejar de realizar antes de que sea demasiado tarde. Grábese. Consiga un grabador y grábese durante una explicación cualquiera. Cuando se escuche, la primera sensación será: ése no soy yo. Después pasará, y si se siente bien de ánimo, podrá escucharse como si escuchase a un colega. Tal vez -por qué no- se critique a usted mismo, entonces procure ser constructivo. Tal vez aprenda algo nuevo, entonces... no olvide aplicarlo. Quizás le aburra oírse, en ese caso, mmm no sé qué decirle. También puede ocurrir que escucharse le cause gracia, le divierta, entonces... lo felicito.

POR UN MARGEN ESTRECHO

El último teorema de Fermat

Simon Singh
Bogotá, 1999
Norma
464 páginas



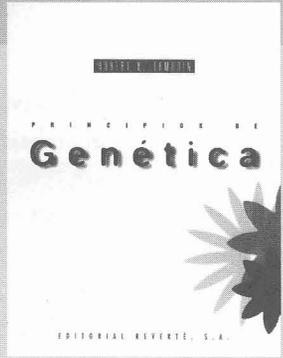
Pierre de Fermat nació en 1601. Su afición por la matemática lo llevó a contribuir con el resurgimiento de los conocimientos que 2000 años antes habían generado los griegos. Además realizó algunos aportes novedosos. Pero un hecho sorprendente, y hasta casual, le aseguró el pasaje a la inmortalidad. En una nota sobre el margen de un libro de aritmética, Fermat escribió que la ecuación $x^n + y^n = z^n$ no tenía soluciones para números enteros excepto el caso en que n sea igual a 2, en el que la ecuación se convierte en la famosa relación pitagórica. “He encontrado una demostración maravillosa para este problema, pero el margen es muy angosto para contenerla”, anotó en el costado. Sin saberlo, Fermat había planteado el mayor desafío que la comunidad matemática afrontó en toda la historia.

Simon Singh cuenta esta aventura desde su origen en los albores de la matemática hasta su resolución hace apenas unos años. La claridad y la sencillez del relato hacen olvidar la dureza del razonamiento matemático, logrando una trama apasionante, llena de tensión, intriga, y pasión. Con esta novela no exenta de humor, el autor logra un libro que cumple con creces el requisito fundamental del género: entretiene. Un texto obligado para los amantes de la ciencia, capaz de competir con cualquier thriller elegido por las mayorías.

LA VIDA PASO A PASO

Principios de genética

Robert H. Tamarin
Reverté
Barcelona, 1996
702 páginas



Este nuevo libro de texto para estudiantes de ciencias de la vida ofrece tres enfoques diferentes, independientes y autocontenidos de la genética: el primero es el clásico, estructurado con un hilo argumental que discurre del mismo modo que la historia de los acontecimientos que dieron origen a la genética. El segundo es el molecular, que contiene los últimos descubrimientos y avances tecnológicos que hacen de la genética una ciencia refinada y sofisticada. El tercer enfoque es el poblacional, que extiende las fronteras de la genética hacia los fenómenos macroscópicos de las poblaciones. Los tres enfoques se corresponden con las diferentes modalidades y necesidades de los cursos universitarios de biología, generando de esta manera un texto versátil y al mismo tiempo profundo en cada uno de los tópicos que aborda.

Además de un desarrollo claro y preciso, cada capítulo contiene gráficos, cuadros, recuadros, ilustraciones, generando de esta manera un paratexto de interesante dinamismo. Un aporte sustancial representan los problemas y ejercicios. Los hay de tipo conceptual y también cuantitativos, y de cada clase propuestos y resueltos. Las referencias históricas (en general de una historia muy reciente) amenizan el discurso que el autor sostiene de esta disciplina cada vez más cerca de los modelos exactos.

REMAKE DE UN CLASICO

Física, Volumen I. Cuarta edición.

Paul A. Tipler
Barcelona, 1999
Reverté
720 páginas



Pocas veces la rigurosidad y solidez argumental se conjugan con la claridad, la amenidad didáctica y las modernas tecnologías editoriales. Este es el caso de la nueva edición de este clásico de la física respetado, desde su primera edición en 1976, por profesores y alumnos de la materia en todo el mundo. Los temas de siempre: mecánica, oscilaciones y ondas, y termodinámica, son acompañados por secciones de formato constante a lo largo de todo el texto. “Ejemplos”, ejercicios resueltos clasificados por su nivel de dificultad; “Ejemplos. ¡Inténtelo!”, desafíos con pistas o ayudas; “Explorando la naturaleza”, breves ensayos que no pertenecen estrictamente al núcleo del curso pero lo enriquecen.

A la habitual profusión de problemas con respuesta se suma la diversidad en la modalidades que imponen las necesidades actuales, pudiendo encontrarse los de respuesta múltiple, los conceptuales y, por supuesto, los clásicos. Un infaltable resumen cierra cada capítulo.

