

EXACTA m e n t e

La revista de divulgación científica

AÑO 10 · Nº 33 · \$ 4 · OCTUBRE DE 2005

Actualidad

Las papeleras de la discordia

Geología

Buenos Aires puede temblar

Entrevista

Juan Carlos Pugliese

Plagas

Ratas en Buenos Aires

Universo

¿Es posible la vida ET?

Biología

Insectos detective

ISSN 1514-920X



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA

Editorial

Repudio

La ciencia es una forma muy particular de abordar el universo. Sin verdades absolutas ni reveladas, sin dogmas, admitiendo la ignorancia donde la haya, prescindiendo del principio de autoridad, los que abrazamos la ciencia encontramos en ella el camino para husmear los enigmas más antiguos de la humanidad y muchos otros que la propia ciencia nos va regalando. El abanico de conocimiento que la ciencia está desplegando es fascinante.

De todos los sistemas de conocimiento, la ciencia es el más democrático. Eso sólo ya bien vale la elección. Pero la ciencia, también, es poderosa, incisiva, urticante. A fuerza de imaginación y evidencias, embate intereses y poderosos que habitualmente encuentra en las antípodas de la sensatez, entre los enemigos de la libertad, entre los fundamentalistas, entre los autoritarios.

Uno de sus máximos exponentes, el presidente de los Estados Unidos, George Bush, acaba de manifestarse a favor de que en la escuela pública norteamericana se enseñe el “diseño inteligente” como alternativa a la Teoría de la Evolución. Se trata, sencillamente, de una variedad

aggiornada de creacionismo. Los “diseñistas” afirman que muchos aspectos de la naturaleza –la mente, por ejemplo– son demasiado complejos como para haber surgido por selección natural, y por lo tanto han de haber sido diseñados por una inteligencia superior. Pero caen en una

vieja trampa recursiva. Cualquier clase de creacionismo termina en el mismo absurdo. En el siglo XXI, negar la teoría de Darwin tiene una altura intelectual equivalente a postular una Tierra plana.

El costado bueno es que semejante despropósito haya sacudido y despertado a la comunidad científica estadounidense,

que salió al cruce de semejante estupidez con lucidez y buenos reflejos. Y también tiene lo suyo que esta nueva carga anticientífica y troglodita esté encarnada en este arquetipo de despotismo, prepotencia e irracionalidad.

Frente a su visita a la Argentina, distintos grupos y actores sociales y políticos ensayaron diferentes modalidades de repudio a su presencia. Hacer EXACTAMENTE, con renovado entusiasmo, es el nuestro.

Ricardo Cabrera
Director



Consejo editorial

Presidente

Pablo Jacovkis

Vocales

Gregorio Klimovsky
Eduardo F. Recondo
Alberto Kornblihtt
Juan M. Castagnino
Celia Dibar
Ernesto Calvo

Staff

Director

Ricardo Cabrera

Editor

Armando Doria

Jefe de redacción

Susana Gallardo

Redactores

Cecilia Draghi
Gabriel Stekolschik

Colaboradores permanentes

Pablo Coll
Guillermo Mattei
Daniel Paz
Gustavo Piñeiro
Simón Tagtachián
Guillermo Durán

Colaboran en este número

Yamila Bechara
Christian Espíndola
Andrés Fidanza
Andrés Folguera
José Menda
Víctor Ramos

Diseño gráfico

Santiago Erasquin

Fotografía

Juan Pablo Vittori
Paula Bassi

Corrección

Rubén Pose

Impresión

Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.

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, Graduados y Bienestar Estudiantil.

Ciudad Universitaria, Pabellón II,

C1428 EHA Capital Federal

Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464,

4576-3337, fax: 4576-3351.

E-mail: revista@de.fcen.uba.ar

Página web de la 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.

Sumario

ACTUALIDAD

6

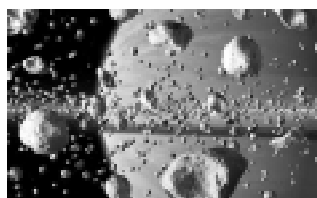
El costo del papel

Dos fábricas europeas de celulosa tienen la autorización del gobierno uruguayo para instalarse a orillas del río Uruguay, muy cerca de la ciudad de Fray Bentos. Aquí, un informe de los procesos químicos involucrados en la producción y los posibles efectos en el ambiente.

COSMOS

10

El azar de la vida



La vida inteligente en la Tierra es el resultado de una secuencia precisa de eventos fortuitos y coincidencias accidentales. El silencio cósmico no demuestra que seamos los únicos en el universo, pero sí pone en evidencia que no hay tantas civilizaciones extraterrestres como algunos creen.

TECNOLOGÍA

16

Cuando ilumina el Sol

El Centro Atómico Constituyentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica trabaja en la vanguardia de la tecnología de paneles solares para uso espacial.

PLAGAS

20

Las ratas bajo control

Científicos de la Facultad trabajaron durante un año en la Villa 31, y lograron reducir en un 70 por ciento la cantidad de ejemplares, pero si los controles no se continúan en el tiempo, los animales regresarán.

ENTREVISTA

24

Juan Carlos Pugliese



De fuerte extracción radical, fue convocado por el gobierno de Duhalde y, seguidamente, por el de Kirchner para ocupar la Secretaría de Políticas Universitarias. En su despacho no cuelga la foto de Evita y, transversalidad mediante, Pugliese considera que, en materia de educación, este gobierno lleva el ideario radical.

GEOLOGÍA

28

Terremoto en el Río de la Plata

Las causas del temblor que se sintió en Buenos Aires el 4 de junio de 1888.

OPINION

32

Docentes que trabajan gratis

El último censo docente efectuado en la UBA mostró la existencia de 11.000 cargos ad honorem. En este artículo, las aristas complejas del fenómeno.



BIOLOGÍA

34

El insecto delator



Los bichos encontrados en los cuerpos de las víctimas pueden aportar datos muy valiosos a la hora de investigar un crimen.

EPISTEMOLOGÍA

36

En el umbral del infinito

¿Es el universo infinitamente grande? ¿Es infinitamente viejo? ¿Es posible subdividir la materia hasta el infinito? Si no es posible, ¿cuál es su constitución última? Estos interrogantes no encuentran, todavía, una respuesta satisfactoria. Epistemólogos, filósofos y físicos opinan sobre uno de los temas más apasionantes y controvertidos: el infinito.

MEMORIA

40

La roja de todos

Desde Santiago de Chile, el testimonio de la recientemente fallecida Gladys Marín, una de las más destacadas figuras de la política americana.

ENSEÑANZA

42

Números que meten miedo



A partir de este año, la carrera de Psicología de la UBA tiene a Matemática como materia obligatoria. Especialistas en educación, académicos promatemática y "damnificados" muestran sus posiciones.

VARIEDADES

45

El maestro ciruela

BIBLIOTECA

46

MICROSCOPIO

48

Grageas de ciencia

JUEGOS

50

**FACULTAD de
CIENCIAS EXACTAS
y NATURALES**

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ■
OCEANOGRAFIA ■
GEOLOGIA ■
CS. DE LA ATMOSFERA ■
PALEONTOLOGIA ■

■ BIOLOGIA
■ COMPUTACION
■ QUIMICA
■ FISICA
■ MATEMATICA

Ciudad Universitaria
Pab. II, C1428EHA,
Capital Federal

Departamento de Alumnos: 4576-3339

Dirección de Orientación Vocacional: 4576-3337

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

Las polémicas fábricas sobre el río Uruguay

El costo del papel

por Susana Gallardo

sgallardo@bl.fcen.uba.ar



El emplazamiento de dos fábricas de celulosa sobre la ribera oriental del río Uruguay (de soberanía compartida con la Argentina) despertó el fuerte rechazo de los pobladores de Gualeguaychú, que consideran que las emanaciones producidas por las fábricas traerían graves problemas en el medio ambiente local. La polémica, que generó rispideces diplomáticas y provocó la intervención del canciller Rafael Bielsa, todavía se mantiene viva. En estas páginas, un informe sobre los procesos químicos involucrados en la producción y los posibles efectos.

Un emprendimiento productivo suele estar ligado a la posibilidad de empleo, desarrollo y progreso. Pero, muchas veces, las promesas, o no se cumplen enteramente, o los logros son efímeros. En algunos casos, los efectos negativos se hacen sentir pronto, efectos no fáciles de revertir, y que implican costos muy altos. Ejemplos, en la Argentina, hay varios, como la explotación forestal que causó la destrucción de los quebrachales del norte de Santa Fe en la primera década del siglo XX, o muchos casos de actividad minera.

La mayor conciencia acerca del cuidado del ambiente hace que estos proyectos, al menos, se discutan. Ya nadie se deja llevar por los espejos de colores de los posibles puestos de trabajo. Y la pregunta obligada es: ¿cuál es el costo?

Lo que hoy está en debate es la posible instalación de dos empresas productoras de celulosa para papel en las cercanías de la ciudad de Fray Bentos (20 mil habitantes), a la vera del río Uruguay, frente a Gualeguaychú. Una de ellas, la finlandesa Botnia, espera producir alrededor de un

millón de toneladas de celulosa por año; la otra, la española ENCE, 400 mil toneladas. A través de un puerto construido a tal fin, el producto final será exportado para la fabricación de papel en otros confines. La inversión total de ambas empresas es de 1.500 millones de dólares.

Quienes se oponen al proyecto sostienen que, además del perjuicio que generará al turismo y a las actividades recreativas que se realizan en la zona, los procesos de producción empleados son muy contaminantes, con efectos dañinos para el ambiente y la salud humana. También se cuestiona la explotación forestal requerida para obtener la madera, componente esencial para elaborar la pasta o pulpa.

El eucalipto ¿culpable o inocente?

Ambas empresas producirán pulpa para fabricar papeles de óptima calidad, por ejemplo, para la impresión de libros. Para ello utilizarán madera de eucalipto, un árbol de crecimiento rápido (en 8 años se puede hacer la primera tala), y que per-

mite obtener una celulosa de fibra corta, adecuada a los fines previstos.

Como la madera contiene 50 por ciento de celulosa y 50 por ciento de lignina, siempre se necesita el doble de madera que la producción esperada. En este caso, se requerirán tres millones de toneladas por año, que equivalen a unas 140 mil hectáreas de plantación. Pero el eucalipto es cuestionado debido a que, según se afirma, absorbe mucha agua, a gran profundidad, y sus copas frondosas la evaporan con facilidad, lo cual perturba el balance hídrico.

“Oponerse al cultivo de una especie por sus efectos potenciales no es un argumento sólido”, señala el ingeniero Jorge Adámoli, director del laboratorio de Ecología Regional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA. Si bien el especialista no niega que este árbol sea un gran consumidor de agua, destaca que la caña de azúcar también lo es. “Ningún cultivo es malo *per se*. Lo que degrada el suelo son las prácticas agrícolas o forestales inadecuadas”, subraya.

Asimismo, en un documento de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), se indica que no existe una respuesta universalmente válida sobre los efectos favorables o desfavorables de sembrar eucaliptos, y que es preciso examinar cada caso por separado.

Para la FAO, “la plantación de especies de *Eucalyptus*, sobre todo en gran escala, debe realizarse sólo después de una evaluación cuidadosa e inteligente de las consecuencias sociales y económicas”, y prosigue: “La mejor forma de conseguirlo probablemente consista en estudiar con espíritu abierto las circunstancias ecológicas y las necesidades de la población local”.

Ahora bien, talados los árboles, los materiales son luego procesados para obtener lo que se denomina pulpa química, que gracias a su blancura y pureza (por estar libre de lignina) asegura un papel de larga duración y alta calidad. En cambio, la pulpa mecánica, que resulta de la trituración de la madera, conserva la lignina, que le da un tinte amarillento, por ello se emplea para hacer periódicos, papeles de corta duración que se degradan con rapidez.

Un primer paso para lograr la pulpa química consiste en transformar la madera en pequeñas astillas y luego someter éstas a un proceso denominado *kraft*, o “al sulfato”, mediante el cual se cuecen las astillas con soda cáustica. Hasta mediados del siglo XX se empleaba una solución ácida (sulfito), que, según datos de Greenpeace, liberaba al ambiente, por tonelada de pasta, unos cinco kilogramos de dióxido de azufre, responsable de la lluvia ácida. Con el método *kraft* se emiten entre uno y tres kilogramos.

“El empleo de dióxido de cloro es una mejora respecto del antiguo uso de cloro gas, pero igual se producen organoclorados, aunque en menor proporción”.

Emisiones peligrosas

Si bien el proceso es cuestionado por las agrupaciones ecologistas, para el ingeniero Hugo Vélez, director del Centro de Investigación de Celulosa y Papel (CICELPA) del INTI, “en la actualidad, el *kraft* es el método más indicado, no hay otro comercialmente viable. Además, posee algunas ventajas, porque se pueden recuperar los reactivos, pero inevitablemente tiene emisiones al aire y aguas residuales”.

Un subproducto de esa técnica es lo

que se denomina licor negro que, según indica el doctor Osvaldo Troccoli, profesor en el Departamento de Química Inorgánica de la FCEyN, “puede aprovecharse como combustible porque posee lignina, que tiene energía calórica residual”. El investigador, que fue asesor en una empresa papelera, agrega: “De las cenizas que quedan de la combustión se puede obtener soda cáustica, que sirve para romper las uniones químicas entre la lignina y la celulosa”.

La pulpa depurada en el proceso *kraft* requiere un tratamiento adicional de blanqueado. Para ello, hasta hace unos quince años se empleaba cloro gaseoso, o elemental. “El problema es que el cloro se combina con estructuras de carbono presentes en la lignina, como los fenoles, y se forman los clorofenoles que, en condiciones de alta temperatura, pueden generar dioxinas, que son cancerígenas”, explica el doctor Troccoli. Pero en la actualidad, en la mayor parte del mundo se utiliza dióxido de cloro en lugar de cloro gas. El método se denomina ECF, sigla en inglés que significa libre de cloro elemental.

Sin embargo, el método ECF (empleado por las papeleras que proyectan instalarse en el Uruguay) no elimina el problema de los derivados del cloro. Por su parte, el ingeniero Vélez, del INTI, advierte: “El empleo de dióxido de cloro es una mejora respecto del antiguo uso de cloro gas, pero igual se producen organoclorados, aunque en menor proporción”.

Según estudios realizados en Canadá, la tecnología ECF produce una décima parte de compuestos clorados de la generada por el cloro gas. Este producía unos ocho kilogramos por tonelada de pulpa.

Lo cierto es que los compuestos organoclorados son muy persistentes en la naturaleza: pueden durar cientos de

años. Además, son liposolubles, lo que significa que se depositan en los tejidos grasos de los seres vivos, y se acumulan a medida que se asciende en la cadena alimentaria.

No obstante, hay un método totalmente libre de cloro (TCF), el cual, para el ingeniero Vélez, es “la forma de blanqueo más recomendable”. Este método utiliza agua oxigenada, que, subraya Troccoli, de la FCEyN, “es lo mejor, porque no deja rastros”. Hoy en día, el 20 por ciento de la producción mundial de celulosa es blanqueada con el tradicional cloro gas, un 75 por ciento con dióxido de cloro, y apenas un 5 por ciento, a través del proceso TCF, que es el más limpio.

El río de las congojas

Para evitar que las aguas “turbias” lleguen al río, éstas deben hacer una estadía en un componente clave de una fábrica de celulosa: las piletas o lagunas para el tratamiento de efluentes.

Sin oxígeno, la materia tarda mucho más en degradarse. El riesgo es que esas aguas, que no completaron el tratamiento, sean arrojadas al río.

“La planta de efluentes líquidos tiene que estar diseñada para manejar caudales muy altos, alrededor de 8 mil metros cúbicos por día, para una producción intermedia”, detalla Troccoli. Para ese caudal, y, según señala el investigador, dado que la materia orgánica tarda unos diez días en degradarse, “la laguna de tratamiento deberá poseer 80 mil metros cúbicos de capacidad”, es decir, dos manzanas de superficie y 4 metros de profundidad, aproximadamente el tamaño proyectado para Botnia. Pero la calidad de lo que se descarga en el río no depende sólo del tamaño de la pileta.

Un factor clave es el adecuado suministro de oxígeno, imprescindible para que las bacterias puedan degradar el alto contenido de materia orgánica que contiene el efluente de la fábrica. Para proveer oxí-

Las empresas

En su página web, la finlandesa Botnia, que además es propietaria de la Compañía Forestal Oriental en el vecino país, afirma que “el proyecto de la planta de celulosa constituye la mayor inversión de carácter industrial en la historia del Uruguay, y hará que el producto bruto interno aumente en un 1,6 por ciento”. La empresa indica también que ocupará 300 empleados en la planta de celulosa, pero con un total de más de 8.000 puestos de trabajo que se crearán en Uruguay (5.000 puestos de trabajo directos y 3.000 indirectos).

Por su parte, ENCE (Empresa Nacional de Celulosa de España) declara que posee en el Uruguay más de 62.000 hectáreas de bosque, y que Mbopicuá “es un proyecto de gran envergadura, que supone una inversión de alrededor de 600 millones de dólares y cuenta con el apoyo decidido del gobierno uruguayo, que percibe en esta inversión una clara posibilidad de desarrollo en una importante zona rural del país”.

Cabe recordar que ENCE fue condenada en España por «delito ecológico continuado» por la Audiencia Provincial de Galicia en 2002. La fábrica está instalada desde 1957 en la ría de Pontevedra, y, según estableció la justicia española, ha contaminado las aguas marinas y el aire con vertidos industriales y emanaciones tóxicas para la fauna y la flora.

geno, lo que se hace habitualmente es mover las aguas en forma constante por medio de agitadores. Pero esto requiere energía eléctrica.

Si, por ahorro de energía o por lo que fuere, no hay suficiente oxígeno, pueden desarrollarse bacterias anaeróbicas. Estas transforman el azufre en ácido sulfídrico, que se caracteriza por su olor a huevo po-



drido. Además, y lo más importante, sin oxígeno la materia tarda mucho más en degradarse. El riesgo es que esas aguas, que no completaron el tratamiento, sean arrojadas al río.

Por ello es fundamental que algún organismo controle si lo que se vierte en el río alcanza los niveles de limpieza requeridos. En efecto, los efluentes no deben superar el valor de ciertos parámetros, como DBO y DQO, demanda bioquímica y demanda química de oxígeno, respectivamente. La DBO mide los miligramos de oxígeno necesarios para que los microorganismos puedan degradar la materia orgánica. La DQO evalúa los miligramos de oxígeno requeridos para oxidar los compuestos químicos. Para ambos parámetros, las regulaciones establecen un valor máximo aceptable, por encima del cual se está en infracción.

“Si la planta está bien diseñada y bien operada, las aguas, si bien no servirán para beber, no deberían contener exceso de sustancias tóxicas”, comenta Troccoli. Pero, si la fábrica aumenta su producción, la planta de efluentes puede ser insuficiente para tratar el volumen adicional de líquidos. Estos, en consecuencia, pueden verterse aunque posean niveles de contaminantes superiores a los requeridos. Por ello, es fundamental el control y la supervisión por parte de los organismos competentes.

De hecho, en el verano del 2003, unos 7.500 metros cúbicos de licor negro escaparon al lago Saimaa desde una de las plantas que Botnia posee sobre ese cuerpo de

agua, en el sudeste de Finlandia. Aparentemente, la planta de tratamiento biológico no fue capaz de hacer frente a una descarga súbita y en unos pocos días el licor negro se esparció aguas adentro del lago.

Los peces y la contaminación

Pero ¿cómo saber cuán peligrosas o inocuas son esas aguas? Una forma es estudiar sus efectos en los organismos acuáticos que conviven con las descargas industriales. “Hay numerosas investigaciones que han determinado la acción de los efluentes de papeleras en los peces, tales como alteraciones en el metabolismo graso y hepático, disminución en la producción de gametas, además de procesos de feminización de los machos y alteraciones en la descendencia”, señala la doctora Fabiana Lo Nostro, del laboratorio de Embriología Animal de la FCEyN.

En la Universidad de La Plata, algunos grupos de investigación se abocan a averiguar cómo reaccionan ciertos peces que se encuentran expuestos a efluentes de papeleras, en arroyos de la zona. Asimismo, en Canadá, donde la industria de la celulosa es una de las más importantes, se realizan estudios a gran escala. El doctor Kelly Munkittrick, investigador del Departamento de Biología de la Universidad de New Brunswick y director asociado del Canadian Rivers Institute, analiza, desde hace quince años, la ecología de la cuenca del río Moose, en el noreste de la ciudad de Ontario. Allí desembocan varios ríos sobre cuyas orillas hay industrias de celulosa y papel. En numerosas publicaciones, el investigador y su grupo documentan modificaciones fisiológicas en los peces: disminución del tamaño de las gónadas (ovarios y testículos), cambios en el hígado y descenso de la tasa de crecimiento, entre otros.

En la FCEyN, si bien no se estudian los efectos de los desechos de papeleras, algunos investigadores del laboratorio de Embriología Animal, dirigido por la doctora María Cristina Maggese, exponen los



La voluntad del gobierno de Uruguay es seguir adelante con el proyecto, mientras que la Argentina propone una evaluación conjunta por parte de ambos países.

peces a algunas sustancias tóxicas, como el octilfenol (OP), que se genera de la degradación de ciertos detergentes empleados en diferentes industrias: la textil, la de plásticos y la papelera, entre otras. Los licenciados Fernando Meijide y Graciela Rey Vázquez, que realizan sus tesis doctorales en estos temas, encontraron importantes alteraciones en el hígado y en las gónadas de adultos y larvas de un pez autóctono de agua dulce—conocido como chanchita o palometa—, al exponerlos a concentraciones ecológicamente relevantes del compuesto. Si esos trastornos se encontraran también en los peces que viven en el área afectada por estas industrias, el hecho podría influir en forma negativa en el éxito reproductivo y en el futuro de estas especies.

La situación actual

Las empresas Botnia y ENCE han redactado sus informes de impacto ambiental. Pero, para el embajador argentino Raúl Estrada Oyuela, representante especial para Asuntos Ambientales de la Cancillería, “estos informes se parecen a una película de Walt Disney” y resulta necesario que las autoridades uruguayas los analicen en profundidad.