El texto se lee sin recurrir necesariamente al análisis matemático por lo cual se convierte en una pieza apetecible para los profesores de nivel secundario que quieran hacer de sus clases un semillero de mentes universitarias.

Por ello y por su edición a todo color, con excelentes ilustraciones, el Tipler, cuarta edición, es una pieza de lujo en la bibliografía básica de la ciencia.

La fotografía Kirlian

*Desde el alma*por Guillermo Gimenez de Castro*
guigue@nucape.unicamp.br

Creer en la fase espiritual de nuestra existencia es una de las características del ser humano que se remonta a la noche de los tiempos. De hecho, el siglo XX ha sido pródigo en intentos científicos por demostrar la existencia de ese aspecto. La "fotografía Kirlian" es un ejemplo de ello. Aunque hoy en día algunos de sus partidarios niegan cualquier conexión con el alma y apuestan a su capacidad de diagnóstico, tampoco son capaces de explicar las supuestas relaciones que la imagen tiene con la fisiología del ser vivo.

En 1939, el ingeniero soviético Semyon Davidovich Kirlian, trabajando en la ciudad de Krasnodar, inventó un equipo sofisticado con el que pretendía estudiar a la naturaleza. El equipo recibió posteriormente su nombre: "cámara Kirlian". En los últimos 60 años se ha discutido mucho sobre la interpretación de las fotografías obtenidas, así como el origen de la radiación captada. Aunque la técnica no alcanza una divulgación popular, sus adherentes suman por millares en el mundo entero: un famoso buscador de páginas de la Internet acusa la existencia de más de 16.000 páginas dedicadas a la cuestión.

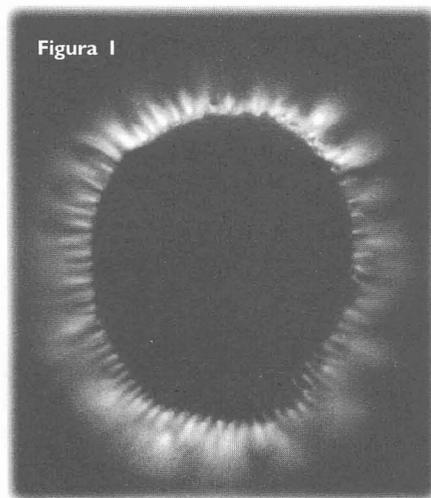


Figura 1

La polémica sobre la "técnica Kirlian" comienza desde su origen. En Brasil dicen que el sacerdote Landel de Moura habría inventado su "cámara de electrografía" en 1904, básicamente similar a la de Kirlian, las autoridades eclesiásticas lo obligaron a abandonar los estudios y divulgación de su hallazgo. El sacerdote parece haber tenido una portentosa imaginación ya que, afirman en Porto Alegre, él habría patentado la radio años antes que Marconi en EE.UU.

En todo caso, sea quien fuere su autor, la técnica es la siguiente: se somete el objeto en estudio (generalmente un ser vivo, la mayoría de las veces un ser humano) a altos campos eléctricos (30.000 Volts) con baja corriente, variándola con una determinada frecuencia durante un cierto período de tiempo (100 a 200 segundos). El objeto entonces comienza a emitir una descarga luminosa que es registrada por medio de una película fotográfica. En la figura 1 se observa la fotografía Kirlian de un dedo. La parte central oscura, es el dedo; el halo coloreado, es el *aura*. La técnica es sorprendente y capaz de generar hermosas imágenes como la de la figura 2, obtenida de una moneda de 10 euros.

Qué es el aura

Básicamente, se trata de aire ionizado por causa del elevado campo eléctrico. Nótese en las figuras cómo el *aura* tiene una estructura filamentaria, con delgados *hilos* saliendo del objeto en estudio. Una característica esencial de toda fotografía Kirlian, entonces, es que sea tomada en un ambiente gaseoso: cuando la foto es tomada en cámaras de vacío, el efecto no se produce (se descarta así cualquier interpretación sobrenatural del fenómeno). Otro requerimiento es la presencia de humedad, fenómeno natural generado en todo ser vivo a partir de la transpiración. Sin embargo, no es necesario que la humedad provenga del objeto en estudio, también puede ser colocada expresamente o pueden utilizarse ciertos tipos de aceite.

Es interesante el hecho de que la fotografía puede ser tomada después de retirar el objeto de la placa sobre la que

normalmente es apoyado. Esto es simplemente así porque la humedad se condensa sobre la placa formando la imagen del objeto. Por increíble que parezca, experimentos de laboratorio muestran que la fotografía puede ser tomada hasta tres días después.