El problema, para el embajador, es que las plantas fueron evaluadas por separado, sin tener en cuenta el efecto acumulativo que se produce por el hecho de que una se encuentra situada a apenas cuatro kilómetros de la otra, y ambas muy cerca de la ciudad de Fray Bentos, que deberá construir una nueva toma de agua en el río.

“No está explicado por qué las plantas se establecen tan próximas una de la otra y tan cerca de las ciudades. Ni se dice por qué no se instalan en el Atlántico, por ejemplo”, subraya el embajador. De hecho, la ciudad de Fray Bentos deberá construir una nueva toma de agua en el río Uruguay, que se encuentre a mayor distancia de la descarga de efluentes.

El hecho es que la polémica en torno al proyecto en cuestión ha generado una disputa diplomática con el vecino país. La voluntad del gobierno de Uruguay es seguir adelante con el proyecto, mientras que la Argentina propone una evaluación conjunta por parte de ambos países.

En tal sentido, un equipo de especialistas de la Secretaría de Medio Ambiente de la Nación y de la Cancillería, junto con sus pares uruguayos, ya está trabajando en el tema y espera presentar su informe para enero de 2006.

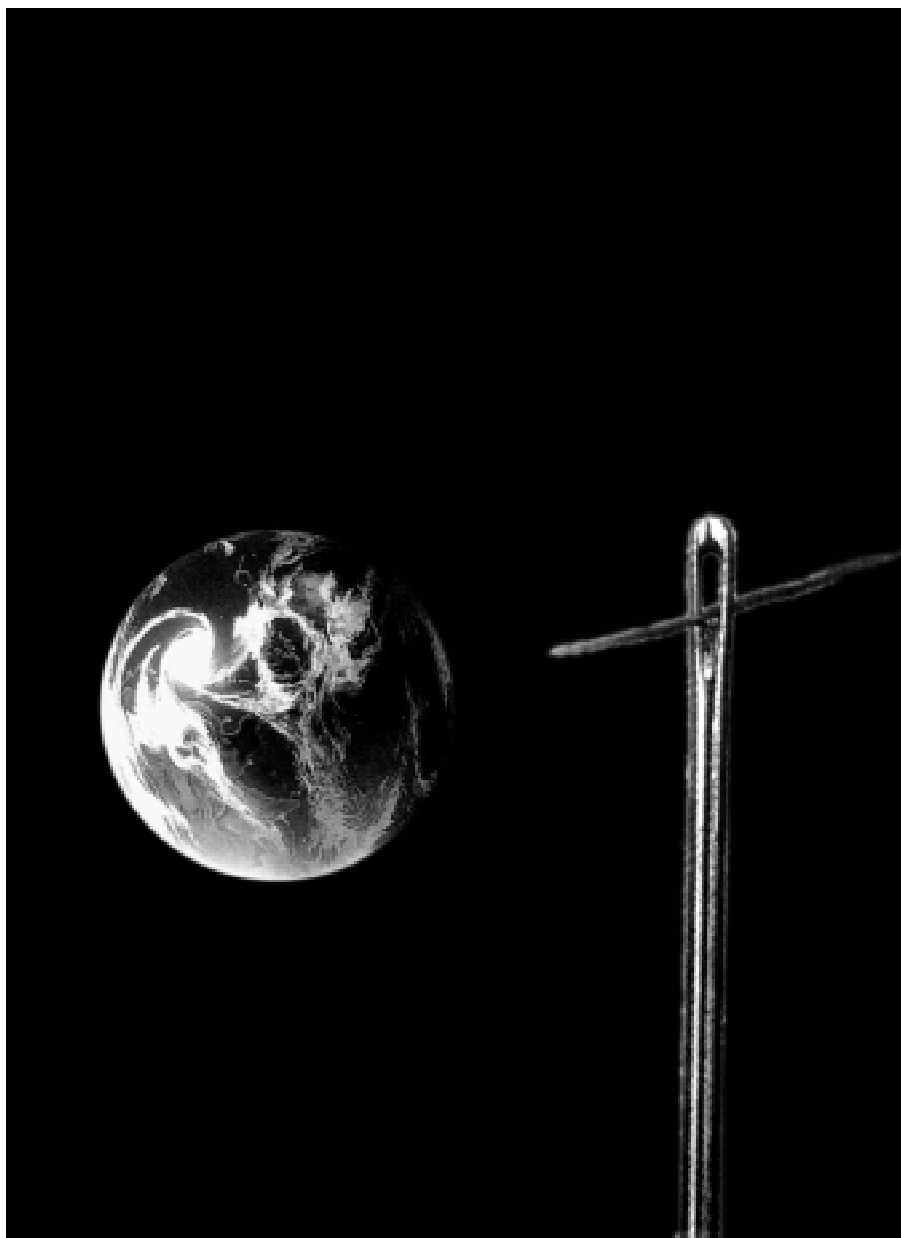
De acuerdo con el monto de la inversión, las empresas esperan realizar un buen negocio, que tal vez redunde en beneficios para el Uruguay. Pero está claro que hay un costo. Y en la decisión final, que sin duda estará en manos de la política, ese costo deberá ser contemplado. ■

Civilizaciones tecnológicas

La aguja en el azar

por Gabriel Stekolschik gstekol@de.fcen.uba.ar

La existencia de vida inteligente en la Tierra es el resultado de una secuencia precisa de eventos fortuitos y coincidencias accidentales muy difíciles de repetirse en el orden en que se han dado. El silencio de radio -que hasta ahora ha resultado del rastreo de civilizaciones en el espacio- pone en evidencia que no existe tanta vida inteligente como algunos creen. Pero esto no desilusiona a los científicos, que en general consideran que las coincidencias no tienen por qué ser exclusividad terrícola.



Hace unos 4.500 millones de años, cuando nuestro sistema solar era una enorme nebulosa de gases y polvo, la presencia central de la enorme masa caliente del Sol condicionaba la composición de los planetas que comenzaban a formarse. En las zonas más alejadas de nuestra estrella, las bajas temperaturas y la menor influencia gravitacional del astro rey daban lugar a mundos fríos y gaseosos. Mientras tanto, en las áreas más próximas al centro, el calor y la fuerza de gravedad solar aglutinaban a los materiales más pesados de la nebulosa para dar origen a estructuras conformadas por un núcleo metálico rodeado de una capa de silicatos: los denominados “planetas rocosos”, cuerpos celestes con alguna posibilidad de tener una superficie sólida, un lugar donde pudiera “apoyarse” la vida.

En el azaroso reparto del espacio, solo cuatro de los nueve planetas del Sistema Solar quedaron lo suficientemente cerca del Sol como para tener una estructura rocosa. La Tierra es uno de ellos.

¿Y si la Luna no existiera?

Hubo un período de unos 100 millones de años en que no hubo Luna en el cielo. Fue cuando nuestro planeta era todavía un mundo abrasador y vaporoso de volcanes que expulsaban roca fundida. Entonces, ocurrió un evento catastrófico que

estuvo a punto de destruirlo todo: un bólido enorme, del tamaño de Marte, impactó e hizo añicos la tenue corteza terrestre, “salpicando” material de las capas más externas de la Tierra hacia el espacio interplanetario. La masa desprendida por la colisión quedó orbitando alrededor, formando un anillo de escombros que rápidamente se fusionó para dar origen a nuestro satélite.

“Si la Luna no existiera, o fuera mucho más pequeña, la inclinación del eje de rotación de la Tierra sería caótica, con grandes variaciones”.

Paradójicamente, aquel accidente que podría haber impedido nuestra historia fue decisivo para que la vida fuera posible en este planeta. Porque la Luna ha tenido —y tiene— efectos críticos sobre el lugar que hoy habitamos. “Una característica muy particular de la Tierra es que tiene un satélite desproporcionadamente grande”, explica el astrónomo Mario Melita, investigador del Conicet en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE). Esta peculiaridad hace que la acción gravitatoria de la Luna sobre nuestro planeta sea muy significativa, y ello tiene sus consecuencias.

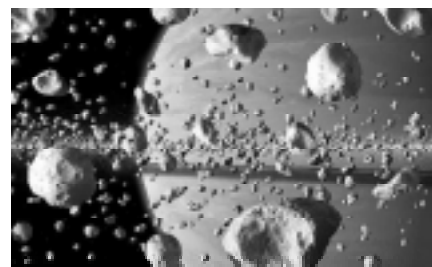
Gracias a la fuerza de gravedad de su satélite, nuestro planeta mantiene —con ínfimas variaciones— un ángulo de aproximadamente 23° de inclinación. “Si la Luna no existiera, o fuera mucho más pequeña, la inclinación del eje de rotación de la Tierra sería caótica, con muy grandes variaciones”, escribe el prestigioso astrofísico francés Jacques Laskar en un estudio publicado en 1993 en la revista científica

Nature, en el que reivindica para la Luna el papel de “regulador climático de la Tierra”. Según el trabajo del experto europeo, en esas hipotéticas condiciones, nuestro planeta podría haber variado su ángulo de inclinación entre 0° y 85°, es decir que habría oscilado entre estar “parado” y —prácticamente— “acostado” (con uno de sus polos mirando al Sol) a lo largo de su historia. Ello habría ocasionado cambios drásticos en el clima que habrían dificultado —si no impedido— la aparición o evolución de formas complejas de vida en este lugar del universo.

Pero que en el reparto de materia “nos haya tocado” un satélite relativamente grande tuvo —y tiene— otras consecuencias sobre la existencia en la Tierra. Hace poco más de 4.000 millones de años, cuando la Luna estaba mucho más cerca de lo que estará esta noche (se aleja 4 cm por año), nuestro mundo giraba sobre sí mismo cuatro veces más rápido de lo que lo hace hoy (los días duraban alrededor de seis horas). Pero la fuerza de gravedad de la Luna, con su efecto sobre las mareas, ha ido retardando el movimiento de rotación. Como cuanto más velozmente gira un planeta, más rápido soplan sus vientos, si la Luna no existiera, se calcula que soplarían diariamente ráfagas de alrededor de 160 km por hora. En ese contexto, no podrían haber sobrevivido formas de vida altas que no fueran estabilizadas por su propio peso, o por raíces profundas.

Un enorme imán

La tremenda colisión que dio origen a la Luna también fue decisiva en la particular conformación interna que adquirió nuestro mundo: “La Tierra tiene un núcleo desproporcionadamente grande debido a que



la parte más densa de ese cuerpo que la embistió quedó incorporada a nuestro planeta”, señala el doctor Augusto Rapalini, profesor del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA.

Esta característica del interior terrestre hace que una gran parte de su centro metálico aún no se haya solidificado, y que el movimiento del hierro líquido allí presente genere un fenómeno esencial para el sostenimiento de la vida: el campo magnético. “Su rol es crucial para la existencia de la vida, pues funciona como un escudo que nos protege de las partículas de alta energía que provienen del espacio exterior”, afirma el doctor Sergio Dasso, investigador del Conicet en el IAFE. “Además, el campo magnético es esencial para que los gases de la atmósfera estén ordenados en estratos”, añade. Esta estratificación, por ejemplo, hace que un gas venenoso como el ozono, en lugar de quedarse aquí abajo y acabar con nosotros, forme una capa a 35 km de altura que nos protege de la radiación ultravioleta.

El baile de los continentes

La particular conformación interna de la Tierra ha tenido otras consecuencias no menos importantes a la hora de hacerla habitable. Por un lado, el tamaño significativo de su núcleo, y por lo tanto su mayor masa, es clave para conservar la atmósfera: “La atmósfera se mantiene fundamentalmente por la fuerza gravitatoria”, explica Gabriel Bengochea, investigador del IAFE.

Por otro lado, el gran calor interno que acumuló la Tierra durante su formación —debido, entre otras cosas, al impacto del bólido— es, todavía hoy, el principal motor

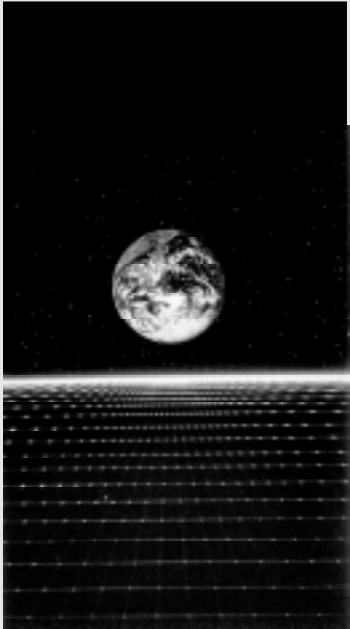
de su actividad geológica. Podría decirse que nuestro planeta está “vivo”. No solo por el hecho de albergar formas de vida, sino también porque tanto su interior como su superficie están en constante movimiento, ocasionando un fenómeno que ha tenido –y tiene– una importancia extraordinaria para que hoy el mundo esté habitado: la tectónica de placas. “Es otro de los rasgos muy particulares de la Tierra. No se conoce ningún planeta con una tectónica de placas activa”, consigna el doctor Rapalini. “Es un sistema ordenado de liberación del calor del interior terrestre. Si este proceso se diera más rápido, se producirían eventos catastróficos que renovarían periódicamente toda la superficie del planeta; y si fuera más lento, la Tierra perdería calor por conducción, y se enfriaría más rápidamente, como ha ocurrido con Marte y con la Luna”, ilustra.

La tectónica de placas no sólo permite un reciclado “apacible” del calor interno, también cumple otra función crítica: “Si no se diera este fenómeno, aumentaría muchísimo la concentración atmosférica de dióxido de carbono provocando un efecto invernadero que elevaría sustancialmente la temperatura y haría inhabitable el planeta para las formas de vida compleja”, explica la doctora Beatriz Aguirre Urreta, bióloga y profesora del área de Paleontología en el Departamento de Ciencias Geológicas de la FCEyN de la UBA.

Pero la tectónica de placas, el sistema –entre muchos posibles– que “eligió” la Tierra para regularse y que, por simple coincidencia, ofreció a la vida condiciones para desarrollarse de manera compleja, alguna vez pudo haber sido –como aquel gigantesco planetoide que nos chocó en los principios– la responsable del fin de nuestra historia. Porque este fenómeno geológico ha estado moviendo incesantemente los continentes por la superficie terrestre durante miles de millones de años. Y durante un instante de ese extenso zarandeo –hace aproximadamente 250 millones de años–

MEDIOGRES

Para Guillermo Lemarchand, director en la Argentina del proyecto SETI (búsqueda de inteligencia extraterrestre), existen dos hipótesis de trabajo que guían su pesquisa. Una de ellas es el denominado principio de mediocridad: “La Tierra no ocupa ningún lugar privilegiado en el universo, y lo que sucedió aquí puede suceder en cualquier otro lado, nada de lo que ocurrió aquí es especial”, sostiene. La segunda presunción del investigador es que las leyes de la física y de la química son universales. “Con estas dos hipótesis se puede asumir directamente que, con tiempo suficiente, tarde o temprano, se van a dar las condiciones para que aparezca vida en otros lugares y, eventualmente, alguna pequeña fracción de esa vida puede desarrollar tecnología”, concluye Lemarchand.



ocurrió un evento de características excepcionales: todos los continentes de la Tierra chocaron simultáneamente entre sí para dar origen a un gran supercontinente, denominado Pangea.

Para actuar como disolvente, el agua debe encontrarse en estado líquido, y esto no ocurre en cualquier lado.

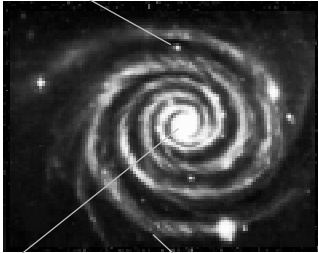
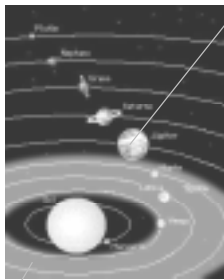
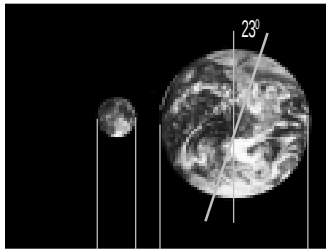
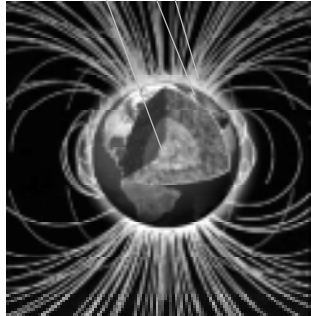
Con la formación de ese megaccontinente se redujo el área de plataformas marinas (donde se concentra gran parte de la vida acuática), y se produjo una modificación del ciclo del dióxido de carbono que provocó un importante cambio climático. “Este conjunto de acontecimientos dio como resultado la desaparición de más del 80 por ciento de las formas de vida, desaparecieron especies que habían sido exitosas durante muchos millones de años. Es la extinción más importante de toda la historia del planeta”, señala Aguirre Urreta. “El mundo era prácticamente un desierto. La vida estuvo a punto de acabarse”, subraya.

Líquido vital

El agua es el constituyente principal de todos los organismos vivos. Esto no es por casualidad. Es debido a que no existe otra molécula que presente cualidades fisicoquímicas tan extraordinarias. Entre ellas, su gran capacidad para disolver sustancias, que ha determinado que sea el componente esencial de la sangre animal, de la savia vegetal, y del plasma celular.

Pero, para actuar como disolvente, el agua debe encontrarse en estado líquido; y esto no ocurre en cualquier lado. Así, la búsqueda de vida extraterrestre está orientada hacia lugares del cosmos en los que se supone que existiría agua fluida, y que los astrobiólogos (quienes buscan algo vivo en el universo) denominaron “zonas de habitabilidad” (ZH). Precisamente, las ZH alrededor de una estrella son definidas como el intervalo entre dos límites: uno a partir del cual, por la cercanía al sol, la hidrósfera (el agua líquida del planeta) está destinada a evaporarse, y otro tan alejado de la estrella como para que, a partir de él, el agua se congele. Ese intervalo de habitabilidad es muy estrecho. Por ejem-

CAUSAS Y AZARES

Nuestra galaxia	Nuestro sistema solar	El sistema Tierra-Luna	Nuestro planeta
■ La Vía Láctea presenta una estrecha zona de habitabilidad: ahí está localizado nuestro sistema solar. Sistema solar  Núcleo galáctico: Excesiva radiación y muchos agujeros negros Area más externa: carece de los elementos químicos necesarios para formar planetas rocosos y organismos vivos	■ Nuestro Sol tiene la luminosidad adecuada para que la zona donde la radiación UV permite la vida coincida con la estrecha franja donde podría existir agua líquida.  Júpiter nos protege del bombardeo cometario Zona de habitabilidad (posibilidad de agua líquida)	■ Nuestro satélite tiene un tamaño muy grande en relación con la Tierra. Su significativa acción gravitatoria estabiliza la inclinación del eje de rotación de nuestro planeta evitando cambios climáticos bruscos.  23° 3477 km 12757 km	■ Un núcleo desproporcionadamente grande hace que nuestro planeta tenga suficiente masa como para retener la atmósfera. Además, el gran calor interno acumulado es liberado ordenadamente mediante la tectónica de placas.  Núcleo Tectónica de placas continentales (mantiene el balance de CO₂) Campo magnético (nos protege de las radiaciones y estratifica los gases de la atmósfera)
Nosotros  ■ Nuestra civilización tecnológica es el resultado de infinidad de eventos azarosos a lo largo del proceso evolutivo.			

plo, para nuestro sistema solar la ZH va de 0,95 a 1,37 unidades astronómicas (una unidad astronómica es la distancia entre la Tierra y el Sol).

Y si ya de por sí es reducida la ZH solamente tomando en cuenta la posibilidad de que exista agua líquida, la franja de habitabilidad se constriñe aún más cuando se pone en juego otra variable: “También se debe tomar en cuenta la cantidad de radiación ultravioleta, porque si un planeta está muy cerca de una estrella, la irradiación excesiva producirá un efecto dañino sobre las moléculas complejas. Por otro lado, si —como se cree— el origen de la vida requirió de la energía de la radiación UV para formar las primeras moléculas, en un astro demasiado alejado de su estrella no se podría generar vida”, explica el doctor Pablo Mauas, investigador del IAFE. “La región que reciba la cantidad adecuada de radiación ultravioleta no tiene por qué coincidir con la zona de habitabilidad clásica”, añade.

Los lugares del espacio en donde confluyan las condiciones de habitabilidad no serían demasiados.

Por si los lugares para establecer una morada no fueran suficientemente restringidos, recientemente se ha propuesto el concepto de zona de habitabilidad galáctica (ZH_G), que considera qué regiones de las galaxias son aptas para la vida. Así, la ZH_G excluye a las partes hostiles del universo, como los núcleos galácticos (hay demasiada radiación y excesiva cantidad de agujeros negros) y las áreas más externas de las galaxias (carecen de los elementos pesados necesarios para la formación de planetas rocosos y, también, de organismos vivos).

En suma, los lugares del espacio en donde confluyan las condiciones de habitabilidad no serían demasiados. Por suerte, la fortuna puso a la Tierra en el rincón apropiado para fijar domicilio.

La evolución no es inteligente

La evidencia fósil indica que la vida podría haber necesitado menos de 500 millones de años para aparecer. Un tiempo muy exiguo en términos del calendario geológico. Ello sugiere que, en condiciones adecuadas, la génesis espontánea de formas primitivas de organismos vivos es un fenómeno bastante probable. En otras palabras, allí donde existe alguna mínima posibilidad, la vida se abre paso. De hecho, en nuestro planeta se pueden encontrar seres vivientes en zonas tan inhóspitas como el fondo de los océanos, el interior de la Tierra, o —incluso— bajo los hielos polares.

Pero suponer que allí donde se desarrolle vida esta evolucionará hasta crear una especie inteligente es, probablemente, desacertado. Según la opinión de los más respetados biólogos, nuestra especie no es una necesidad de la evolución sino, simplemente, un producto de la casualidad. En su libro *Wonderful Life*, el prestigioso paleontólogo norteamericano

Stephen Jay Gould sugiere que, si la vida en la Tierra comenzara de nuevo un millón de veces, nunca produciría mamíferos y, menos aún, una criatura como el *Homo sapiens*. “El sistema es tan complejo y tan susceptible a pequeños cambios que difícilmente podría ocurrir otra vez lo mismo”, sostiene el doctor Esteban Hasson, profesor del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la FCEyN.

La vida bacteriana podría ser común en el universo, pero la vida compleja —y no digamos la inteligente— sería rara.

Fue una casualidad que hace unos 550 millones de años aparecieran los primeros vertebrados. Y si el azar hubiera frustrado su aparición, hoy la vida en la Tierra no sería menos rica. Estaría representada por miles de especies de insectos, arácnidos, crustáceos y moluscos, entre muchos otros invertebrados. Incluso, si el reino animal no existiera, el abanico de la vida sería todavía amplísimo, gracias a los vegetales. Fue asimismo una gran suerte que de los vertebrados surgieran los mamíferos y, de ellos, los primates; pero, sobre todo, fue una gran casualidad que toda esa sucesión de ramas y ramitas que conforman nuestro árbol genealógico sobreviviera a las sucesivas extinciones. En realidad, la razón por la que estamos aquí es que, hace 65 millones de años, un asteroide impactó contra la Tierra, exterminó a los grandes reptiles, y perdonó a algunos pequeños mamíferos. “Si no se hubieran extinguido los dinosaurios, no hubieran quedado los nichos vacantes que permitieron que prosperen los mamíferos, y quizás nuestra especie no existiría”, ilustra Hasson.

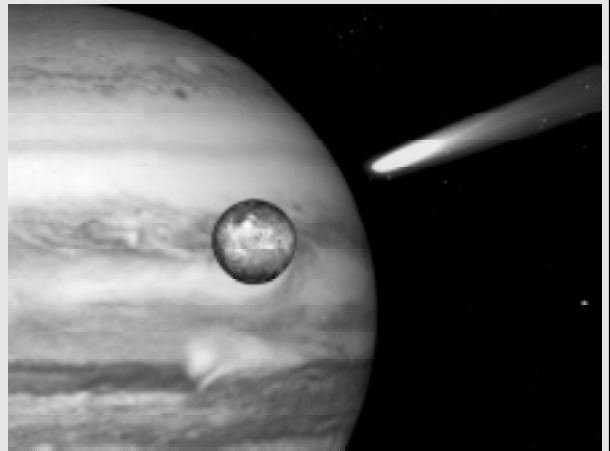
¿Habrá ciudades por ahí?

No parece que, momentos antes de caer el meteorito, los dinosaurios estuvieran a punto de inventar la rueda. Se sabe que hay muchos animales con un notable grado de inteligencia, pero eso no garanti-

COMO SI TODO ESTO FUERA POCO...

Para que la vida pudiera evolucionar en la Tierra debió darse otra serie de condiciones, entre ellas:

■ La presencia de un cuerpo muy masivo exterior: “Por su gran fuerza de gravedad, Júpiter nos protege del bombardeo cometa. Si ese planeta no existiera, la vida en la Tierra habría sido muy difícil”, comenta el doctor Mario Melita.



■ Un astro con el brillo del Sol: La luminosidad de una estrella depende de su masa. Cuanto mayor sea su tamaño, será más azul y emitirá más radiación ultravioleta. Por el contrario, si es más chica, será más roja y emitirá menos radiación UV. “El Sol está en el medio en lo que se

refiere a luminosidad, y eso permite que la zona de habitabilidad para la radiación ultravioleta coincida con la zona de habitabilidad clásica (presencia de agua líquida). La enorme mayoría de las estrellas son más chicas y, por lo tanto, más rojas que el Sol”, explica el doctor Pablo Mauas.

za que puedan llegar a crear una civilización tecnológica. Mientras que en los últimos tres millones de años el cerebro de los homínidos casi se triplicó en tamaño, no ocurrió nada parecido en el resto de los mamíferos. Incluso, es posible que, en los primeros momentos de la evolución, la inteligencia supusiera una desventaja para nuestros antecesores, porque un cerebro mayor implica un parto más difícil y un desarrollo hacia la madurez más lento.

Es que la inteligencia no es una meta de la evolución. La vida evoluciona sólo lo necesario para adaptarse a la competencia con otros seres vivos, o a los cambios ambientales. Fue un accidente geológico en una zona del África lo que produjo el cambio climático que redujo el área selvática y obligó a nuestros ancestros a bajar de los árboles y caminar en dos patas. A partir de entonces, la supervivencia de nuestra especie se sustenta más en la tecnología (herramientas) que en sus facultades físicas. Además, los organismos com-

plejos tienen mucha más probabilidad de extinguirse que los más simples. “Aunque la vida se hubiera originado en otro planeta, no significa que en aquel planeta habría civilizaciones inteligentes”, señala Hasson. En suma, la vida bacteriana podría ser común en el universo, pero la vida compleja —y no digamos la inteligente— sería rara.

El principal argumento de quienes consideran factible la existencia de civilizaciones extraterrestres es la gran cantidad de planetas que —se supone— hay en el universo. Se calcula que, sólo en nuestra galaxia, existirían cientos de miles de millones de estrellas y que, a su vez, el cosmos tendría alrededor de cien mil millones de galaxias. En definitiva, se dice, habría más astros en el universo que granos de arena en todas las playas de la Tierra. Semejante número, se afirma, haría probable que existan algunos planetas en condiciones similares al nuestro. Curiosamente, se sabe, todavía no se han encontrado dos granos de arena idénticos. ■

Querés tener **EXACTA**mente.
Pero Ciudad Universitaria te queda lejos.
¿Entonces?

EXACTAmente **se acerca a vos**

**Ahora podés encontrarla en los kioscos
de revistas de la Ciudad de Buenos Aires y
zona de influencia así como
en los locales de EUDEBA.**

Para más información, escribí a
revista@de.fcen.uba.ar



Paneles solares argentinos para uso espacial

Cuando calienta (ilumina) el Sol

por Guillermo Mattei gmattei@df.uba.ar

fotos: Juan Pablo Vittori

La actitud científica en variados terrenos no estrictamente científicos, tales como los de la alta tecnología, produce hechos notables. La empresa de capitales mixtos INVAP y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales son ejemplos consolidados de tales hechos. En estos últimos años, se sumó a la nómina el Centro Atómico Constituyentes, de la Comisión Nacional de Energía Atómica, trabajando en la vanguardia de la tecnología de paneles solares para uso espacial.



Autopista Buenos Aires - Mar del Plata.

Un auto se detiene en la banquina por un desperfecto mecánico. Su conductor recuerda haber leído en la ruta: “Por asistencia técnica marque *36 en su celular”, pero su teléfono está descargado. Afortunadamente, a un par de kilómetros se divisa la columna amarilla del puesto de auxilio telefónico. El conductor emprende la marcha a pie y, casi al llegar, olvida su percalce por un momento para cuestionarse: “Si los postes de la red eléctrica están a metros del puesto telefónico, entonces ¿por qué se alimenta con energía solar?”.

“Para ciertas demandas de energía, por ejemplo las del sector rural, la energía solar fotovoltaica es menos costosa que el tendido eléctrico convencional”, explica uno de los expertos nacionales en energías renovables, el doctor en Física y graduado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Julio Durán.

Durán, quien dirige el Grupo Energía Solar (GES) en el Centro Atómico Constituyentes (CAC) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), lidera desde hace más de una década un equipo interdisciplinario de científicos y tecnólogos con un altísimo nivel de competencia internacional en la frontera de los desarrollos, nada menos que los de la industria aeroespacial.

El Grupo Energía Solar

A mediados de la década del 70, la imprevista generalizada de los grandes *proyectos nacionales* también se dejaba traslucir en la CNEA. Uno de sus departamentos, que enarbolaba optimista la denominación de “Prospectiva y Estudios Especiales”, apoyaba a dos expertos en física nuclear, Jaime Moragues y Walter Scheuer, en la creación del GES. Toda una audacia. Dado que esa prospectiva apuntaba a un futuro con mucha actividad industrial, el GES comenzó abordando la problemática de convertir la energía solar en energía térmica (conversión fototérmica) para usos industriales. Pero las décadas siguientes se encargaron de redireccionar trágicamente el futuro de la industria argentina.

Sin embargo, a principios del nuevo siglo, el GES retoma —de la mano de su actual director, Julio Durán— ese viejo espíritu de ubicarse en la vanguardia tecnológica. “Entré al grupo a mediados de los 70 para trabajar en temas de semiconductores y a mediados de los 90 ya estaba orientado en la investigación y desarrollo de celdas solares”, recuerda Durán (ver recuadro *Celdas y paneles*).

Hoy el GES está formado por cinco investigadores de experiencia, varios tesisistas doctorales y numerosos estudiantes de grado; todos ellos en interacción

ÁREA LIMPIA



El diseño original para abrir el concurso de precios fue de un ingeniero de la CNEA. La empresa ganadora del concurso completó el diseño. A principios de 2003 se terminó de instalar. Ocupa una superficie de alrededor de doscientos metros cuadrados. Contiene menos de 10.000 partículas de diámetro mayor a medio micrón por pie cúbico. Cuenta con tres etapas diferentes de filtrado de aire y presurización que impide el ingreso de partículas indeseables. Su temperatura y humedad se mantienen controladas. Los italianos lo llaman “laboratorio blanco” y los norteamericanos “área limpia”. A metros de la Avenida Constituyentes y General Paz, en el edificio TANDAR del Centro Atómico Constituyentes se encuentra ubicado el laboratorio del GES montado específicamente para la integración de paneles solares para usos espaciales.

con diferentes áreas de la CNEA que involucran a casi veinte personas más entre físicos, ingenieros, matemáticos, computadores, químicos y técnicos. Los objetivos actuales del GES son “el desarrollo en el país de las herramientas de diseño, técnicas de fabricación, caracterización y ensayo de módulos fotovoltaicos para usos espaciales, a fin de proveer los paneles solares de futuras misiones satelitales argentinas”. Sencillamente, una de las crestas de la ola tecnológica.

Los satélites argentinos

La primera cooperación entre la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y la CNEA se produce en 1995 con el objetivo de ensayar celdas solares fabricadas por el GES para el satélite experimental SAC A, puesto en órbita en 1999. “Si bien los paneles solares de alimentación de energía del satélite eran de origen italiano, nosotros pusimos dos paneles solares chicos que cumplían la función de ‘sensores gruesos’, o sea, los re-

ceptores de información —en este caso, en forma de radiación electromagnética solar— que demandaba el ‘sistema de control de altitud’ o de reposicionamiento angular respecto al Sol”, explica Durán.

Luego la CONAE puso en órbita el SAC C. Pese a que la participación del GES en este proyecto implicaba menos trabajo experimental y más control de los proveedores externos, la experiencia adquirida fue decisiva. Durán recuerda que su tarea principal en 1999 fue la de instalarse en la planta italiana y seguir paso a paso el cronograma de fabricación de los paneles. “En poco tiempo, el trabajo que los italianos hicieron para el SAC A y el C nosotros lo tendremos que hacer para el SAOCOM y el SAC D”, es la síntesis que encuentra Durán para describir el objetivo del último convenio CONAE-CNEA firmado en el 2001 y renovado en el 2004.

La serie de satélites SAOCOM serán los de mayor tamaño y capacidad construidos en esta parte del mundo para el monitoreo y la prevención de catástrofes.

La CONAE se asoció, para este proyecto, con la Agencia Espacial Italiana (ASI) para fabricar en conjunto los SAOCOM 1-A y 1-B y cuatro satélites italianos, en el marco del Sistema Italo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE).

Por su parte, en cooperación con la NASA de Estados Unidos, el satélite SAC-D de la CONAE llevará el instrumento norteamericano *Aquarius* con el cual se medirá, por primera vez, la salinidad del mar. Entre otros instrumentos del SAC-D, que desarrollará INVAP de Argentina, sobresale la cámara en el infrarrojo térmico que detectará focos de alta temperatura en la superficie terrestre, para obtener mapas de riesgo de incendios en nuestro país, y que medirá la humedad del suelo, para dar alertas tempranas de inundaciones.

Para ambos proyectos, la CONAE prefirió la tecnología solar provista por el CAC.

Ahora, tecnología argentina

La llamada “integración de paneles” es una de las tareas centrales que desarrolla



el grupo multidisciplinario del CAC. A partir de ciertos insumos básicos, el equipo que coordina Durán procede —en su laboratorio de integración (ver recuadro *Area limpia*)— con una sucesión de pasos, en gran medida artesanales, que finalizarán en los paneles solares que portarán los satélites. Las etapas en cuestión consisten en inspeccionar visualmente las celdas solares adquiridas en Estados Unidos, soldar interconectores a las celdas, pegar vidrios, medir las propiedades eléctricas, clasificar las celdas, formar cadenas de celdas en serie, cablear eléctricamente el panel, pegar las cadenas de celdas al sustrato e interconectar al cableado y finalmente proceder con los ensayos eléctricos.

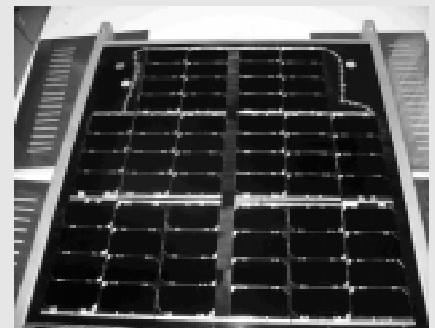
“El elevado requerimiento de potencia en relación con el área disponible para las funciones espaciales de los satélites involucrados en estos proyectos requirió que la tecnología de las celdas solares no se basara esta vez en el silicio, tal como típicamente desarrollábamos en el GES, sino en las llamadas celdas *de triple juntura*, de mayor calidad y fabricadas en unos pocos lugares en el mundo”, reseña Durán.

Los interconectores, fabricados por el CAC, se caracterizan por tener pliegues capaces de soportar mecánicamente las fluctuaciones de más de cien grados entre la luz y la sombra espaciales. Los vidrios, de origen inglés, son especialmente aptos para el espacio exterior y los sustratos, de fibra de carbono, tienen forma de panal de abeja para minimizar el peso.

Dados los insumos, sólo resta soldar y pegar. Suena sencillo, pero en verdad se trata de procesos de altísima complejidad y precisión. Por ejemplo, “hay que pegar, sin burbujas de aire, un vidrio de 100

Las celdas solares son integrantes de la familia de los dispositivos semiconductores usados en microelectrónica. Su configuración, por ejemplo, puede consistir en una delgada lámina de silicio especialmente tratada para generar un campo eléctrico, positivo en un lado y negativo en el otro. Cuando los fotones solares llegan hasta la celda, arrancan electrones de los átomos de silicio y, con conductores eléctricos ubicados tanto del lado positivo como del negativo de lámina de silicio, es posible cerrar un circuito eléctrico al conectar el dispositivo al que se le transferirá la energía.

Una sucesión de varias celdas solares conectadas eléctricamente entre sí y montadas en una estructura de apoyo o sustrato, forman un panel. La corriente continua



producida depende directamente de cuánta luz llega hasta el panel. En general, cuanto más grande es la superficie, mayor es la corriente; pero el voltaje es independiente del tamaño de la celda. Los paneles pueden conectarse tanto en serie como en paralelo para producir las cantidades de voltaje y corriente que requiera el dispositivo.

micrones (o millonésimas de metro) de espesor sobre celdas de 150 micrones”, grafica Durán. Las burbujas, que encerrarían aire a presión atmosférica, transportadas al espacio exterior constituirían un seguro problema.

En este grado de sofisticación tecnológica, los ensayos en todos los niveles de la integración son esenciales. A través de un conjunto de ensayos de tracción, vibraciones, variaciones amplias de temperatura, vacío y radiaciones pasan tanto los componentes soldados como los pegados. Parte del equipamiento para realizar los ensayos está diseñado y construido en el GES, tales como la cámara de vacío termostatzada por resistencias calefac-

toras y serpentines de nitrógeno líquido y los simuladores de luz solar espacial. Los físicos nucleares de la CNEA, a su vez, contribuyen con el bombardeo de protones sobre las celdas para caracterizar el llamado “daño por radiación”. Todas estas pruebas se integran en un dispositivo de simulación del ambiente espacial de manera controlada que permite estudiar la combinación de todos los efectos. Finalmente, los ensayos de vibraciones, que demandan —por ejemplo— contemplar las brutales condiciones de un lanzamiento, se hacen en INVAP.

La fabricación de los paneles definitivos contempla una etapa previa que consiste en construir “el panel de ingeniería”



Julio Durán dirige el Grupo Energía Solar de la CNEA desde hace diez años.

SOLAR Y DESPUÉS

"Nuestra tarea en el GES está más cerca de la tecnología que de la física de punta", confiesa Durán, pero agrega que es muy común encontrar físicos básicos en desarrollos tecnológicos innovadores debido a la gran apertura mental que conlleva una formación científica. Los físicos no solo pueden hacer la ciencia de frontera que contesta las grandes preguntas, sino también desarrollar la tecnología de punta que puede modificar la vida cotidiana.

El GES, además de vincularse con empresas, organismos e instituciones de todo tipo, tiene una acabada noción de la importancia de divulgar el conocimiento. "La energía solar fotovoltaica tiene buena prensa en la sociedad, en tanto energía de fuente renovable, pero de algún modo la opinión pública ha sobrestimado ingenuamente su rol a corto plazo ante el futuro agotamiento de las fuentes no renovables", explica Durán.

Un costado poco popularizado del tema energético es aquel por el cual todas las fuentes son necesariamente contaminantes. Un análisis global que vaya desde la fabricación de los dispositivos, pase por su operación y finalice con la obsolescencia

de los mismos no exime a ninguna fuente energética de su impacto sobre el entorno. En este sentido, la prospectiva más inteligente es lograr una combinación en el uso de todas las fuentes disponibles según su adaptación a cada contexto local, minimizando contaminación y residuos y optimizando la interconexión. "Actualmente, cerca de 2000 millones de personas en el planeta carecen de energía eléctrica de redes convencionales. En un porcentaje importante de los casos, la energía solar fotovoltaica es la alternativa menos costosa y más factible para proveerla", apunta Durán. Por ejemplo, a través del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), están en ejecución proyectos de electrificación rural en Jujuy, Salta, Chubut, Chaco, Santiago del Estero, Tucumán y próximamente Río Negro y Neuquén. En este esquema subsidiado por los estados provinciales, los usuarios marginados de la red convencional sólo pagan el servicio mientras que los equipos fotovoltaicos son propiedad de los concesionarios. La ecuación red eléctrica no factible, rol del Estado y energía solar se resuelve naturalmente en estos casos.

o "de calificación" que es una versión en tamaño real pero no con todas las celdas sino sólo con aquellas ubicadas en lugares claves según la exigencia a la que se someterá la estructura completa. El ensayo de este tipo de paneles se realizará en Brasil, cuya Agencia Espacial cuenta con equipos compatibles con tales escalas.

Pese a su rol en la industria aeroespacial argentina e internacional, el GES también aborda las aplicaciones terrestres de la energía solar. Uno de los integrantes del GES es miembro del comité de normas IRAM en el área fotovoltaica de usos no espaciales. "Esto es de suma importancia no sólo para acreditar la calidad de toda industria innovadora, sino también para alcanzar autosuficiencia en la evaluación de la calidad de productos con alto valor agregado adquiridos en el exterior; principalmente, por parte del sector público", dice Durán, y agrega: "contar con un Laboratorio Nacional de Certificaciones sería una gran ventaja para el país". Lejos de las prospectivas de los 70 en materia de autosuficiencia tecnológica, especular alrededor de este tipo de ventajas en medio de los beneficios que la devaluación proveería gracias al turismo o al cultivo de soja, es un tibio rayo de sol en una primavera incipiente. ■

Experiencia en Villa 31 de Retiro

Las ratas a raya

por Cecilia Draghi

cdraghi@bl.fcen.uba.ar

Los roedores son un problema sanitario grave en casi todas las ciudades del planeta, y Buenos Aires no está exenta. Estos animales, involucrados en la transmisión de una larga lista de males, como la leptospirosis, la fiebre hemorrágica o el hantavirus, fueron sometidos a control sanitario en un proyecto que agrupó al gobierno porteño y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Tras un año de trabajo, los resultados fueron muy buenos. Pero una vez terminado el proyecto, y con el control sanitario discontinuado, todo comenzó a volver para atrás.

“De las enfermedades transmisibles por roedores, en la ciudad de Buenos Aires se detectan casos de leptospirosis; en tanto que en el segundo cinturón del Conurbano, además se agregan los hantavirus, en especial en la zona sur”, describe el médico Alfredo Seijo, jefe de Zoonosis del Hospital Muñiz. Este centro de referencia de dolencias infecciosas de todo el país muestra en sus últimas estadísticas que, en los primeros ocho meses de 2003, la mitad de los 14 casos de leptospirosis fueron adquiridos en el área metropolitana.

“Esta enfermedad se mide en virtud de la amenaza que significa para la comunidad. Existen dolencias infecciosas en las que la aparición de un solo caso es ya muy preocupante para la salud pública, como la psitacosis, rabia, poliomielitis”, enfatiza. Un nuevo dato complicó más el panorama. “Hasta el año 2000, la leptospirosis era un problema ligado a formas gripales o de hepatitis, pero luego detectamos en Capital y Gran Buenos Aires una forma clínica no descripta para la región, que es la hemorragia pulmonar, con una letalidad muy importante, y para la cual, una vez que se han desarrollado los síntomas cardiorespiratorios, hoy por hoy, no existe un tratamiento específico”, agregó.