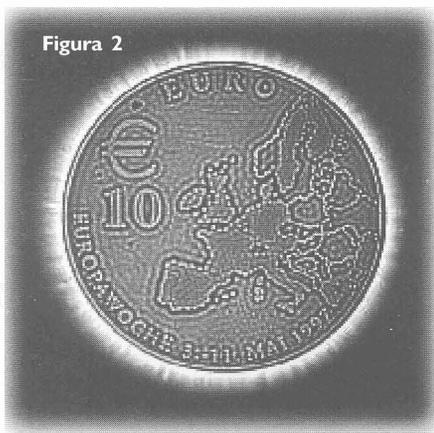


Figura 2

A pesar de que la fotografía Kirlian puede ser explicada de manera más o menos sencilla, aún continúa fascinando a muchos. Ocurre que el fenómeno se presenta como una confirmación de algunas ideas religiosas o místicas. El *aura* sería una manifestación del *alma*, nuestra contraparte espiritual. Infelizmente para los crédulos, la fotografía no registra en realidad ningún cuerpo etéreo, sino aire ionizado y humedad o vapor de agua.

Otros, sin embargo, no ven en la fotografía kirlian un fenómeno paranormal pero creen que la técnica es útil para revelar el estado, tanto físico como psíquico, de una persona. La primera experiencia al respecto ocurrió por azar: un individuo fue fotografiado antes y después de recibir un susto y se verificó que ambas fotos eran distintas. Nuevamente la explicación es sencilla: la transpiración de nuestra piel responde a nuestro

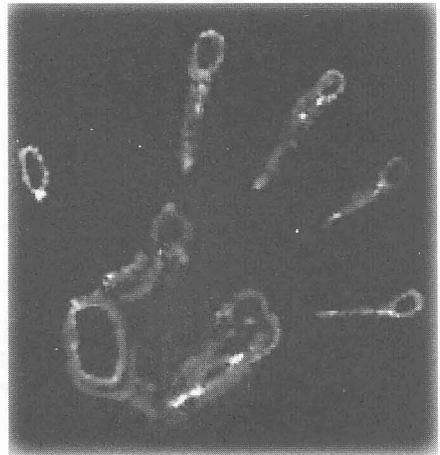
estado de ánimo circunstancial (fenómeno que intentan explotar los detectores de mentiras, por ejemplo); así, ambas fotografías deben ser distintas.

Los *kirlianólogos*, sin embargo, afirman poder diagnosticar todo tipo de males. El “profesor” brasileño Newton Milhomens afirma que la figura 1 que ilustra este artículo corresponde a una persona en estado depresivo. Con la misma técnica, él dice ser capaz de identificar a un egocéntrico, alguien con una inflamación o a un intoxicado. Milhomens no cree que la *kirliangrafía* – como la llaman algunos – sea una foto del espíritu, pero provee una exótica teoría para-electromagnética: la explica como un nuevo campo de radiación disponible por la materia. Esto es lo que en ciencia se llama *hipótesis ad hoc*; o sea, como no podemos explicar el fenómeno a través de la ciencia conocida, simplemente lanzamos una hipótesis nueva y dejamos a los demás su confirmación. Demás está decir que semejante artificio no es bien visto por la ciencia. Es cierto que a veces es empleado, pero sólo de forma muy especulativa y obviamente que precisa confirmación posterior.

Sólo un efecto curioso

Entonces, si no sabemos de qué se trata un *efluviograma* – como también se denomina a la *kirliangrafía* –, hecho reconocido por sus propios partidarios; ¿cómo podemos usarlo para algún diagnóstico? Descartada ya la hipótesis *paranormal* de que la *kirliangrafía* retrata el alma humana, lo que resta es apenas un efecto curioso, sin duda de gran impacto, pero vacío de información útil.

La fotografía Kirlian no parece presentar mayores desafíos a la ciencia estable-



cida. No se conoce ningún uso del efecto en área alguna de investigación, aunque los *kirlianólogos* afirmen lo contrario. Es dudoso que el efecto represente algún potencial de interés, ya que en los últimos 60 años pocos son los científicos que se dedicaron a él. Su origen aconteció en una época en que la física pasó por un período particularmente fenomenológico. A fines del Siglo XIX, los investigadores fueron descubriendo una serie de fenómenos que no podían explicar: el espectro de las sustancias gaseosas, los rayos catódicos, equis, alfa, beta y gama. Pero junto con esta serie de hechos, que más tarde consiguieron explicación racional, otros nunca pudieron ser repetidos en los laboratorios que, o bien nunca fueron replicados por otros laboratorios o simplemente no se mostraron como fenómenos distintos y, por lo tanto, perdieron relevancia.

La fotografía Kirlian sobrevivió al olvido sobre todo por el aspecto místico que algunos quisieron imbuirle. Sesenta años más tarde de su nacimiento, los pocos que aún intentan encontrar una propiedad sobrenatural, o aquellos que pretenden darle un *status* científico, se aprovechan de los legos crédulos. ■

* Investigador del Centro de Radio Astronomía y Astrofísica del Instituto Presbiteriano Mackenzie - San Pablo, Brasil.