Mantener a raya a algunos de los responsables de la transmisión de estas do-



lencias, como los roedores, permitiría prevenir males mayores. Desde la Ciudad Universitaria, un equipo de científicos estudia de cerca estos pequeños animales que resultan, sin embargo, verdaderos gigantes a la hora de ser combatidos. “Prolíficos por naturaleza, las ratas y ratones no son fáciles de controlar; pero cuantas más medidas de higiene se adopten y conocimientos sanitarios existan, habrá mayores probabilidades de éxito”, dice la bióloga María Busch, del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Un proyecto implementado en octu-

bre de 2003 le da la razón. “Disminuyó un 70 por ciento la abundancia de roedores luego de un programa de un año realizado en el barrio YPF de la Villa 31, en Retiro, basado en el ordenamiento urbano, la educación sanitaria, y en el uso de raticidas sólo para casos de alta densidad”, define Olga Suárez, quien participa del Programa de Vigilancia Epidemiológica, Prevención y Control de Roedores en la Ciudad de Buenos Aires, fruto de un convenio entre la Facultad y el gobierno porteño. Uno de los objetivos es evaluar la abundancia de ratas en la metrópoli, y en qué porcentaje portan enfermedades contagiosas. “Estamos analizando distintos parques, la cos-

Transmisores de diferentes males

“Los roedores son fuente de enfermedades infecciosas para el ser humano a través de diversos mecanismos: actúan como reservorios de infecciones transmitidas por mosquitos, garrapatas, pulgas (leishmaniasis, peste, tífus), a través de la contaminación del agua o el suelo (leptospirosis) o como transmisores de las enfermedades por inhalación de las excretas o fluidos orgánicos contaminados y aerosolizados, por contacto directo con los roedores, con sus tejidos, excretas o fluidos infectados o por la mordedura de estos

animales (fiebre hemorrágica argentina, hantavirus, fiebre por mordedura de rata)”, detalla la doctora María Beatriz Lasala, jefa de Infectología del Hospital de Clínicas de la Universidad de Buenos Aires.

La higiene y control permanente es la mejor prevención para estas enfermedades dado que “en la mayoría de estas patologías no existen vacunas que puedan prevenirlas ni sueros que permitan tratarlas”, subraya.

Pero para la fiebre hemorrágica, sí hay vacunas. Tal es el caso de Candid 1. “Pre-

senta una eficacia del 95.5% y con una respuesta inmune persistente, por lo menos, a ocho años, en el 85% de los vacunados. Merece señalarse que existe un protocolo de investigación aprobado, con el financiamiento del Ministerio de Salud, dentro del cual se inició, a partir del 5 de agosto de 2005, la administración de la vacuna en voluntarios, en un estudio clínico comparativo de fase III, en el Instituto Nacional de Enfermedades Virales Humanas Dr. Julio Isidro Maiztegui, de Pergamino”, indica.

Negras, pardas y el ratón Mickey

Originarias de Asia, probablemente desembarcaron en Buenos Aires hacia el 1500 en barcos provenientes de Europa. De las más de 3.000 especies de roedores, existen pocos que fueron capaces de tener verdadero éxito en su adaptación a la vida cercana al hombre, como la rata parda –*Rattus norvegicus*–, la rata negra –*Rattus rattus*– y el ratón doméstico, *Mus musculus*, que Walt Disney popularizó como Mickey.

Todos estos, que lograron convivir, se



convirtieron en importantes plagas. Controlarlos es una misión difícil. “Existen pocos ejemplos de ciudades en que los programas hayan resultado exitosos”, dice la bióloga María Soledad Fernández, quien trabajó en la Villa 31 de Retiro.

side en la limpieza. “Un estudio que comparó granjas avícolas que usaban raticidas con otras que no lo hacían, no arrojó diferencias significativas. El parámetro que marcaba cambios era el ordenamiento ambiental. Si el pasto estaba cortado, con higiene y sin desperdicios desparramados, los resultados mostraban menor número de lauchas y ratas”, indica la investigadora, que trabaja en temas relativos a la ecología y control de roedores en zonas rurales y peridomiciliarias en el marco de un convenio científico y técnico con autoridades del partido de Exaltación de la Cruz, provincia de Buenos Aires.

tanera y diversos barrios de la ciudad para hacer un mapa de situación”, agrega.

Con veneno, no basta

“Si no está acompañado de higiene y ordenamiento ambiental, el veneno mata a gran parte, pero no basta, porque los pocos ejemplares que sobreviven tendrán más recursos disponibles por no tener que compartirlos. Al poco tiempo se puede disparar un nuevo pico de crecimiento poblacional”, definen las investigadoras.

Además, las ratas no son fáciles de controlar porque detectan el tóxico y pasan

esa información al resto. “Se denomina el síndrome del compañero enfermo. Un ejemplar prueba un alimento sospechoso y el resto no lo consume de inmediato hasta observar sus consecuencias. Si el primero se enfermó, evitan ingerirlo”, coinciden en describir. Esta característica obligó a desarrollar artilugios más eficientes como los “anticoagulantes de última generación, que retardan 72 horas el malestar, de modo que el roedor no lo asocie con lo último que comió”, señalan.

Pero aún con los más avanzados productos químicos, la clave, para Busch, re-

Experiencia en Retiro

En tanto, en la población de la Villa 31 se insistió durante un año con la campaña de educación sanitaria: charlas en comedores, iglesias, visitas a vecinos. En primer lugar, el equipo de trabajo estudió el cuadro de situación estableciendo la abundancia y las especies de roedores, su distribución y qué enfermedades portaban, tras lo cual se detectó cerca de un 45 por ciento de ejemplares con anticuerpos para *Leptospira*. Tras cumplir el primer paso de evaluar el riesgo



Contar ratas

Las crónicas periodísticas dan cuenta de ocho a diez roedores por habitante, pero para las especialistas de la Facultad consultadas “estas afirmaciones no tienen ningún sostén científico”. Consultada la doctora María Busch sobre cómo se calcula el número de roedores en un área determinada, indicó: “Hay muchos métodos. Uno es el de captura, marcado y recaptura. Se capturan individuos mediante trampas, generalmente con un cebo, se los marca y libera. Al cabo de un cierto tiempo (los individuos liberados deben mezclarse con el resto) se vuelve a capturar y se ve cuantos marcados hay en la segunda muestra. A esto se aplica una fórmula que permite obtener la densidad, es decir el número de animales según el área de estudio.

¿Otra forma de estimar la cantidad de roedores? Cuando no se quiere devolver animales al área de estudio, se estima cuántos hay en base al decrecimiento del ritmo de captura. Se grafica captura por unidad de esfuerzo (o captura diaria) versus captura acumulada. Como en el otro caso, se debe estimar el área de influencia de las trampas para poder calcular la densidad.

Muchas veces se usan estimadores relativos: número de individuos/esfuerzo de captura. No da una medida de cuántos individuos hay, pero sirven para comparar entre tiempos o sitios. También se usan indicadores indirectos: huellas, uso de cebaderos, etc. Son medidas de abundancia, que indican si hay más o menos. No precisan un número de individuos.

Hay índices de abundancia a partir de los cuales una población puede causar daño, por ejemplo, a un cultivo. Se hace una relación entre una variable que estima el daño y la abundancia de roedores. Es distinto si los animales transmiten enfermedades. Aquí depende del ciclo de infección en el roedor, de su abundancia y de la probabilidad de contacto con el hombre.

Mordeduras



Antes de iniciar la experiencia en Retiro, según el trabajo de María Soledad Fernández, diversos vecinos acudieron al centro asistencial que atiende la Villa 31, porque habían sido mordidos por ratas. “La mordedura de rata, que puede producir fiebre, requiere tratamiento”, indica el doctor Alfredo Seijo, al tiempo que aclara: “Hemos tenido casos de mordeduras en barrios residenciales y de clase media y alta. No es sólo un problema en los sectores marginados”.

sanitario, se aplicó raticida en puntos estratégicos y se realizaron tareas de ordenamiento ambiental. Es que agua estancada, basura diseminada, yuyos altos, conforman el escenario soñado de cualquier roedor. La idea consiste en quitarle cada uno de estos decorados.

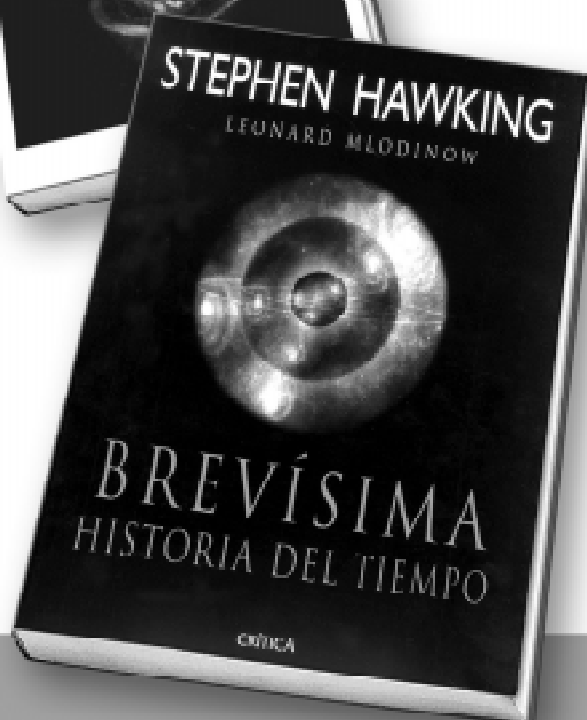
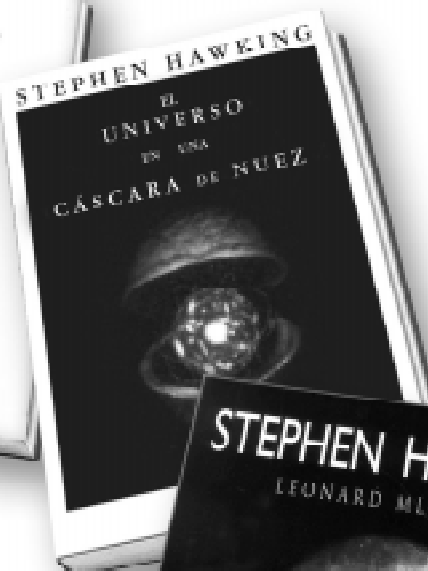
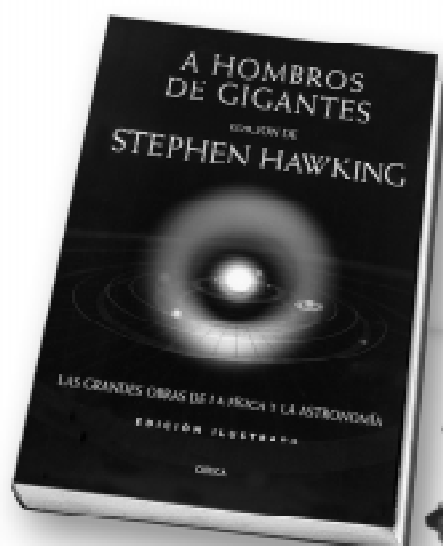
“Se sugirió al Gobierno de la Ciudad drenar el bajo inundado con abundantes cuevas de roedores que se había formado debajo de la Autopista Illia. Además, se realizaron obras de saneamiento, limpieza y nivelación. Con esas tareas, más educación y control se logró bajar un 70 por ciento la actividad de los roedores”, indica el trabajo.

Si bien los resultados muestran cómo es posible reducir la presencia de estos

animales, también se observó que no se les puede perder pisada. Varios meses después de haber concluido el Programa, los investigadores volvieron a la villa de Retiro y observaron –a su pesar– que había aumentado la población de roedores.

“Si no se mantienen en el tiempo las medidas de control, si se relajan las precauciones, y la higiene se descuida, los roedores vuelven”, coinciden las investigadoras. En este sentido, el doctor Seijo señala: “El control requiere una política sostenida y a largo plazo. Además de contar con presupuesto y voluntad política, se deben cambiar algunos hábitos de la gente, como evitar la acumulación de basura”. ■

Stephen Hawking *está en* **Crítica**



El físico más importante
del último siglo presenta
su obra definitiva:
**BREVÍSIMA HISTORIA
DEL TIEMPO**

Crítica

Independencia 1668 - Tel: 4382 4045 -
www.ed-critica.es - elopresti@eplaneta.com.ar

Juan Carlos Pugliese

Un radical **en tiempos transversales**

por Armando Doria

mando@de.fcen.uba.ar

Fotos: Juan Pablo Vittori

De fuerte extracción radical (hijo de uno de los referentes más importantes de la UCR, y del que lleva su mismo nombre), Juan Carlos Pugliese fue convocado por el gobierno de Eduardo Duhalde y, seguidamente, por el de Néstor Kirchner para ocupar la Secretaría de Políticas Universitarias en el Ministerio comandado por Daniel Filmus. Su vinculación con la universidad no fue repentina: ya a los 35 años –con el regreso de la democracia– fue rector normalizador de la Universidad del Centro, y también ocupó ese puesto de manera electiva. Más tarde, integró y presidió la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, además de mantener actividad docente en varias universidades. En su despacho cuelga el retrato de su padre y ninguna foto de Perón ni de Evita, pero parecen tiempos de transversalidad, y Pugliese considera que, en educación, este gobierno lleva el ideario radical.



-Usted es de origen radical, pero eso no le impidió participar en el gobierno de Eduardo Duhalde y ahora formar parte del de Kirchner.

-Yo siempre fui radical y sigo siéndolo... Llegué a participar del gobierno de Duhalde de una manera muy curiosa. En enero de 2002 yo estaba en mi casa de Tandil, siguiendo por televisión las circunstancias tan particulares que vivía el país, y recibí un llamado donde me convocan a ocupar la Secretaría de Políticas Universitarias. Yo no había hecho ninguna gestión para ese cargo ni para ningún otro, por lo que no lo esperaba en absoluto. Por curiosidad, hice una consulta para saber si esto venía del lado del radicalismo y me dijeron que no era así, que el radicalismo había propuesto a otra persona.

-¿No dudó en aceptar?

-No, no, acepté; me pareció que debía aceptar: eran muchos los rectores que respaldaban mi cargo, y eso fue importante.

-Después vino el cambio de gobierno...

Cuando terminó el mandato de Duhalde, entregué mi informe y me fui a mi casa. Después de una semana de asumir Kirchner, me llamó el ministro Filmus para proponerme seguir en el cargo. Y me sentí muy honrado. Yo creo que más que nada se tuvo en cuenta mi actuación universitaria, sobre todo en la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria.

-Digamos que su convocatoria se debe a la transversalidad kirchnerista.

-La pura verdad es que en este gobierno no he tenido ni siquiera una insinuación acerca de mi afiliación partidaria. Lo que se privilegia es la gestión y las cuestiones políticas, que tienen su valor importante, no interfieren en la gestión.

Pero hay algo más: yo coincidí totalmente con las líneas planteadas en política educativa en general, y universitaria en particular, y no tengo dudas de que esas líneas forman parte del núcleo duro del ideario radical que no fue llevado a cabo en los gobiernos radicales; o en el último, por lo menos.

-La relación de los distintos actores de la vida académica con el Ministerio de Educación es bastante distinta a la que se dio en los gobiernos anteriores. Parece haber un diálogo más fluido y reclamos más concretos, alejados del consignismo. Pero el pedido de mayor presupuesto sigue vigente, continuándose de un gobierno a otro.

-Yo diría que acá hay varios planos. La crónica diaria indica que el



reclamo de las universidades es presupuestario y que la relación entre la universidad y el gobierno está monopolizada por el tema del presupuesto. Y esto sucede porque es cierto que las universidades necesitan más recursos y hay un retraso histórico en el presupuesto, a lo que el actual gobierno ha dado respuestas importantes y seguirá dándolas.

-¿Y cuál sería el otro plano?

-Es el de las realizaciones de las universidades, de otra serie de diálogos que no se quedan en lo presupuestario. Hay una intensísima acción que no se nota, que no forma parte de la crónica diaria y que apunta a cuestiones muy críticas del diagnóstico educativo, como la articulación con la escuela media, la formación docente —la universidad tiene el 50 por ciento de la responsabilidad en la formación docente—, las cuestiones que hacen al acceso y permanencia de los jóvenes en el sistema educativo, la necesidad de que la universidad realice aportes que le den valor agregado a nuestros productos para pasar de un modelo de crecimiento a uno de desarrollo...

-Para eso es necesario incentivar la investigación.

-El crecimiento de la investigación también es una meta prioritaria para este gobierno: mejorar la investigación y articularla con las necesidades del país. De hecho, se han dado incentivos fiscales o regímenes promocionales a distintas áreas que se consideran prioritarias, como la biotecnología, la nanotecnología, la infor-



mática, y en esta línea también están renovándose las universidades grandes, que concentran el 80 por ciento de la investigación del país, y que muchas de ellas intentan ponerse a andar después de la parálisis que sufrieron en los noventa.

Todavía no hemos saldado la cuenta del siglo XIX, porque la ley 1.420 se proponía terminar con el analfabetismo, y ahora, proporcionalmente, hay más analfabetos que antes.

-¿Y qué función les queda a las universidades más chicas, a las más recientes?

Las universidades grandes concentran los mejores recursos humanos y la mejor investigación, sobre todo, en ciencias básicas. Pero en las universidades creadas en los 60 se han desarrollado áreas de investigación muy importantes, vinculadas en particular a cuestiones de economía regional. Han tenido el problema de la crisis de las economías regionales pero han concentrado recursos. Yo diría que, en materia de equipamiento y presupuesto, no son muy distintas a las universidades centrales. Y también producen con buenos resultados. Hay nichos de excelencia en San Juan, el Litoral, en la del Sur, del Centro, Río Cuarto, Cuyo.

-La crisis regional, y la global de nuestro país, han arrastrado a las universidades. ¿De qué manera podría la academia ser puntal de la superación de la crisis económica y social?

-El ministro Filmus siempre sostiene que la educación es la estrategia del desarrollo de un país, y uno de nuestros principales proyectos, que es la ley de Financiamiento Educativo, innova con relación a metas anteriores que se ha fijado la Argentina,

como por ejemplo la ley Federal de Educación, para pasar a una mayor inversión en educación pero con metas concretas, que tengan en cuenta la realidad social del país. Y esto lleva a que hayamos conseguido cambiar la agenda de la universidad.

-Ya no se debate más acerca de arancelamiento...

-Ni de arancelamiento, ni de restricciones al ingreso, porque creemos que la Argentina necesita mucha más cantidad de estudiantes y de graduados universitarios. Nuestro país tiene la misma cantidad de graduados universitarios que de analfabetos, lo que quiere decir que no hemos saldado la cuenta del siglo XIX, porque la ley 1.420 se proponía terminar con el analfabetismo, y ahora, proporcionalmente, hay más analfabetos que antes.

-Pero con sólo tener más ingresantes no se resuelve el problema de la necesidad de investigación y ni el impulso de las carreras que generan desarrollo.

-El tema de la matrícula es muy complicado. Yo creo que no se puede medir la investigación en la Argentina sin hacer referencia a La noche de los bastones largos, que fue un hito del que todavía no hemos podido recuperarnos; y a otro hito más, que fueron los años 90, donde las universidades desarrollaron dos acciones exactamente contradictorias: una de resistencia al marco que se les imponía, y otra de adaptabilidad. Frente al marco político, al modelo de país, me parece que la universidad cumplió un rol muy importante. Pero, a la vez, se adaptó a aquella realidad: la matrícula universitaria creció muchísimo en los 90 pero se concentró en cinco carreras fuertemente profesionalistas, definiendo un modelo de país que quería una universidad de tipo enseñadero, emisora de títulos y sin compromiso con lo nacional, con la producción e incluso desvinculada del sistema educativo.

-¿Es posible retornar a un modelo donde prime el saber y el compromiso con el resto de la sociedad?

-Es muy difícil propiciar el cambio desde afuera, porque las universidades son autónomas. Por ejemplo, la estructura de cargos docentes en las universidades ha avanzado hacia las dedicaciones menores dejando de lado las exclusivas, que conformaban el modelo anterior a la Noche de los bastones largos.

-Entonces, hay que resignarse...

-No, el cambio en una estructura tan compleja como la universidad es difícil, pero nosotros estamos apuntando a que haya una redefinición de los objetivos institucionales que tiene la universidad nacional, y que cada universidad lo deberá definir por sí misma. Creemos que no hay un modelo único, y que tampoco es deseable que lo haya. Puede haber distintos modelos de acuerdo a las tradiciones, las localizaciones.



-¿Y cuáles serían los objetivos en común dentro de la diversidad?

-Todas deben tener objetivos institucionales que conjuguen la autonomía con la responsabilidad social. Estamos en un país marcadamente desigual, donde la universidad tiene que cumplir un rol para volver a recuperar el tramado social y generar nortes, horizontes que logren mejorar la calidad de vida de los argentinos. Nuestro país fue sacudido por una crisis extraordinaria... La universidad debe replantear el cumplimiento de su misión de acuerdo a una nueva realidad, y nosotros estamos pidiendo que se reflexione sobre eso.

-¿Usted percibe esa reflexión por parte de las universidades?

-No. Digamos que no de todas, y está a la vista... Pero no me voy a meter en el tema de la gestión política universitaria.

-¿La idea es que la universidad vuelva a ser un factor de movilidad social?

-Por supuesto, que vuelva a ser lo que hoy ya no es. Si miramos el dato de los egresados de la UBA de los últimos años, vemos que la mayoría de ellos corresponde a hogares de formación terciaria y universitaria. Por eso, insisto, nosotros no sólo no hablamos de aranceles, sino que somos plenamente conscientes de que no alcanza con la gratuidad, porque la gratuidad es insuficiente para garantizar la igualdad de oportunidades, por eso estamos incorporando un mayor número

de becas y esas becas se asignan a través de un sistema transparente en el que participan las universidades.

La universidad debe replantear el cumplimiento de su misión de acuerdo a una nueva realidad, y nosotros estamos pidiendo que se reflexione sobre eso.

-¿Se reflejan en la distribución de las becas los objetivos centrales del Ministerio?

-La distribución de becas no es la deseable, por eso estamos cambiando el programa nacional de becas, que viene del año 96. Y es un programa que no tiene una prioridad geográfica, por universidad ni por disciplina, solo tiene en cuenta la necesidad económica y el rendimiento académico.

-Por ejemplo, en la UBA, las carreras superpobladas suelen tener más becas disponibles que, por ejemplo, las de Ingeniería o las de Exactas.