Sucesiones matemáticas

Uno, dos y...

por Pablo Coll* pecoll@dc.uba.ar
 y Gustavo Piñeiro** pineiro@datamarkets.com.ar

Seguramente conocerán la sucesión

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...

Es la famosa sucesión de Fibonacci, cuyos términos se van calculando como la suma de los dos términos anteriores. Esto se puede formalizar con la siguiente fórmula:

$$F_{(n)} = F_{(n-1)} + F_{(n-2)}$$

Como en cualquier fórmula que dependa de valores anteriores de la sucesión, tendremos que definir los primeros términos. Para la sucesión $F_{(n)}$ necesito definir $F_{(1)} = 1$ y $F_{(2)} = 1$.

Fue Douglas Hofstadter, quien, más de 777 años después de Fibonacci, da en su "Godel, Escher, Bach" una vuelta de tuerca más y plantea la siguiente sucesión:

1, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 8, 8, 8, 10, ...

¿Cuál es la vuelta de tuerca que dio Hofstadter? ¿Cómo continúa la sucesión? La sucesión de Hofstadter puede describirse mediante la fórmula:

$$H_{(n)} = H_{(n-H(n-1))} + H_{(n-H(n-2))};$$

Nuevamente, definimos $H_{(1)} = 1$ y $H_{(2)} = 1$.

La $H_{(n)}$ no depende ya de los dos términos inmediatamente anteriores sino de dos términos anteriores que dependen de la misma sucesión. Los invito a prolongarla para comprobar que su comportamiento es esencialmente caótico.

Stephen Tanny, a comienzos de los años 90, estudió la sucesión cuya fórmula es:

$$T_{(n)} = T_{(n-1-T(n-1))} + T_{(n-2-T(n-2))}$$

En este caso, definimos los 3 primeros términos:

$$T_{(1)} = 1, T_{(2)} = 1 \text{ y } T_{(3)} = 1.$$

La sucesión es parecida a la anterior, sí, pero su comportamiento es absolutamente predecible. Es creciente y aparecen todos los enteros. Los impares –a excepción del 1– están una sola vez cada uno. Los pares aparecen con un patrón un poco más interesante. Queda, como primer problema, dar una fórmula para la cantidad de cada número par en la sucesión T. Estos son sus primeros términos

1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 6, 6, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 10, 10, 11, 12, 12, 12, 13, 14, 14, 15, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 17, 18, 18, 19, ...

¿Qué dicen de la siguiente sucesión pariente de las anteriores? ¿Cuál es el próximo término? ¿Cuál es su ley de formación?

1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 13, 16, 18, 26, 28, 36, 38, 47, ...

Stanislav Ulam ya había planteado en los años 60 este tipo de sucesión, que fue bautizada con su nombre. Empezando con 1 y 2, va construyendo los demás términos como el menor número que puede escribirse en forma única como suma de dos términos tomados de entre todos los términos anteriores. Por ejemplo, el 5 no puede seguir al 4 pues puede expresarse de dos formas diferentes, como 2 + 3 y 1 + 4.

Para finalizar, les dejo un par de sucesiones cuyas reglas de formación son de la forma $A_{(n)} = A_{(j)} + A_{(k)}$ con j y k términos anteriores. El problema es determinar cómo fueron elegidos los índices j y k .

A = 1, 3, 6, 2, 12, 12, 2, 18, 12, 3, 8, 14, 18, 15, 15, 2, 8, 18, 13, 28, 27, 20, 39, 35, ...

B = 1, 3, 4, 4, 2, 7, 8, 4, 3, 8, 5, 8, 5, 4, 16, 9, 9, 7, 17, 14, 25, 33, 24, 13, 5, 26, ...

Para los que disfruten jugando, "la" página web de las sucesiones es el buscador de N.J.A.Sloane: <http://www.research.att.com/~njas/sequences/>. Sloane es el autor de "The Encyclopedia of Integer Sequences", un libro que compila más de 5000 sucesiones de números enteros. En su página web se puede consultar en forma automática si una sucesión dada tiene alguna historia previa o si es simplemente desconocida. ■

Soluciones del número anterior

El primer dos bocas que encontró el viajero Spock era mentiroso. Su segundo encuentro fue más afortunado, el nuevo dos bocas era veraz. Eso había ocurrido un jueves. La misma suerte tuvo en la tercera aparición. En cambio, en el último encuentro, Aleph resultó ser mentiroso, y Beleph tenía el típico mal aliento de los dos bocas mixtos.



*Licenciado en Matemática y docente del Departamento de Computación - FCEyN.

**Licenciado en Matemática - FCEyN.