-Podría decir que esa situación se repite en todas las universidades, y la distribución desigual de becas depende del poder político que tenga cada grupo disciplinario dentro de cada universidad, por eso es importante que la universidad defina objetivos institucionales. ■

Actividad sísmica en el Río de la Plata

Buenos Aires *tiembla*

por Andrés Folguera*, Víctor A. Ramos* y José Mendiá**

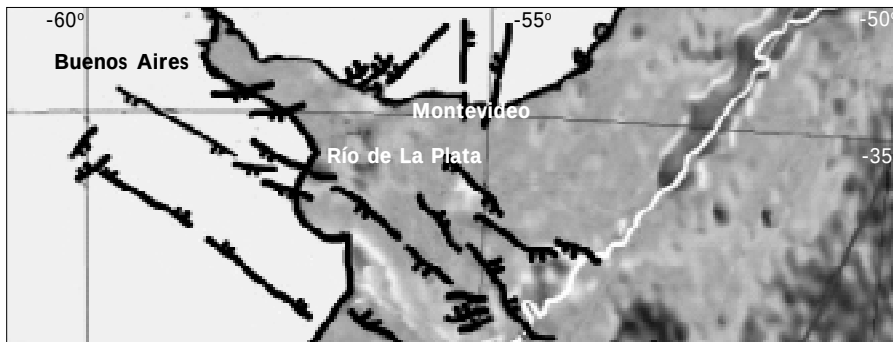
¿Quién diría que Buenos Aires está expuesta a terremotos? Lejos de la cordillera, en medio de una prolongada planicie, sólo parece tener que tolerar los leves coletazos que le dejan, muy de vez en cuando, los movimientos sísmicos de la región cuyana. Pero atención, porteños: el 4 de junio de 1888, un terremoto hizo temblar la ciudad, y el movimiento se originó en el mismísimo Río de la Plata. Un precedente como para mirar el suelo con respeto.



Durante la madrugada del 4 de junio de 1888, los porteños se arrojaron a la Plaza de la Victoria (hoy Plaza de Mayo) atemorizados por un sismo que destruyó miles de ventanas a lo largo de la ciudad. Quienes tenían familiares en la zona de Cuyo acudieron presurosos a las comisarías con el fin de obtener noticias, a través del telégrafo, sobre la suerte de sus seres queridos. El saber popular desvinculaba este tipo de fenómenos del área rioplatense, y sólo podía adjudicarlos al área de la precordillera de San Juan y Mendoza. Sin embargo, sorprendentemente, las provincias de Cuyo no habían sido sacudidas por un fenómeno equivalente al que se sintió en la costa de nuestro río.

El diario La Prensa, en sus ediciones del 5, 6 y 7 de junio de ese año, reconstruye minuciosamente el misterio planteado. Los despachos telegráficos de los momentos de arribo del primer temblor, recopilados en ambas costas del Río de la Plata, mostraron que el movimiento se sintió desde el Sudoeste hacia el Noreste en la costa uruguaya, mientras fue de Este a Oeste en la Argentina. El diario especulaba entonces que el origen del temblor se encontraba fuera del área cordillerana y dentro del área de influencia rioplatense.

Un dato adicional ilustraba de manera sorprendente lo acontecido aquella noche: el barco Saturno, que se encontraba en las aguas del río, tocó fondo repentinamente



Línea blanca: borde de la plataforma argentina
 Líneas negras: fracturas
 Muecas: bloque que descendió

Fuente: *Revised Tectonic Implications for the Magnetic Anomalies of the Western Weddell Sea*. Ghidelle, M., Yóñez, G. y La Brecque, J. 2002. Vol. 347 (1-3) PP 65-86.

al tiempo que se desarrollaba el sismo en las costas rioplatenses. Al haber encallado, el Capitán soltó el ancla para medir la profundidad del banco que había obstaculizado la nave; sin embargo, el fondo del río se encontraba ya muy por debajo de la quilla. A través de esta descripción se podía inferir el desarrollo de una ola en el mismo momento en el que había ocurrido el terremoto. Esa ola había elevado y luego succionado al Saturno contra el lecho del Río de la Plata. Este tipo de fenómeno recibe el nombre de maremoto y es uno de los resultados más temidos que puede tener un sismo desarrollado costa afuera.

Las arrugas del planeta

¿Qué es un terremoto? El evento consiste en una serie de vibraciones producidas por movimientos de rocas en los cientos de kilómetros más superficiales de la Tierra. Los treinta kilómetros de espesor más externos del diámetro terrestre se encuentran intensamente fracturados, llenos de cicatrices derivadas de una convulsionada historia de 4.567 millones de años de duración. Esas fracturas son debilidades del planeta que potencialmente pueden abrirse o rozarse, produciendo vibraciones de distinta magnitud que constituyen los sismos. Existen diferentes jerarquías de fracturas. Algunas de ellas no so-

brepasan algunos pocos metros de largo, mientras que otras poseen miles de kilómetros de longitud en superficie, y de 100 a 700 kilómetros de profundidad, y limitan las denominadas “placas tectónicas” que constituyen grandes fragmentos o “balsas” de 150 a 200 kilómetros de grosor con movimiento independiente unas de otras.

Nuestra ciudad se encuentra en la parte central de la denominada placa Sudamericana, que se extiende hasta el borde del océano Pacífico, en donde la placa del mismo nombre ingresa con un ángulo de 30 grados por debajo del continente Sudamericano y hasta el centro del océano Atlántico. Allí, una serie de fracturas profundas marcan el límite con la placa Africana. La placa Pacífica se sumerge por debajo del continente a una velocidad relativa de unos 8 centímetros por año, mientras que la placa Sudamericana se separa de la Africana a unos 3 centímetros anuales.

Cada placa se desplaza sobre la superficie terrestre con serias restricciones impuestas por el movimiento de las demás. Por ejemplo, la placa que incluye a la India fue un bloque independiente del continente asiático por centenas de millones de años y habría seguido su marcha veloz hacia el norte de no haber chocado, y continuar chocando, con ese continente, que se interpuso en su camino. Como resultado de

esa colisión se forma una zona de intensa deformación en el borde de esas dos placas, que no es otra cosa que lo que se conoce como los Himalayas, en los cuales hoy en día se siguen triturando, plegando y fracturando los fondos ya desenterrados de antiguos mares que separaban esas dos masas continentales.

Los Andes constituyen la segunda gran arruga de la superficie terrestre y se formaron debido a que las placas Sudamericana y la Pacífica no han rectificado su marcha desde hace unos 120 millones de años, exactamente una en la dirección opuesta a la otra.

Algunas de las fracturas dormidas en el interior de las placas, enterradas a miles de metros de profundidad bajo las planicies de los ríos, suelen despertar y producir sismos.

Esas zonas de deformación en los límites de algunas placas, a veces en los bordes de los continentes, como en el caso de los Andes, o a veces en sus interiores, como en los Himalayas, producen fracturas y, por lo tanto, terremotos. Las ondas de esos terremotos viajan en todas direcciones, dentro de la Tierra y sobre su superficie, por miles de kilómetros, y se perciben

en cualquier punto del planeta con una intensidad que depende de la magnitud original del movimiento y de la distancia al punto en el cual se originó. En nuestras Pampas, que se encuentran lejos de la influencia de los Andes, suelen sentirse sólo aquellos terremotos excepcionales por su magnitud.

De todos modos, algunas de las fracturas dormidas en el interior de las placas, enterradas a cientos o miles de metros de profundidad bajo las planicies de los ríos más modernos, suelen despertar y producir sismos, aunque no en forma cotidiana. El origen de estas fracturas se remonta a períodos más convulsionados en los cuales quizás esos interiores de placas constituían los límites de las mismas, en donde se formaban montañas y que los millones de años se encargaron de borrar de la faz de la Tierra a través de su lento desgaste. Las viejas fracturas enterradas lejos de los límites de placas, en general, permanecen imperturbables por miles de años hasta que repentinamente ceden y producen terremotos.

La joven teoría que vincula el origen de los terremotos con el movimiento de las placas se conoce como Tectónica de Placas y tiene, apenas, unos maduros 35 a 40 años de vida, por lo que no nos debe sorprender que los pensadores de finales del siglo XIX interpretaran estos fenómenos desde puntos de vista más libres y creativos.

El perito Moreno vs. Ameghino

El perito Moreno, que en 1888 era director del Museo de La Plata, en vista de las características del terremoto y su desvinculación de la zona en la cual comúnmente se originaba este tipo de movimientos, se vio obligado a apelar a desencadenantes excepcionales de nuestra geografía para explicar tal fenómeno. Sorprendido como probablemente estaba por las grandes acumulaciones de rocas volcánicas del sur de

Los celos del perito



En 1884 se creó el Museo de La Plata y su director vitalicio, Francisco Moreno, pidió al gobierno que designara a Florentino Ameghino como subdirector y secretario, y éste aportó su colección de fósiles para enriquecer el departamento paleontológico del nuevo Museo. También su hermano Carlos tomó el puesto de naturalista viajero, y comenzó sus viajes a la Patagonia, donde realizó importantes descubrimientos.

Pero esto no duró más de un año, ciertas diferencias y celos profesionales hicieron que Moreno exonerara a su subordinado de su puesto oficial.

Ameghino, que había abandonado su cátedra en Córdoba por aceptar el cargo en el Museo, quedó sin trabajo y sin dinero para sus investigaciones. Además, debió procurarse una colección de fósiles, porque Moreno le había prohibido la entrada al museo y no podía estudiar sus propios fósiles.

Actualmente, el Museo de La Plata atesora aquella colección de fósiles de Ameghino de la cual el perito se apropió.

Brasil y norte del litoral argentino, que no encontraban una explicación convincente al no existir volcanes desde los cuales se hubieran derramado, Moreno propuso que los mismos se podrían esconder bajo la superficie del océano Atlántico en cercanías a sus costas.

De esta manera, los temblores deriva-

dos de la actividad submarina explicaban dos hechos que Moreno no alcanzaba a descifrar y que, dada su extrañeza, merecían, según él, estar vinculados. Un siglo después, la determinación de la edad de las rocas volcánicas del sur de Brasil y NE argentino mostraría que estas erupciones ocurrieron hace unos 175 millones de años, cuando los continentes de África y Sudamérica formaban parte de una única placa que se fragmentaría dando origen al océano Atlántico.

Mucho más acertadas fueron las explicaciones que propuso Florentino Ameghino, quien se encontraba trabajando en el mismo museo, adonde había arribado de la mano de Moreno. Ameghino había explorado las costas del valle del Paraná con extraordinario ojo geológico, y había determinado que un patrón de antiguas fracturas había definido la ruta a través de la cual el río atravesaba el continente hacia el océano. De esta forma, el naturalista propuso que alguna fractura del valle del Paraná, probablemente en su extensión bajo las aguas del Río de la Plata, podría haberse desplazado generando el movimiento registrado. Así, se ofrecía la explicación más sencilla y basada en observaciones de campo que posteriormente serían constataadas a través de técnicas modernas.

Hoy sabemos que los cimientos sobre los cuales se asientan los fondos del Río de la Plata se encuentran intensamente fracturados y que esas fracturas son, en gran medida, heredadas del momento en el cual África y América del Sur comenzaron a separarse y se formaron grandes grietas que quedaron en ambas márgenes del océano Atlántico. Muchas de estas fracturas se continúan efectivamente a través de la traza del río Paraná y si bien actualmente no concentran actividad sísmica podrían llegar a reactivarse como toda gran fractura en cualquier sitio de la superficie terrestre.

Posteriormente, las técnicas de estudio de los fenómenos sísmicos han permitido identificar con precisión las zonas en las cuales se desarrollan los terremotos sin la necesidad de apelar al cronometraje de despachos telegráficos. De esta manera se ha determinado que la zona del Río de la Plata, como otras zonas alejadas de los límites de las placas, fue el sitio de reiteradas manifestaciones sísmicas, como aquella ocurrida el 4 de junio de 1888. Las más importantes que fueron registradas en el último siglo son las del 13 de junio de 1907, nuevamente en el Río de la Plata; la del 5 de setiembre de 1945, en Martínez, provincia de Buenos Aires; la del 4 de enero de 1948 en la provincia de Entre Ríos; la del 22 de setiembre de 1949 en Brandsen, Provincia de Buenos Aires; del 17 de febrero de 1970 en Berisso y del 2 de setiembre de 1971 en Vieytes, ambas en la provincia de Buenos Aires.

Los terremotos que ocurrieron en la costa rioplatense poco nos han enseñado, debido a la falta de información acerca de esos sucesos.

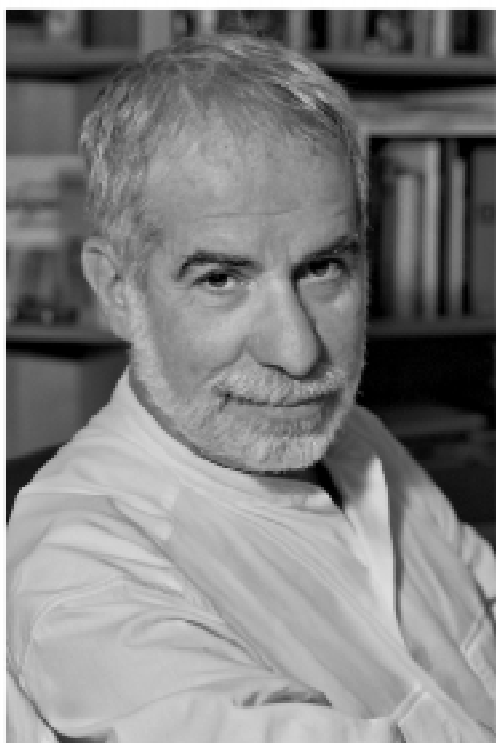
Una moraleja

El terremoto que destruyó la ciudad de Charleston (Carolina del Sur) en 1886 en el SE de EEUU o aquella serie de eventos sísmicos cerca de Nueva Madrid (Missouri), ocurrieron en lejanías de los límites de placas, con un origen similar a aquellos ocurridos en nuestras Pampas. Si bien aquella zona no está encuadrada en las áreas con alto potencial sísmico de EEUU, el punto de vista primermundista le ha otorgado atención y se han desarrollado, a partir de esos fenómenos, sistemas de medición finos que permiten captar el errático movimiento de las fracturas enterradas en el interior del continente. De esta experiencia se ha aprendido que esas fracturas, lejos de dormir, experimentan un imperceptible desplazamiento

diario que se amplifica en ciclos del orden de los mil años. Es decir que cada mil años aproximadamente puede repetirse un terremoto como aquel ocurrido en el interior de los EEUU lejos de los límites de placas conocidos. La serie de terremotos que ocurrieron en la costa rioplatense, en cambio, poco nos ha enseñado, debido primeramente a la falta de información acerca de estos sucesos, en particular de aquel de 1888 que cautivó la imaginación de nuestros antepasados y aterrorizó a los porteños, y en parte también a nuestra óptica tercer mundista: los problemas básicos que nos aquejan no nos permiten tomar previsiones para el futuro. De hecho, Buenos Aires no está equipada con viviendas antisísmicas como para anticiparse a un movimiento sísmico equivalente a los enumerados, y tampoco se han previsto planes de emergencia civil ante una catástrofe de esa naturaleza. ■

**Laboratorio de Tectónica Andina. Depto. de Geología, FCEyN-UBA.*

***Servicio Geológico Minero Argentino.*



Pepe Eliashev

esto que pasa

lunes a viernes | 18.00 - 20.00

www.pepeeliashev.com.ar

AM 870

SISTEMA NACIONAL DE MEDIOS PÚBLICOS

radio nacional
RNA

Trabajo no remunerado en la UBA

Ad honorem, mal ólorem

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

Foto: Paula Bassi

El último censo docente efectuado en la UBA arrojó la friolera cantidad de 11.000 docentes ad honorem. La cifra, alarmante de por sí, tomó estado público y fueron muchas las voces que se levantaron reclamando la inmediata retribución salarial que estos docentes merecerían. Pero la realidad tiene aristas complejas y no todo lo que parece justo lo es.



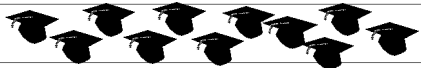
El último censo docente efectuado en la UBA, realizado en octubre del año pasado, arroja una cantidad de 11.003 docentes ad honorem, cifra que constituye el 37 por ciento de la planta de profesores. Según la Asociación Gremial Docente de la UBA, la cifra podría ascender a 20.000. De cualquier modo, es un despropósito. La primera conclusión a la que puede llegar cualquier ciudadano que lee la noticia es que la Universidad de Buenos Aires es una institución negrera. Y no sólo va a apoyar la idea de asalarización inmediata de los esclavos sino que va a pedir, con cierta lógica, la encarcelación de los miserables funcionarios esclavistas. Espere, ciudadano, no se apresure. Vayamos por partes.

El Estatuto Universitario de la UBA establece el cargo ad honorem, o sea, sin retribución económica. Y lo cierto es que en todas las universidades del país y del mundo es usual la designación ad honorem. ¿Cuál es su lógica? Pongamos un ejemplo. Un departamento docente invita como docente a un investigador que puede expresar como ningún otro una perspectiva original, o un trabajo propio, o lo que sea. El titular de la materia juzgó interesante o importante invitarlo a dar unas clases para sus estudiantes. El experto acepta, ya que se siente honrado por la invitación, viene, da sus clases (el docente a cargo de la materia asiste a ellas) termina y se vuelve a su universidad muy contento a contarle a la

familia lo divertidos que son los gauchos.

No es el único caso en el que la figura de docente ad honorem tiene sentido desde la lógica universitaria; supongamos el de un profesor que hizo carrera adentro de la universidad. Llegó el momento de jubilarse pero su alejamiento podría significar una pérdida cultural o académica. Entonces se lo invita a quedar vinculado con un cargo ad honorem. No se lo obliga a dar clases ni a cumplir horarios, pero se gana cada vez que él quiera seguir estando adentro, produciendo cultura, conocimiento, dirigiendo investigaciones, dando consejos, guiando. También puede hacer uso de las bibliotecas de la universidad y otras instalaciones y hasta participar en la vida política de la misma. Puede dar charlas y conferencias todas las veces que quiera. ¿A cambio de qué? A cambio del honor de seguir perteneciendo a la universidad y trabajando en ella y enriqueciéndose culturalmente también en ella, y con un grado de reconocimiento importante, ya que se lo designa como profesor honorario, o profesor emérito.

Y con este no se agotan los ejemplos, pero ésta es la lógica de la designación ad honorem en la universidad. Nótese que en ella no hay actitud esclavista, es un intercambio igualitario en el cual no hay obligación de aceptar el cargo. A nadie se le pone una pistola en la cabeza y se le dice enseñe gratis o disparo.

Dos modelos de estructura docente		
Planta docente normal para una materia		Planta docente deformada para una materia
	Profesor titular	
	Profesor Asociado	
	Profesor Adjunto	
	Jefe de Trabajos Prácticos	
	Ayudantes de Primera	
	Ayudantes de Segunda	
	Ayudantes Ad-honorem	

Mal olorem

Pero no hay 20.000 de estos señores prestigiosos en la UBA. Acá está pasando otra cosa, está funcionando otra lógica. Tenemos muchos casos de docentes que no cobran y están a cargo de cursos completos cuatrimestre a cuatrimestre. El abultamiento desmedido de los cargos ad honorem tiene su raíz en el problema de la deformidad de los planteles docentes. Una estructura docente normal debe tener forma piramidal; por ejemplo: un titular, un asociado, dos adjuntos, cinco jefes de trabajos prácticos, nueve ayudantes de primera categoría y doce de segunda. Pero hay lugares donde por diferentes motivos -entre los que el más importante es la falta de salida laboral de los egresados fuera de las estructuras académicas- el amiguismo hace que se utilice la plata destinada a una materia para crear más cargos de caciques, y por lo tanto se quedan sin dinero para los cargos de indio. O sea, los planteles docentes tienen muchos profesores de alto rango y pocos, o ninguno, de ayudante. Como los cargos de menor categoría insumen menos erogación que los de alta, el total de docentes que se cubrirán con igual presupuesto, lógicamente, disminuirá. En lugar de piramidal, la estructura se convierte en cilíndrica, y reducida. Un solo cargo de profesor titular equivale, en plata, a diez o doce de ayudantes. No solo empieza a faltar gente para atender las comisiones atestadas de estudiantes sino que ahora todos son caciques así que ni

aparecen por las aulas a ensuciarse de tiza. Total siempre hay algún tonto que va a venir a laburar gratis.

Ahora, este tonto no es ningún tonto. Para empezar, acepta el cargo ad honorem sin presiones ni violencia, y generalmente sin promesas ni ciertas ni falsas. ¿Entonces, por qué acepta? Ojalá fuera sólo por el honor, pero hay algo más. Una designación en la Universidad engrosa el currículum, y un currículum importante, en el mercado laboral, tiene su correlato económico. Pero, además, una designación ad honorem se realiza sin concurso, es una selección a dedo. Se obtiene por ser amigo o conocido del profesor que nos designa en lugar de competir en un concurso abierto con todos los argentinos que pagan impuestos y tienen antecedentes académicos parecidos a los de él. Si tuviera que competir en un concurso abierto y justo, la probabilidad de ganar el cargo disminuiría apreciablemente. En cambio así, a dedo, ad honorem, ya queda un escalón arriba de los competidores. Y si en algún momento se llama a concurso, el “tonto” va estar mejor que el resto porque además de currículum ganó experiencia. Acá hay complicidad mutua. O sea, “tonto” no es la palabra.

Autonomía

Si bien el ejemplo descrito no incluye la totalidad de los 11.000 censados, abarca una buena cantidad de casos. Lo cierto es que la situación debe revertirse, pero no irresponsablemente. Con metas claras y

plazos razonables, la Universidad debe recomponer sus estructuras docentes, regularizar sus planteles haciendo llamados a concurso y reservar una cuota importante de cargos de ayudantías de segunda para que sean ocupados por estudiantes de grado que complementen su formación con la actividad docente. También debe reorientar la matrícula inteligente y responsablemente adecuándola a las posibilidades de la universidad y las necesidades del país, en vez de rendirse a los criterios de mercado de la oferta y la demanda, modas pasajeras y tradiciones profesionales.

Todos los cargos (salvo las excepciones previstas en el Estatuto) deben ser rentados. La autonomía que la sociedad les brinda a las universidades públicas no es excusa para hacer con los fondos públicos lo que se quiera. La Universidad tiene la obligación de gastar el dinero público responsablemente y rindiendo cuenta de ello en forma constante. Los trabajadores docentes e investigadores de la universidad pública tenemos un régimen laboral particular, con concursos periódicos y sin estabilidad permanente. Esto nos embarca en una lógica laboral diferente de la conocida vulgarmente en la que una parte es el asalariado y la otra parte patronal. Somos ambas cosas, y nuestra responsabilidad es mayor. Si no asumimos este compromiso superior, todos los reclamos justos por mayores salarios y mejores condiciones de trabajo caerán en el pozo corporativo del despilfarro. ■

Entomología forense

El insecto **delator**

por Yamila Bechara* yamilabechara78@hotmail.com

Quizás parezca imposible que un insecto pueda desentrañar un crimen inexplicado, pero los entomólogos forenses saben que es muy viable. Los insectos suelen dejar huellas de lectura muy precisa en los cadáveres, y los científicos se encargan de descifrarlas. Si bien la intervención de estos especialistas es muy frecuente, llegó a la opinión pública a través de ciertos casos resonantes, como lo fue el asesinato del conscripto Omar Carrasco, donde los insectos dieron las pistas clave.



La combinación que resulta de un cadáver en descomposición y los insectos que de él se alimentan puede llegar a ser repulsiva para la mayoría de las personas. Sin embargo, existe gente que estudia ambas cosas al mismo tiempo para tratar de esclarecer asesinatos.

Los entomólogos forenses son los que hacen este “trabajo sucio”, ya que estudian los bichos encontrados en un cadáver en descomposición.

Un ejemplo se puede disparar de la siguiente pregunta: ¿De qué forma pueden ayudar unas moscas y sus larvas a dilucidar la muerte de una persona? Si se sabe cuánto tarda en desarrollarse la mosca, se podría dar respuesta a una pregunta fundamental a la hora de resolver un crimen: cuándo.

La doctora Adriana Oliva, jefa del Laboratorio de Entomología Forense del Museo Argentino de Ciencias Naturales

Bernardino Rivadavia, realizó una pericia tras la muerte del soldado Carrasco (ver *El caso Carrasco*). Sin embargo, aclara: “La mayoría de los casos que analizamos se tratan de muertes naturales no asistidas, generalmente ancianos que viven solos, sin familiares ni ninguna persona cercana que se haga cargo. En estas situaciones se puede recurrir a la entomología forense para poder estimar el tiempo de muerte”.

Mozo, hay una mosca en mi cuerpo

Para obtener las pistas, los especialistas calculan lo que se llama el Intervalo Post Mortem (o PMI, por sus siglas en inglés), que es el tiempo transcurrido entre el deceso y el hallazgo del cadáver. Para ello, el entomólogo debe determinar a qué especie pertenecen los insectos encontrados y en cuál etapa del desarrollo se encuentran.

Por ejemplo, la mosca verde ataca el cuerpo inmediatamente después de la muerte –incluso aparece en heridas de personas agonizantes– y la hembra coloca sus huevos. El desarrollo completo hasta el adulto, pasando por los estadios de larva y pupa, requiere de unos 30 días. De esta forma, si en un cadáver se encuentran puparios vacíos, sin larvas (o sea, que las moscas adultas eclosionaron) se podría conjeturar que transcurrió aproximadamente un mes desde la muerte hasta que se encontró el cadáver.

Pero este tiempo de desarrollo es muy sensible a otros factores, como el lugar, el clima, la vegetación y la presencia de otros animales (depredadores, por ejemplo, que se alimentan de los insectos necrófagos) y de las condiciones en que se encontraba el cadáver: si estaba al aire libre o encerrado, al sol, a la sombra o enterrado.

El caso Carrasco

En abril de 1994, el cuerpo de Omar Carrasco fue hallado en el campo militar de Zapala, provincia de Neuquén, donde se encontraba realizando el servicio militar.

Las autoridades del lugar dijeron que Carrasco había desertado un mes antes de ser hallado. Una primera autopsia se hizo en el cuartel, de la cual se concluyó que habría sido asesinado un par de semanas antes de ser encontrado, por personas ajenas que luego lo habrían arrojado al campo.

Pero la sospecha de encubrimiento y de falseamiento de pruebas demandó un nuevo estudio. Fue entonces que se realizó una segunda autopsia en la Morgue Judicial de Buenos Aires, de donde le llegaron las muestras de insectos a la doctora Oliva.

“Encontramos larvas a término de *Phaenicia sericata* (mosca verde) que necesita de unos 25 a 30 días para completar su desarrollo”. Esta mosca invade el cuerpo en forma inmediata y necesita de unas pocas horas de luz solar para poner sus huevos. Como no encontraron larvas más jóvenes ni de otras especies, deduje-

ron que el cuerpo había estado en un lugar oscuro.

Otro dato interesante lo aportó la avispa *Vespula germanica* (conocida como chaqueta amarilla), un insecto carnívoro. Se la encontró viva, lo cual hizo suponer que el cuerpo había sido arrojado al campo abierto poco tiempo antes de ser encontrado (ya que no es un insecto de lugares cerrados).

Toda esta evidencia llevó a los investigadores a concluir que “primero el cuerpo fue colocado en un lugar en donde llegaba la luz solar (ya sea a campo abierto o en un cuarto con ventana), unos 30 días antes de ser encontrado. Luego lo dejaron en un cuarto encerrado durante 25 días aproximadamente. Finalmente, lo abandonaron al aire libre poco antes del hallazgo”.

Los estudios médicos y entomológicos mostraron que la muerte de Omar Carrasco había ocurrido por lo menos un mes antes del momento de ser hallado el cuerpo (y no un par de semanas como sostenía la versión oficial) y que en el intento de ocultamiento de su cuerpo habían participado varias personas.



Avispa *Vespula germanica*

desarrollo depende directamente del clima y de las características del medio, es necesario realizar investigaciones locales. “Las condiciones ambientales son muy distintas en cada lugar, por ejemplo, no se podrían utilizar los datos obtenidos en Córdoba para aplicarlos en Buenos Aires. Yo realicé experimentos usando cebos de carne en el fondo de la casa de mis padres, pero no es lo mismo que usar cerdos”. Para el caso, estos animales son lo más parecido al ser humano, ya que poseen un sistema digestivo típico omnívoro y no tienen muchos pelos en la piel. Según la doctora Oliva, faltaría realizar experimentos de encierro, algo difícil de llevar a cabo, ya que requiere un espacio específico donde estibarlos para su descomposición.

“Uno de los pocos lugares en donde se experimenta es en el predio de la Universidad de Quilmes”, explica Oliva. “Ahí trabaja el doctor Néstor Centeno, quien realiza investigaciones a campo abierto”, algo no muy apreciado por los transeúntes, quienes hicieron que “una noche aparecieran dos policías armados con itakas a interpelar a Centeno, ya que habían recibido denuncias de que se estaban practicando ritos satánicos con animales”.

Quizás a sir Arthur Conan Doyle, el creador de Sherlock Holmes, no se le ocurrió pensar que los bichos podrían haber agregado un elemento más a sus historias detectivescas, como ocurre actualmente con series policiales como CSI. Lo cierto es que, gracias al desarrollo de nuevas ramas de la ciencia forense, el crimen perfecto dista mucho de ser posible. ■

* Estudiante de Ciencias Biológicas y alumna de Introducción a la Divulgación Científica, FCEyN.

“Hay que hacer un trabajo muy metódico al momento de extraer los insectos —señala Oliva— ya que es importante precisar el lugar del cuerpo en el que se encontraron o si estaban en otro sitio cercano, fuera del cuerpo. Por ejemplo, las larvas de las moscas, al momento de empupar, abandonan su refugio, se alejan unos metros y se entierran”. Es por ello que el especialista “debe tamizar la tierra alrededor del sitio si se encontraron restos al aire libre. Por otro lado, si se trata de un cadáver en encierro, tiene que buscar debajo de alfombras, zócalos, pilas de papeles, diarios, todos lugares propicios para

el desarrollo larval”.

La doctora Oliva recibe las muestras de la Morgue Judicial y las analiza en su laboratorio en el museo. Como es imposible que pueda acceder al cadáver antes de que sea movido, da cursos de capacitación a los médicos forenses y policías para que hagan una correcta extracción de los insectos.

De cerdos, moscas y otras yerbas

Pero uno de los problemas a los que se enfrentan los entomólogos argentinos es la escasez de datos experimentales en nuestro país. Debido a que muchas especies de insectos son propias de un lugar y que su

Controversias sobre el infinito

Un tema de nunca acabar

por Christian Espíndola* christiangauss@gmail.com

¿Es posible subdividir la materia hasta el infinito? Si no es posible, ¿cuál es su constitución última? A lo largo de miles de años, el hombre no ha cesado de preguntarse acerca de estos profundos enigmas de nuestro mundo. Pero aún hoy, con el advenimiento de las modernas teorías de la Física, estos interrogantes no encuentran una respuesta satisfactoria. Epistemólogos, filósofos y físicos opinan sobre uno de los temas más apasionantes y controvertidos: el infinito.



“¿Quién de entre ustedes sería capaz de apostar si es posible vencer a una tortuga en una carrera?” Así, de esta manera un tanto enigmática, el filósofo griego Zenón de Elea pretendía llamar presuntuosamente la atención de todo aquel que se detuviera a escucharlo. “Pues bien, cuidado con las apuestas apresuradas, porque, por increíble que parezca, ni siquiera Aquiles, el de los pies ligeros, podría vencer a una tortuga”.

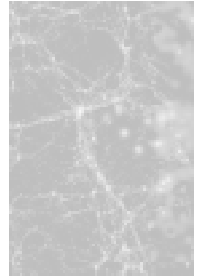
Y a medida que hablaba, eran cada vez más las personas que se detenían, intrigadas, a oír sus palabras. “Supongamos, en efecto, que el gran héroe de Troya decidiera medir sus poderosas habilidades físicas con una simple y modesta tortuga. Claro que no sería justo intentar medirse con un ser tan lento y moroso, así que supongamos también que Aquiles le da a la tortuga una ventaja inicial de, digamos, cien metros”.

Antes de que alguien pudiera reaccionar, Zenón prosiguió, entusiasmado: “Sin duda no pasará mucho tiempo hasta que el veloz Aquiles haya recorrido esa pequeña ventaja inicial. Pero con haber cubierto los cien metros iniciales no le bastará para alcanzar a la tortuga, pues durante ese tiempo ésta ya se habrá adelantado un poquito más, digamos, un metro. Aquiles podrá sentirse casi ganador al recorrer en menos de un segundo ese metro de más, pero aún no puede cantar victoria, ya que en ese pequeño instante la tortuga se las habrá arreglado para moverse un centí-

metro extra. En un parpadear de ojos, Aquiles recorrerá ese centímetro, pero llegará tarde una vez más, pues para ese entonces la tortuga habrá recorrido un milímetro. De hecho, siempre que Aquiles llegue a la posición que ocupaba la tortuga, ésta ya habrá adelantado algo más, y así sucesivamente, sin acabar nunca. Como se requieren infinitas etapas para que Aquiles gane la carrera, es claro que nunca podrá alcanzar a la tortuga”, concluía Zenón, ante el asombro y el desconcierto general.

En realidad, el argumento de Zenón no pretende refutar un hecho (que la tortuga perdería la carrera), sino que induce a una profunda reflexión acerca de lo que nuestra intuición nos dice del mundo físico. Si Aquiles alcanza finalmente a la tortuga, es que el argumento de dividir el espacio o el tiempo en fragmentos cada vez más pequeños está fallando. Es, pues, de este modo como el filósofo resumía su desconcertante postura en uno de sus primeros encuentros con el infinito, en el siglo V antes de Cristo.

Mucho tiempo ha pasado ya desde que Zenón enunció por primera vez esta paradoja, y muchos han sido los avances de la ciencia en ese lapso. Para la mayoría de los físicos actuales, el razonamiento de Zenón no demuestra de ningún modo que en una carrera siempre gane el que tenga la ventaja inicial, ni mucho menos que una persona no sea capaz de alcanzar a una tortu-



ga. Efectivamente, en el ámbito científico es una creencia común que la paradoja no tiene ningún sentido a la luz de la ciencia moderna, pues con ayuda de las teorías matemáticas de las series infinitas es posible demostrar que, por más que haya infinitos términos que sumar, el resultado total puede estar perfectamente acotado. Sin embargo, las implicaciones de la paradoja son tan profundas que incluso hoy los filósofos la discuten.

La paradoja de Zenón roza los fundamentos mismos de la constitución del Universo: ¿es posible subdividir el espacio y el tiempo hasta el infinito? Aunque los físicos dan por sentado que la respuesta es afirmativa, no se ha encontrado evidencia de que sea posible hacerlo, y el problema es más complicado de lo que aparenta. “La cuestión de la infinita divisibilidad del espacio y el tiempo tiene que ver con la creencia, heredada de los griegos, de que la matemática puede ser legítimamente aplicada al mundo real”, explica Eduardo Wolovelsky, un experto en epistemología, interesado en la divulgación de la ciencia. “Los físicos creyeron durante mucho tiempo que podían fotografiar con exactitud el mundo a través de la aplicación de modelos matemáticos”, reflexiona Wolovelsky, quien además tiene a su cargo la confección de libros divulgativos en el Centro Cultural Rojas de Buenos Aires.

¿Dios es matemático?

Durante el Renacimiento, cuando existía una acalorada discusión acerca de si era el Sol el centro del Universo, el físico y astrónomo Johannes Kepler creyó que había encontrado la respuesta a la pregunta de cómo encajaban los planetas en el sistema cósmico. Estaba convencido de que el Sol era el centro del Universo, y los



planetas orbitaban en derredor siguiendo trayectorias muy precisas y regulares. “Dios debe ser matemático – pensaba Kepler – pues de otro modo no se explica cómo en su infinita omnipotencia ha decidido que los planetas sigan recorridos tan exactos y que guarden relaciones bien determinadas entre ellos”.

“Creo que los resultados matemáticos se descubren interactuando con el mundo, y no como un mero ejercicio mental”

La idea original de Kepler era que los planetas seguían trayectorias circulares y que las distancias entre cada uno de ellos estaban relacionadas con los cinco poliedros regulares que habían descubierto los griegos. Pero, luego, la ciencia no

solamente demostró que los planetas no seguían órbitas circulares, sino que había más planetas que los que se conocían en esa época. De hecho, el mismo Kepler se vio obligado a admitir que las órbitas planetarias debían, en realidad, ser elípticas. “Este hecho nos enseña que no siempre los desarrollos matemáticos deben poder aplicarse al mundo real”, advierte Wolovelsky. “Dejando de lado el problema de si las matemáticas existen separadamente del mundo o se construyen a través del intelecto humano, creo que los resultados matemáticos se descubren interactuando con el mundo, y no como un mero ejercicio mental”.

Desde esta perspectiva, es posible que ciertos conceptos matemáticos, como el de infinito, no tengan correspondencia con el mundo físico. Así, cualquier afirmación concerniente a la infinita divisibilidad del espacio y el tiempo no representaría más que una modesta especulación. Por otro lado, muchas de las herramientas matemáticas básicas que manejamos hoy son decididamente antropomórficas, es decir, responden a determinadas características humanas. La adopción del sistema decimal de numeración, por ejemplo, respondería muy probablemente, como ya lo había hecho notar Aristóteles hace largo tiempo, al hecho de que los seres humanos poseemos diez dedos en las manos.

El Sansón de la física moderna

El siglo XX ha sido testigo del descubrimiento de dos grandes teorías de la física moderna: la de la relatividad y la mecánica cuántica. Aunque ambas fueron comprobadas experimentalmente y su eficacia verificada en numerosos casos, las dos tienen aún problemas pendientes con el infinito.

La teoría de la relatividad de Einstein

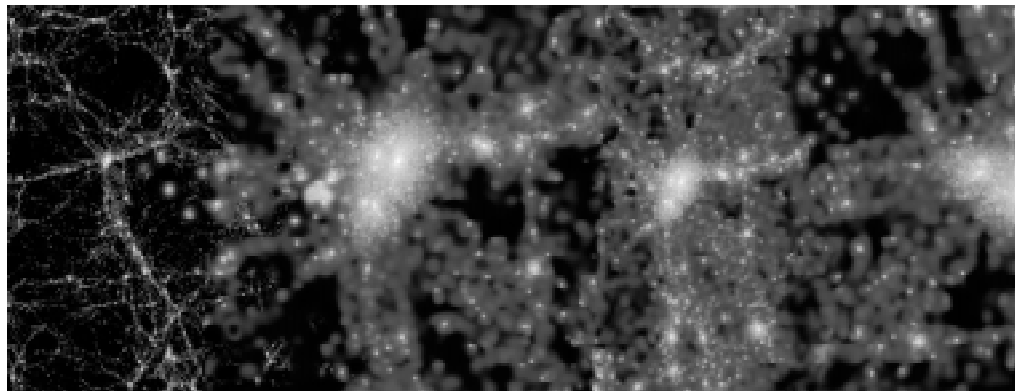
intenta explicar el Universo a escalas astronómicas, por lo que constituyó un gran avance hacia la solución del dilema acerca de si el Universo es o no infinito. Sus leyes regulan la formación de estrellas, el orbitar de los planetas alrededor del Sol y las trayectorias que la luz recorre a través del vasto espacio vacío. Pero la teoría se basa en la suposición de que el espacio y el tiempo pueden de hecho ser subdivididos infinitamente, de modo que cualquier porción de materia siempre podría, al menos en teoría, ser dividida en partes más pequeñas.

La mecánica cuántica, en cambio, se ocupa de explicar los fenómenos que ocurren a nivel subatómico, allí donde ni los más potentes microscopios pueden develar lo que sucede. A través de complicadas ecuaciones, es capaz de describir las interacciones entre los átomos, e incluso el comportamiento de las partículas que los componen.

“Es bueno tener en cuenta que los conceptos de espacio y de tiempo que manejamos hoy nos resultan significativos sólo por ahora”

Sin embargo, si bien ambas teorías se desarrollaron en forma paralela, la mecánica cuántica descansa en suposiciones muy diferentes a las de la relatividad: para aquella, existiría un límite mínimo por debajo del cual la materia no puede seguir dividiéndose, y ni siquiera es posible efectuar mediciones para determinar qué es lo que sucede a esos misteriosos niveles de pequeñez.

Ahora bien, si la mecánica cuántica y la relatividad se basan en hipótesis tan opuestas, ¿cómo es que los físicos las utilizan indiscriminadamente en sus predicciones? Para Wolovelsky, la respuesta radica en la eficacia que cada una de las hipótesis lleva



implícita en los respectivos campos teóricos. “Si un físico intentara cuestionar absolutamente todas las suposiciones con las que trabaja, simplemente liquidaría su carrera académica”, asegura. “Pero es bueno tener en cuenta que los conceptos de espacio y de tiempo que manejamos hoy nos resultan significativos sólo por ahora, y no podemos estar seguros de que representen exactamente lo que el espacio y el tiempo son”.

En otras palabras, en su opinión habría conceptos que se conciben hoy como legítimos por ser relevantes para la investigación, pero que no necesariamente describen el mundo como es, sobre todo si se tiene en cuenta que se están asumiendo “una gran cantidad de postulados metafísicos”. Por ese motivo, no habría, según Wolovelsky, ninguna razón lógica que demuestre que el debate acerca del espacio, el tiempo y su infinita divisibilidad está clausurado.

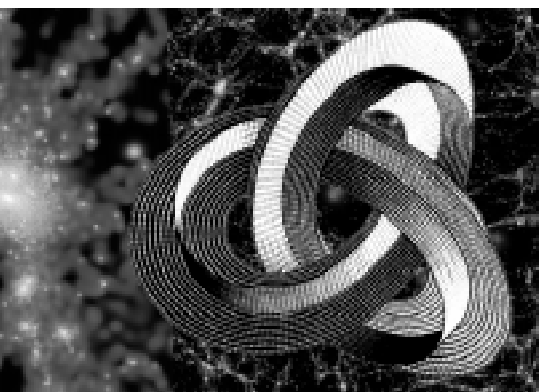
¿Cuál es la opinión de los físicos al respecto? Por sorprendente que parezca, el consenso general es que las ideas de certeza absoluta que las teorías físicas modernas pueden infundir son, en realidad, muy relativas. En su libro *Nuestra hora final*, Martin Rees, profesor de Cosmología y Astrofísica de la Universidad de Cambridge, aborda el dilema del infinito desde el punto de vista de la relatividad y la mecánica cuántica, los dos pilares de la física moderna.

Para Rees, “la teoría de Einstein es inherentemente incompleta, puesto que

trata el tiempo y el espacio como un continuo. Si cortáramos un trozo de metal (o de cualquier otro material) en fragmentos cada vez más pequeños, al final alcanzaremos el límite establecido por el nivel cuántico de los átomos individuales”. De acuerdo a su opinión, no es posible identificar el problema de compatibilidad que tienen ambas teorías, pues “ni la teoría de Einstein, ni la teoría cuántica en sus formas actuales, pueden decirnos nada sobre la microestructura del espacio y el tiempo”. Es decir, a pesar de los avances científicos de la Física, los problemas fundamentales aún aguardan respuesta. Y concluye: “La ciencia del Siglo XX nos ha legado este importante trabajo inacabado como reto para la del siglo XXI”.

De acuerdo a la visión de Rees, el infinito se presenta como el gran Sansón de la física, amenazando con derribar las dos columnas fundamentales en las que se apoya. Pero ¿cómo reacciona la comunidad científica ante este problema?

Algunos físicos trabajan en lo que se conoce como “teoría del campo unificado”, un intento por reconciliar los puntos de vista relativistas y cuánticos. Douglas Sweetser, ingeniero químico y biólogo del Massachusetts Institute of Technology, se ha interesado en las últimas décadas en este problema. “Einstein pasó los últimos cuarenta años de su vida tratando de unificar ambas teorías – explica –; ahora, con la ayuda de nuevas técnicas creo que es posible hacer un avance significativo”. Sin



embargo, hay otros físicos que intentan no solamente superar este conflicto, sino encontrar la llamada “teoría del Todo”, un modelo que explique en forma definitiva todos los enigmas de la física, incluido el infinito.

Respecto de estas dos posturas, Wolovelsky piensa que, “aunque la teoría del campo unificado es un intento bien encaminado, pretender encontrar una teoría del Todo presupone un enfoque casi religioso, un acto de soberbia intelectual”, asevera. Según él, aunque es difícil reconocer que somos seres limitados, deberíamos tener la suficiente humildad como para desechar la vieja costumbre de la física de pretender dar respuesta a todo. “A diferencia del infinito, el conocimiento es acotado y se construye de a poco; aceptarlo es el gran desafío”.

El infinito protector

Así como el Santo Grial encendió las ilusiones de miles de personas que en el pasado emprendieron su búsqueda, del mismo modo ciertos físicos se lanzan a la búsqueda de la supuesta “teoría del Todo”. Pero también, de la misma manera, es posible que el sueño de alcanzar el infinito no sea más que eso: un simple sueño. El lingüista Noam Chomsky sugirió que nuestra ignorancia actual podía clasificarse en dos categorías: los problemas y los misterios. Los problemas, si bien temporalmente irresueltos, serían interrogantes abordables por el intelecto. Los misterios,

en cambio, designarían aquellas cuestiones que, para bien o para mal, permanecerán por siempre vedadas a la razón. Lo difícil a menudo consiste en decidir qué cuestiones son problemas y cuáles misterios. ¿Podría el infinito ser un misterio? Si ese fuera el caso, entonces no importaría cuánto esfuerzo inviertan los físicos en intentar explicarlo; el infinito y su verdadero significado serán siempre inaccesibles a la razón humana.

Aunque la existencia de los misterios pueda parecer desalentadora, Wolovelsky mira el panorama con otros ojos. “Si todas las cuestiones fueran problemas y, por tanto, susceptibles de ser resueltas, el día en que se conozcan las explicaciones y las respuestas para todas las cosas, desaparecerá la libertad real del ser humano, puesto que cada uno de los actos que realice podrá ser rastreado hasta conocer con exactitud las cadenas causales que lo producen”. En otras palabras, lo que Wolovelsky está planteando es que, cuando se haya develado el último misterio, el hacer humano, tal vez, carezca ya de significado y de propósito.

Aún en nuestros días, la paradoja de Zenón continúa siendo tan abrumadora como lo fue cuando éste la enunció, y sigue asombrando y generando debate entre los filósofos y epistemólogos modernos. Y según cree Wolovelsky, es una fortuna que así lo sea, ya que, en su opinión, el misterio del infinito nos provee de infinitas razones para vivir, y lo infinitamente pequeño nos permite mantener a resguardo algo infinitamente valioso: la libertad de decisión. En ese sentido, la ciencia bien puede encaminarse a pesar de los misterios, porque en última instancia “es la existencia de misterios lo que protege nuestra humanidad”. ■

* Estudiante de Matemática y alumno de Introducción a la Divulgación Científica, FCEyN.



✓ **Exactas va a la escuela: charlas gratuitas de divulgación científica y paneles de investigadores de la Facultad de Exactas en los colegios**

✓ **Programa de Experiencias Didácticas: prácticas en los laboratorios para alumnos secundarios**

✓ **Visitas y recorridas por los laboratorios de la Facultad**

✓ **Charlas sobre cada una de nuestras carreras**

La Dirección de Orientación Vocacional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA organiza todas estas actividades pensadas para alumnos de los últimos años de los colegios secundarios.

Con distintas prácticas, todas ellas apuntan a difundir las carreras de ciencias entre quienes estén próximos a realizar su elección vocacional.

Para más información, los directivos de escuelas, los docentes o los alumnos pueden comunicarse con nosotros al 4576-3337 o por correo electrónico a dov@de.fcen.uba.ar

El recuerdo de la chilena Gladys Marín

La roja *de todos*

por Guillermo Durán

gduran@dii.uchile.cl

Doctor de la Facultad de Exactas, el computador Guillermo Durán se encuentra trabajando en la Universidad de Chile, en Santiago, desde hace un par de años. Y desde más allá de la cordillera trae a EXACTAMENTE el testimonio de la recientemente fallecida Gladys Marín, una de las más destacadas figuras de la política americana.

El 11 de setiembre de 2003, al cumplirse 30 años del golpe militar del dictador Pinochet, Gladys Marín, líder histórica de la izquierda chilena, hizo un encendido discurso en la Plaza de la Constitución de Santiago de Chile: “Aquí estamos de nuevo. Aquí está el pueblo de Chile dispuesto a librar todas las batallas que sean necesarias, sin cansarnos un solo día, un solo segundo, hasta hacer realidad el sueño de tantos que hoy no están con nosotros”. En esos mismos días comenzó a sentir fuertes dolores de cabeza, sensaciones de vértigo y un agotamiento general que los médicos atribuyeron inicialmente al estrés. Los exámenes que se realizó trajeron la peor de las noticias: un tumor de tres centímetros de diámetro se le había infiltrado en el hemisferio izquierdo de su cerebro. Los pronósticos le auguraban un par de meses de vida.

Los gobiernos de Suecia y Cuba ofrecieron sus mejores especialistas para atenderla. A principios de octubre de 2003 viajó a Estocolmo y el día 8 fue operada por el equipo médico encabezado por el doctor Inti Peredo, hijo del guerrillero del mismo nombre que peleara junto al Che Guevara en la sierra boliviana. Quiso el destino que la fecha de la operación coincidiera con el día en que 36 años antes Inti Peredo padre acompañara al Che en su último combate. Una vez intervenida, viajó a Cuba para continuar con el tratamiento. Su amigo

Fidel Castro la recibió a su arribo y la puso en manos de uno de los más prestigiosos neurocirujanos de la isla. En setiembre de 2004 fue operada nuevamente, ahora en La Habana, para extraerle tejido necrosado que permanecía en su cerebro desde la intervención de Suecia. En octubre de ese año regresó a Chile para apoyar al conglomerado de izquierda Juntos Podemos en las elecciones municipales. “Vengo a respirar aire chileno y a ver a quienes quiero. Deseaba estar cerca de mi gente en estas elecciones”, declaró a su arribo.

El sábado 5 de marzo de 2005 cayó en coma, y murió al día siguiente en su querida Santiago de Chile, rodeada por sus hijos Alvaro y Rodrigo y sus amigos de toda la vida. En el velatorio, realizado en el ex Congreso Nacional, fue despedida por un sinnúmero de personalidades y por un cortejo popular que llegó a las 15 cuadras. Uno de los líderes de la derecha chilena y candidato actual a la presidencia de la República, Sebastián Piñera, expresó: “Le tengo un especial aprecio y cariño. Creo que la política chilena pierde mucho con la muerte de Gladys Marín. Ella fue una mujer que luchó, no solamente con valentía, con coraje y con consecuencia sino que siempre lo hizo por causas grandes y nobles. Con ella se luchaba por la libertad, la democracia y la justicia”.

En tanto, el presidente Lagos entonó en su honor la Internacional Socialista y

declaró visiblemente emocionado: “Gladys Marín fue una luchadora ejemplar y consecuente con sus ideas”.

Toda una vida

Había nacido el 16 de julio de 1941 en Curepto, un pequeño pueblo situado a un par de horas al sur de Santiago de Chile. Hija de un campesino y una maestra primaria, su madre debió hacerse cargo de ella y sus tres hermanas cuando su padre abandonó el hogar al poco tiempo de nacer Gladys.

Realizó su escuela primaria en una localidad cercana, Talagante, y ya desde entonces comenzó su militancia en movimientos juveniles cristianos, llegando incluso a presidir la Acción Católica del pueblo. A los 11 años se fue a vivir sola a una pensión en Santiago y allí estudió para maestra en una Escuela Normal. En esa época ingresó a las Juventudes Comunistas y resultó elegida como presidenta de la Federación de Estudiantes Normalistas.

En 1963 integró el comando juvenil de la candidatura a presidente de Salvador Allende (por ello afirmó mucho tiempo después: “Nací allendista a la vida política”), fue proclamada Secretaria General de las Juventudes Comunistas y ese mismo año se casó con un compañero de militancia y estudiante de Ingeniería, Jorge Muñoz. Al año siguiente participó activamente en la campaña de Allende en la elección donde fue ungido como presiden-



te el demócrata-cristiano Eduardo Frei Montalva, padre de quien luego ocupara el mismo cargo 30 años más tarde.

Durante el período en que presidió las Juventudes Comunistas se desarrolló un fuerte movimiento estudiantil en reivindicación de la Reforma Universitaria del 18, con las Juventudes a la cabeza de esas luchas.

Con sólo 24 años, en 1965, fue elegida diputada, constituyéndose en una de las parlamentarias más jóvenes de la historia de Latinoamérica. En ese cargo fue reelecta en dos oportunidades. A fines de los 60, tuvo una importante participación en la gestación de la Unidad Popular, movimien-

to de izquierda que llevó a Salvador Allende a la presidencia de la Nación el 4 de setiembre de 1970.

Participó activamente de los mil días de gobierno de la Unidad Popular: “Años hermosos que terminaron violentamente”, dijo tiempo más tarde. La mañana del 11 de setiembre de 1973 llamó por radio a resistir el golpe: “Cada cual en su puesto de combate, mantengamos la moral en alto y defendamos lo que el pueblo ha conquistado”. En diciembre, por decisión del partido y en contra de su voluntad, se asiló en la embajada de Holanda donde permaneció ocho meses, hasta que se le permitió salir del país. Sus hi-

jos, Rodrigo y Alvaro, quedaron bajo el cuidado de los abuelos paternos, mientras que su marido fue detenido y posteriormente desaparecido en 1976.

En 1978, decidió retornar a Chile y pasó a la clandestinidad, encabezando durante 12 años la resistencia a Pinochet. Tras casi 15 años sin ver a sus hijos, se reencontró con ellos en 1987 en Bariloche. No podía distinguir cuál era Alvaro y cuál Rodrigo...

Apoyó la creación del Frente Patriótico Manuel Rodríguez (FPMR) y respaldó acciones como el uso de las armas y el atentado contra Pinochet. “Existía un sentimiento colectivo de que había que eliminarlo”, declaró hace algunos años. Al fracasar el magnicidio, el PC fue aislado. “El temor al pueblo organizado aceleró la salida pactada entre dictadura y oposición”, denunció Marín, y se opuso a participar del plebiscito del 88 que puso fin a la dictadura del tirano. Consecuente con sus ideas, su posición de entonces la enfrentó con la mayor parte del progresismo chileno, que se movilizó activamente a favor del NO a Pinochet.

Con la democracia recuperada, se sumó a las contiendas electorales. En 1997, aspiró al Senado y obtuvo un meritorio 15 por ciento, mientras que en 1999 se convirtió en la primera mujer en postularse a la presidencia, hecho que hoy se convierte en más significativo cuando es probable que Chile tenga el año próximo presidente mujer. También fue la primera en querrelar contra Pinochet y en declarar en el proceso iniciado por el juez español Baltasar Garzón, que tuvo al dictador trasandino dos años detenido en Londres.

El respeto unánime que recibió en los últimos años le trajo aparejado el mote de “la Roja de todos”, usando un juego de palabras que emparenta a su ideología y su reconocimiento con el nombre con el que se conoce en Chile a la selección de fútbol. ■

La matemática en las ciencias humanas

Números que meten miedo

por Andrés Fidanza*

Ilustraciones: Santiago Erausquin

Desde considerarla fundamental hasta mirarla como el enemigo, o incluso ignorarla, las ciencias humanísticas no dejan de tener una relación conflictiva con la matemática y, por lo menos en nuestro país, el debate demuestra tener una dinámica muy lenta: recién a partir de este año, por ejemplo, la carrera de Psicología de la UBA tiene a Matemática como materia obligatoria. En esta nota, especialistas en educación, académicos pro-matemática y “damnificados” muestran sus posiciones.

“Si estoy entre Psico, Socio o Letras, ¿la matemática para qué me sirve?”, podría preguntarse, y de hecho lo hace, cualquier Julieta o cualquier Martín con la alegría o petulancia de la que hoy son capaces las Julietas y los Martines.

“Porque sí... lógicamente, se precisa”, sería una respuesta pero, en ese caso, la nota se acaba ya; además somos demócratas y, por esto, nos toca un camino largo, mejor, de palabras y argumentos. La pregunta, entonces, por la necesidad de la matemática en carreras universitarias a primera vista no afines, por simple o remanida... vale.

Primero, y esto lo dijo hasta Platón, la matemática no involucra solo cuentitas: “Ningún arte y ningún conocimiento pueden prescindir de la ciencia de los números”; además, “hay una diferencia absoluta entre el versado en geometría y el que no lo es, y hasta los que no lo son, cuando se han ejercitado en el cálculo, aunque no deriven de él ninguna otra ventaja, sí logran, al menos, volverse más sutiles de lo que eran antes”.

Platón distinguía una matemática pura, formativa, que “atrae el alma hacia la verdad”, de otra aplicada, meramente instrumental, “la de los comerciantes”, y por supuesto, recomendaba la primera.

Actualmente, es claro que Platón exageraba, que, con el discurso trascendente del alma y la verdad, se pasó. Lo explica mejor Alicia Camilloni, profesora de Filosofía y Pedagogía, vicerrectora de la Universidad de Palermo y, entre 1986 y 2002, secretaria de Asuntos Académicos de la UBA: “El viejo presupuesto platónico según el cual la matemática desarrolla casi instantáneamente la razón, hoy no se sostiene”.

Sin embargo, subsiste, problematizado, algo de aquella distinción. Camilloni plantea que la matemática tiene una importante arista instrumental: “La estadística, la operatoria de métodos cuantitativos, son una herramienta clave para ciertas carreras humanísticas. Otra cuestión es si la matemática propicia el razonamiento deductivo, la capacidad de abstracción”.

Aceptar la estadística como área de apropiada interacción entre matemática y ciencias que manejan abundantes datos resulta, en términos generales, menos problemático que convenir sobre la segunda, propedéutica, cuestión. En definitiva, ¿hay transmisión de procesos de pensamiento formal propios de la matemática más allá de la mera transferencia de contenidos?

Bertrand Russell creía que sí y sabía expresarse: “Con el álgebra se enseña por



primera vez al espíritu a examinar verdades generales, que no se formulan como únicamente verdaderas para tal o cual cosa particular, sino para todo un grupo de cosas. En la facultad de comprender y descubrir esas verdades reside el dominio del intelecto sobre el mundo de cosas reales posibles, y la aptitud de ocuparse de lo general en sí es uno de los dones que debería otorgar una educación matemática”.

“¿Qué matemática puede ser útil a los profesionales no matemáticos? Estos la necesitan únicamente por sus aplicaciones, y basta con que tengan de ella una comprensión intuitiva”.

Pero Rusell, en vida, se dijo todo. Lo suyo, claro, también es plausible de objeción. Desde un enfoque —digamos— epistemológico, Silvia Rivera (profesora de Filosofía, docente en la Facultad de Ciencias Sociales y de Pensamiento Científico del CBC) nos comenta con agudeza: “En tiempos modernos la matemática es considerada ‘el’ lenguaje de la naturaleza, ‘necesaria’ para acceder a la comprensión de su estructura; así las ciencias formales se ubican fuera de los condicionamientos del mundo de la praxis, instaurando normas incuestionables”.

En el mismo sentido, algo menos... ¿radical?, Halina Stasiejko (da Psicología en el CBC y Psicología General en esa Facultad de la UBA) le da la bienvenida a la matemática “siempre que sirva para entender una realidad compleja... pero cuidado, se trata de un dominio del conocimiento, hay otros, y no toda la realidad se puede explicar matemáticamente”.

Cuestionamientos válidos, peleadores, interesantes... y sin embargo, en la pregunta de inicio parece subyacer una especie de inmediatez práctica más prolijamente resuelta por el gran mate-

Matemática y literatura

Para complejizar las cosas, hablamos con el escritor y matemático, Guillermo Martínez (ganador del Premio Planeta 2003 por su novela *Crímenes Imperceptibles*), que cuenta que su formación de matemático se filtra en su escritura, “en la prosa, en la manera de escribir y construir”.

Arremetemos, entonces, ¿matemática sí, para carreras presuntamente no afines? Martínez contesta: “Sin fanatismos, creo que debería incluirse en todas las carreras. ¿Por qué? Porque es una disciplina que enseña a calibrar la extensión de las definiciones, a precisar el alcance de una afirmación, a relativizar y criticar las conclusiones propias y ajenas. Enseña las distancias entre lo necesario y lo suficiente, entre el alguno y el para todos. Enseña las fronteras y peligros de las generalizaciones, la importancia de la precisión de los términos en debate, a crear nuevos conceptos que se diferencian infinitesimalmente de otros, a buscar con hones-

tad intelectual el fundamento racional en las discusiones para dirimirlas, finalmente, con un contraejemplo o una demostración. Y todo esto sin el peso agobiante que representan en otras disciplinas los criterios de autoridad, las tradiciones, los prejuicios, los factores de poder. Es decir, la matemática, en relación con las demás disciplinas del conocimiento, debería funcionar como un laboratorio de ensayos, una gimnasia de entrenamiento, una cantera de ideas en el ejercicio de la lógica y las distinciones conceptuales, la matriz básica del pensamiento científico.

En algunas carreras, como Filosofía, me parece francamente vergonzoso que la matemática no se incluya como materia obligatoria. En otras, como Psicología, la enseñanza rigurosa de la matemática permitiría poner al descubierto imposturas intelectuales de quienes la usan por su prestigio en analogías ligeras o directamente falsas”.

mático fallecido Luis Santaló (doctor en Ciencias Exactas, profesor emérito de la UBA): “¿Qué matemática puede ser útil a los profesionales no matemáticos? Considero que éstos la necesitan únicamente por sus aplicaciones, más como medio que como fin, y basta con que tengan de ella una comprensión intuitiva que les permita ver cuándo y cómo aplicarla. Para ellos es fundamental que los encargados de diseñar los planes de estudio tengan en cuenta el valor formativo de la matemática y los temas a informar en cada particular carrera profesional”.

En esta misma línea, ¿la anhelada tercera posición?, Alicia Camilloni sostiene: “La matemática enseña a modelizar problemas, como el ajedrez, y si bien esto podría hacerse con otra disciplina, la matemática compone múltiples modelos y, por su versatilidad, sirve”.

Sobrevendamos, llamemos polémica al cruce de argumentos recién esbozados. Ahora bajemos la abstracción: de la polémica al mundo, del mundo a la Argentina y de ahí a la UBA.

Jarabe, remedio, elixir

Dijimos ya que, en su faceta más instrumental, la matemática no presenta tantos cuestionamientos en carreras aparentemente no conectadas... Para ser sinceros: más o menos. Diez de diez estudiantes avanzados de Sociología nos ladraron al referirnos a las herramientas cuantitativas de investigación. Recordemos que Socio tiene tres Metodologías de la Investigación y una exclusiva para Métodos Cuantitativos; otras carreras como Psicología, Comunicación Social, Relaciones del Trabajo y Trabajo Social también presentan Metodologías o Estadística en su

¡Psicólogos, a los números!

La decisión del Consejo Superior de la UBA de incorporar Matemática como materia obligatoria para el CBC de Psicología (hasta el año pasado se podía optar por Antropología) armó revuelo. Aquí, el “imperdible” mapa con las opiniones de distintos actores:

Consejo Superior: El argumento “oficial” refiere a que para que Psicología integrara el núcleo de carreras de la Salud debía incorporar Matemática.

Decana de Psico, Sara Slapak: Sucinamente, nos explica que Matemática “mejorará el aprendizaje de la estadística, herramienta imprescindible para la investigación”.

Estudiantes: En un foro educativo, 17 de 20 se oponen, hablan de “filtro” y de que, en parte, eligieron una carrera humanística para eludir matemática. Uno agrega que la subjetividad no es medible.

Docente de Salud Pública y Mental en Psico, Isabel Corzón: “Odio matemática pero creo que sirve. Además, no es un invento nuevo, en el 68 tuve matemática (es-



tuvo hasta 1973) y me la banqué, porque una cosa es tener un oficio y otra es ser un profesional. Encima, en este país no hay estadísticas, por ejemplo, sobre cuánta gente muere de esquizofrenia”.

Halina Stasiejko: “Me da mucha pena que no se dé más Antropología. Ahí también perdemos cruces disciplinarios interesantes”.

currícula, pero sólo Psicología tiene Matemática como materia obligatoria del CBC, mientras, para Filosofía, es optativa.

“Mucho a los chicos no les gusta la estadística –nos explica una docente de Metodología de Socio–, se inclinan más por la teoría que por la estadística; de todas formas entienden que es necesaria y se la toman como un jarabe feo pero inevitable”.

Metáfora farmacéutica al margen, la inclusión “pedagógica” de matemática en este sentido encuentra argumentos definidos (o no tan rebatidos). Volvamos a su papel formador del pensamiento lógico formal.

Aquí, Camilloni hace una distinción interesante: por un lado, existe una formación básica en matemática que se relacio-

na con lo que uno pretende estudiar (Estadística para, por ejemplo, sociólogos); por otro, hay una cultura matemática general, casi de sentido común, a la que toda persona debería aspirar. ¿Casi como un derecho humano? “Sí, algo hoy día imprescindible para poder leer el diario, interpretar un discurso político, tomar decisiones respecto a un préstamo, o hasta sobre las probabilidades en una fertilización asistida. Y esta educación que corresponde a Media, pero la Escuela no siempre cumple, recae en la Universidad y el CBC que, reconozcámoslo, no es nada difícil”.

Como otras veces, hablar de la universidad es hablar de la escuela. Así, la UBA, más que agregar conocimiento, debe resituir el no alcanzado.

Pero como las cosas pasan una vez pero eternamente, la dificultad en matemática, el desencuentro que presenta entre escuela media y universidad, son hoy temas universales. Independientemente de cierta inocultable endogamia y ausencia de interdisciplina locales –no exclusivas tampoco de nuestro tema– aquello mismo sucede en grandes universidades del mundo.

La directora de UBA XXI, Silvia Fridman, que, simplificando, es pro-matemática en carreras no afines y que, dicho de paso, reconoce que “el CBC intenta suplir las falencias del secundario y que, así y todo, no alcanza”, se refiere a los exámenes de ingreso que se toman para la maestría y el PHD (nuestro doctorado) en Estados Unidos: “Son todos problemas matemáticos y la mayoría de los aspirantes sólo resuelve un 30 o 40 por ciento”.

En Europa, a caballo del Proceso de Bolonia, que apunta a cierta unidad en educación superior para el 2010, ahora mismo un español y un alemán se pelean por definir cómo elevar los conocimientos matemáticos obligatorios para todos los ciudadanos europeos de 16 años. Y, con esa base, qué matemática impartir en la universidad en función de la carrera elegida.

El año pasado en una conferencia de decanos y profesores realizada en Alicante, España, se dijo:

“La construcción matemática no es ajena a lo humano. Incluso, es prácticamente imposible encontrar una rama de la matemática creada sin razón. Hay construcciones que pretenden responder preguntas propias de la Matemática, o problemas de otras ciencias (Física, Economía, Sociología, etc); también pueden surgir en respuesta a problemas cotidianos; o incluso a motivaciones estéticas, en mera búsqueda de belleza”.

Reformismo de interdisciplina fuerte y una matemática que se da con todos... lo que se dice un verdadero horror para muchos de nuestros Martines y nuestras Julietas. ■

** Periodista. Columnista del programa “Esto que pasa” de Pepe Eliashev.*

Las enseñanzas del maestro Ciruela

¡Aguante la fuerza centrífuga!

Hoy les voy a contar qué fuerzas centrífugas me expulsaron precipitadamente del Comité de Físicos Encumbrados, y me obligaron a ejercer la docencia escondiendo mi identidad.

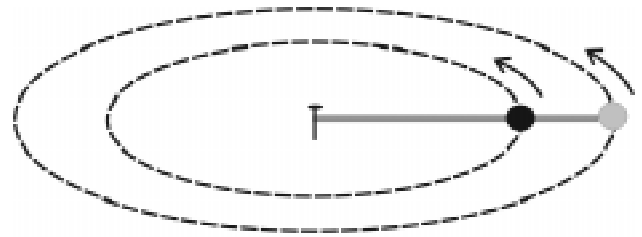
Todo comenzó en un curso en el que mis alumnos insistían con que las fuerzas centrífugas no existían, que sus anteriores docentes —y también los futuros, por qué no— les habían jurado y perjurado que las fuerzas centrífugas no son interacciones verdaderas, y suponer su existencia era una prueba de la más perversa ignorancia científica. Yo sólo había dicho tímidamente que la sola aceptación del principio de acción y reacción hacía inferir que si había una fuerza centrípeta (de la que nadie dudaba, ni mis alumnos, fíjense) entonces su par de interacción podía ser centrífugo, ya que los pares de interacción tienen sentidos opuestos y el sentido opuesto a la centrípeta habitualmente es centrífugo. En ese momento no insistí porque temía por mi integridad física (creo que ya antes les hablé de mis alumnitos...).

Sin embargo, cuando llegué a casa decidido a presentar batalla, hice una breve investigación bibliográfica. Para mi sorpresa, casi todos los textos de Física que tenía —el Tipler, el Resnik, el Alonso, el Sears, el Hewitt, el Roederer, el Feynman, el Gettys... verán que no tengo pocos— decían exactamente lo mismo que mis pichones. Varios textos, inclusive, degradaban a las supuestas fuerzas centrífugas a la condición de fuerza ficticia o pseudofuerza. Y otros —eso era lo peor— postulaban las condiciones en que podía aparecer una fuerza ficticia: esto es un sistema no-inercial, y *definían*, a partir de esas condiciones qué era una fuerza centrífuga... qué vivos.

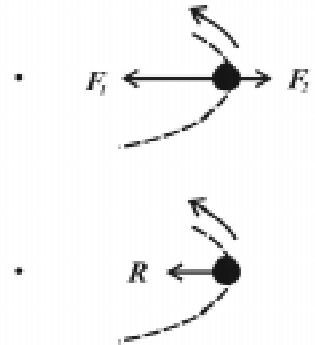
También abrían el paraguas casi todos los autores sobre el error común que cometen los legos de suponer la existencia de una fuerza centrífuga cuando no la hay, y en no advertir la interacción centrípeta donde y cuando corresponde. Por evitar un error, cometieron otro doble.

Eso fue lo que les expresé a mis colegas en la reunión anual. Que si se definía fuerza centrípeta (con auténtico derecho literal) como una fuerza que apunta permanentemente hacia un punto (centro de un movimiento circular), entonces, con idéntico criterio, fuerza centrífuga era una interacción que apunta permanentemente desde ese punto hacia afuera. Que cualquier otra definición para fuerza centrífuga debía ser no contradictoria con la anterior para no violentar significados tan claros y explícitos. Centrífugo es lo que apunta radialmente hacia afuera; eso es inmodificable. Además, les dije que yo encontraba permanentemente esas interacciones, que me resultaban muy simpáticas, y les mostré algunas.

Por último, les aseguré que aceptaba, y de muy buen grado, que cuando un cuerpo gira, la suma de todas sus interacciones debe apuntar hacia el centro de rotación. Pero les advertí que no hay ninguna restricción para que dentro de esa sumatoria de fuerzas haya alguna centrífuga. Esa fue la última vez que pisé el Centro, del que tuve que fugar sin mis credenciales. Desde entonces uso bigotes y me hago llamar Ciruela.



Esquema de dos cuerpos girando atados por cuerdas. Sobre el cuerpo que gira más adentro actúan dos fuerzas, una para adentro, F_1 , que realiza la cuerda que la une al centro; y otra para afuera, F_2 , que realiza la soga que lo ata al cuerpo exterior. F_1 es centrípeta, y F_2 centrífuga, cualquiera se da cuenta. La suma de ambas, R , es centrípeta.



Frases Imperdibles

4

“Cuatro son las cosas que no pueden ocultarse durante largo tiempo: la ciencia, la estupidez, la riqueza y la pobreza”.

Averroes,
Filósofo árabe (1126 -1198)

HUMOR

por Daniel Paz

El Gobierno de la Ciudad de Bs. As. y la Municipalidad de Hamelin inician un exitoso programa para erradicar a los roedores de la villa 31



La universidad en un mundo de tensiones

Risieri Frondizi
Buenos Aires, 2005
EUDEBA, 360 páginas.



Treinta y cinco años perdiendo el tiempo. Esa es la sensación que nos deja la lectura del libro que se editó por primera vez en 1971 y que contiene las bases fundamentales de la universidad de excelencia que una vez tuvimos y que destruyó a bastonazos una dictadura militar.

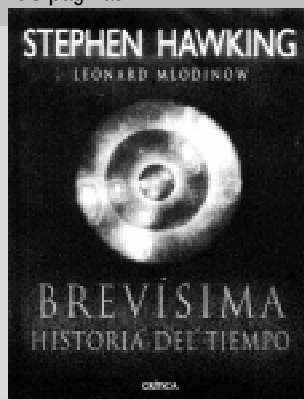
Risieri Frondizi fue el rector de la UBA de 1957 a 1962 y uno de los padres intelectuales de la “Década de oro”, mote que destaca sus importantes logros y reconocimientos a nivel internacional.

¿Cómo fue posible una transformación tan radical en tan poco tiempo? Leyendo *La universidad en un mundo de tensiones* se advierte que no fue casualidad. Cada una de las grandes cuestiones que debe enfrentar la universidad aparece abordada en el texto, y acompañada por un análisis histórico, un encuadre filosófico y universal, y una propuesta concreta para resolverla. Desde temas generales como la formación profesional y la investigación científica hasta cotidianos como los exámenes y las modalidades de ingreso, todo está ahí, y no hace falta buscar más.

Prologado por el actual rector, Guillermo Jaim Etcheverry, mentor de este acierto editorial y cultural, el texto deslumbra por la claridad expositiva, la concreción y la audacia. La pregunta que resta sería: ¿sigue vigente la problemática que plantea Frondizi? Usted decidirá.

Brevísima Historia del tiempo

Stephen Hawking, Leonard Mlodinow
Barcelona, 2005
Crítica, 198 páginas.



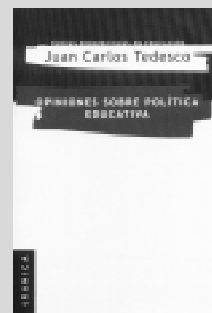
Historia del tiempo, el famoso libro de Hawking, fue uno de los más vendidos de la historia. No deja de ser sorprendente que un libro que habla de las cuestiones más difíciles de la ciencia actual pueda convertirse en algo tan popular. Es que plantea los interrogantes fundamentales de la humanidad: ¿qué sabemos realmente del universo?, ¿cómo lo sabemos?, ¿de dónde procede y a dónde se dirige?

Brevísima Historia del tiempo es una nueva versión del original, editada con un criterio de divulgación científica más amplio y, a la vez, más estricto. Por un lado, se excluyeron los desarrollos más técnicos, por el otro la prosa es más clara y directa. Hay otros nuevos atractivos dignos de mención. En primer lugar, la actualización de los contenidos, dato para destacar teniendo en cuenta que en los últimos 15 años se han acumulado importantes novedades y descubrimientos para incorporar a la historia. En segundo lugar, la edición es de lujo, con fotografías e ilustraciones a todo color, tapas duras y papel brillante que le dan a la obra el realce que merece.

Este extraordinario libro que le valió a Hawking su popularidad es un desafío para gente con audacia intelectual. El lector debe estar dispuesto a enfrentarse cara a cara con Dios y medir las posibilidades de que exista un Creador.

Opiniones sobre política educativa

Juan Carlos Tedesco
Buenos Aires, 2005
Granica, 168 páginas.



Cuando se habla de educación, Juan Carlos Tedesco es un referente obligado. La serie de artículos periodísticos que integran este volumen -tanto notas como reportajes- explican claramente por qué es así. Tedesco habla claro, en el lenguaje de los maestros, de los profesores, de los alumnos, de los padres, de la gente.

Presentado por Silvina Gvirtz, *Opiniones sobre política educativa* aborda la problemática educativa desde todos los niveles: primario, secundario y universitario; desde muchas ópticas: sociales, políticas, filosóficas; y en diversas situaciones concretas: la capacitación docente, la tecnología en la escuela, el acceso a los estudios superiores, la deserción escolar, la violencia en la escuela y la evaluación y el análisis de los resultados de la enseñanza, entre otros. En el discurso de Tedesco tiene preeminencia el principio de realidad: y eso se desprende de que sus ideas están firmemente sujetas a lo posible, a lo político, a lo estratégico.

A la hora de las propuestas, llegan claras y concretas. No esconden la ideología progresista y democrática, y la voluntad de apuntar a la excelencia y la equidad. En sus palabras: “Una educación de buena calidad es aquella que cumple con los dos pilares fundamentales que definen la educación del siglo XXI: aprender a aprender, y aprender a vivir juntos”.

Asquerosología**La ciencia de las cosas que dan asco**

Sylvia Branzei

Ilustrado por Jack Keely

Buenos Aires, 2005

Ediciones Iamiqué, 82 páginas.



El propósito, según reza la introducción, es que “todos puedan disfrutar y apreciar el lado más asqueroso de la vida”. Se trata de *Asquerosología*, la versión en castellano de *Grossology*, de la norteamericana Sylvia Branzei, adaptada y editada por Carla Baredes e Ileana Lotersztain, responsables de la editorial Iamiqué.

El “inmúndice” da cuenta de tres secciones. En la primera, “Asquerosidades blanditas, pegajosas y barrosas”, se describen las características de vómitos, mocos, diarrea, cera de la oreja y granos, entre otros. La segunda, “Asquerosidades olorosas y apestosas”, se ocupa de eructos, mal aliento, pies olorosos. Por último, “Asquerosidades con costras y escamas” trata acerca de la caspa, las lagañas y el sarro dental.

Asquerosología brinda explicaciones rigurosamente científicas, pero no por ello menos asquerosas, de los componentes químicos del vómito, de las lágrimas o de las lagañas. Y también responde esos interrogantes inconfesables sobre las razones del color peculiar de los mocos o de la caca, o el por qué de ciertos olores desagradables. Pero también hay consejos – por ejemplo, para mantener el acné bajo control – experimentos y datos curiosos.

Un estímulo para que los jóvenes lectores se conviertan en verdaderos “asquerosólogos” y puedan explicar su cuerpo de manera científica, y divertida.

La ciencia en el aula

Gabriel Gellon, Elsa Feher, Melina

Furman, Diego Golombek

Buenos Aires, 2005

Paidós, 264 páginas.



Los científicos suelen desconfiar de la pedagogía. Los pedagogos suelen tenerle idea a la ciencia. En el medio quedó un terreno árido y pedregoso en el que no es fácil ser fecundo sin calcinarse en el intento. En este libro escrito por Gabriel Gellon, Elsa Rosenvasser Feher, Melina Furman y Diego Golombek, que además de científicos parecen humanos, hay un toque de frescura: un hallazgo, para saciarse la sed.

Lo que nos dice la ciencia. De cómo enseñarla, tal el subtítulo del libro, es el oasis que nadie había visitado antes. Se puede enseñar ciencia procediendo del modo que lo hace la ciencia. A partir de esta tesis central, los autores se arremangan y desarrollan un texto meticuloso, prolijo y didáctico.

La tarea es ardua: se destacan cinco aspectos del funcionamiento de la ciencia: empírico, metodológico, abstracto, social y contraintuitivo; y se los traslada a las prácticas pedagógicas para desarrollar en el aula o el laboratorio con estudiantes de carne y hueso, que ellos conocen bien, y se nota. También se ilustran las prácticas con numerosos ejemplos de contenidos diversos: química, biología, física y astronomía, que deleitará a los docentes de ciencias naturales de escuela media para quienes *La ciencia en el aula* está dirigido especialmente.

Para qué sirve la tecnología**Un desafío para crecer**

Ricardo A. Ferraro

Colección Claves para todos

Buenos Aires, 2005

Capital Intelectual, 125 páginas.



El objetivo de Ricardo Ferraro –profesor de Política Tecnológica en la Maestría de Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología de la UBA– no queda en la mera reflexión en torno a las respuestas posibles a la pregunta que da título al libro, sino que se orienta a proponer cambios en un sector que, si bien padece “carencias materiales y falta de claridad y sensatez”, también brinda motivos para un “sereno optimismo”.

La tecnología, para el autor, no consiste en artefactos, sino en el conocimiento que ellos llevan incorporado y en la forma en que la sociedad puede usarlos. Ferraro asegura que la próxima ola de fuerte crecimiento tecnológico estará asociada a la biotecnología, la producción de energía, la nanotecnología y los nuevos materiales. Por supuesto, para que esto tenga lugar, el aprendizaje es un eslabón fundamental. En tal sentido, el autor dedica un capítulo a la educación, y ofrece una serie de directivas para el área de la enseñanza superior.

La producción de conocimientos no constituye una prioridad en la agenda social de la Argentina. No obstante, el autor se muestra optimista: una mejora en la calidad y alcance de la educación nos pondrá más cerca de producir un avance considerable en ciencia, tecnología y desarrollo social.

Los olímpicos

Nuestros equipos participantes en olimpiadas de Química durante este año estuvieron de parabienes. Repitiendo la performance de 2004, hubo oro para la Argentina en la X Olimpiada Iberoamericana de Química, realizada esta vez en Lima, Perú, entre el 14 y el 21 de agosto, y de la que participaron 51 alumnos secundarios de 14 países de la región. El total de las medallas obtenidas fue: dos de oro y dos más de plata, completándose así una destacada actuación.

El mejor examen de la competencia fue el de Ariel Piek, de la escuela Nro. 479 "Dr. Manuel Pizarro" de la ciudad de Santa Fe. También se llevó el oro Víctor Oestreicher, de la escuela Nro. 27 "Hipólito Irigoyen" de la Ciudad de Buenos Aires. Las medallas de plata fueron para Daiana Capdevilla, del Nacional de Buenos Aires, y para Miguel Portillo, de la escuela Nro. 2 "República de Venezuela" de Merlo, Provincia de Buenos Aires. La delegación de la Argentina concurre acompañada por Oscar Varela y Vicente Povse, ambos docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Ya en el mes de julio, en la 37a Olimpiada Internacional de Química celebrada en Taiwán, el equipo argentino había traído una medalla de oro y tres medallas de plata, finalizando séptimo entre un total de 59 países que participaron de la competencia.

Los estudiantes de secundario participan de olimpiadas a través del programa Olimpiada Argentina de Química, que se desarrolla en de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y cuenta con el auspicio y financiación del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.



EUREKA EN LA RADIO

Si hace rato que no se encuentra en el dial con un programa dedicado a la ciencia, puede dejar de esperar. Eureka estará en el aire todos los martes de octubre y noviembre en FM 99.5 MHz, Radio Palermo, en el horario de 19 a 20.

Eureka es un programa de divulgación científica producido y realizado íntegramente por alumnos de cuarto año de la Licenciatura en Comunicación Social y Periodismo de la Universidad CAECE en el marco de la cátedra "Práctica Profesional de Radio".

A cargo de la cátedra, y del programa, se encuentra Gabriel Stekolschik, periodista y bioquímico, quien afirma que Eureka se trata de "una actividad pedagógica cuyo objetivo es, por un lado, brindar formación profesional a los futuros egresados y, por otro, constituir una actividad de extensión universitaria con intención de democratizar el conocimiento".

EL RADIOTELESCOPIO MÁS GRANDE DEL MUNDO, ¿EN LA ARGENTINA?



La competencia para ser sede del radiotelescopio más grande del planeta ya comenzó, y Argentina participa. Square Kilometre Array (SKA) es el nombre de este megaemprendimiento que requerirá mil millones de dólares para ponerlo en pie. "Como sus iniciales (en inglés) lo indican, será un radiotelescopio con un área colectora de un millón de metros cuadrados, equivalente a más de 100 antenas simples de 100 metros de diámetro cada una. Será así 100 veces más grande que el mayor radiotelescopio que existe en la actualidad", precisan desde el Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR).

Australia, China y Sudáfrica son los otros contendientes que también aspiran a albergar en su territorio este proyecto. "En septiembre de 2006 se definirá el lugar elegido para instalar esta herramienta según la decisión del Consorcio Internacional del proyecto integrado por más de 15 naciones que financian la iniciativa", precisa la doctora Gloria Dubner del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) e integrante del Comité argentino de SKA, que cuenta con el apoyo oficial de la secretaría de Ciencia y Técnica y CONICET.

Actualmente, los científicos argentinos reúnen minuciosa documentación para ser presentada ante el Comité Internacional SKA integrado por Estados Unidos, Unión Europea, China, India, Australia, entre otras naciones. "El sitio propuesto por Argentina para la posible instalación del SKA se encuentra en la provincia de San Juan, en cercanía del Complejo Astronómico El Leoncito. Allí se instalará el núcleo del aparato de cinco kilómetros de diámetro, y de ahí partirán cinco brazos que se extienden unos 3.000 kilómetros con un total de 5.000 antenas distribuidas en forma logarítmica; es decir, al principio las estaciones se ubicarán más cercanas, y luego más lejanas entre sí. Las antenas llegarán hasta Brasil, país con el que se planea firmar un acuerdo", indica Dubner, investigadora principal del Conicet.

Ocho mil veces más veloz que cualquier instrumento de su tipo, este aparato comenzaría a construirse en 2010 y estaría listo en el 2020. ¿Qué podrá hacer el SKA? "Permitirá a los astrónomos ver los inicios del universo, incluyendo la formación de las primeras estrellas, galaxias y otras estructuras. Esto podrá echar luz sobre el nacimiento, y eventual muerte, del cosmos. El SKA también revolucionará otras áreas de la astronomía y hará contribuciones únicas a la física y sus teorías básicas", indican desde el Consorcio Internacional SKA.

ENCUENTRO SOBRE EDICIÓN CIENTÍFICA

Organizado por el CAICYT, se realizó en el palacio Pizzurno entre el 5 y el 6 de octubre el Primer Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos. Se congregaron especialistas de toda Latinoamérica y también de España para tratar temas relacionados con la edición científica, la situación de las publicaciones latinoamericanas y la influencia de las nuevas tecnologías en los modos de edición. Luego de la apertura oficial con palabras del Presidente del Conicet y del Secretario de Ciencia y Tecnología, en las cuales se prometió apoyo al desarrollo de las publicaciones nacionales, el director del CAICYT, Mario Albornoz, abrió el ciclo con un racconto de la historia de las publicaciones científicas y de la particular situación de las revistas latinoamericanas, las cuales, a diferencia de las revistas europeas o norteamericanas, tienen la característica de estar hechas por instituciones y no por editoriales comerciales.

La estrella del evento fue sin duda la jornada dedicada al Open Access (Acceso Abierto), que intentó poner luz a nuestros editores sobre los nuevos sistemas de publicación on-line con acceso abierto que varios países de Latinoamérica están implemen-



tando y que en Argentina tiene una punta de lanza en el Núcleo Básico de Revistas (promovido por el CAICYT) que intenta crear las condiciones para que nuestras publicaciones puedan acceder a este medio.

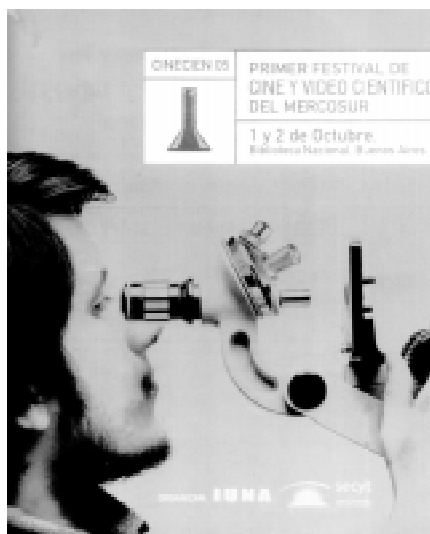
Este mismo tema (el aumento de visibilidad e impacto que permite a las revistas el Acceso Abierto) trajo aparejado el debate crítico más interesante del evento, que puso en cuentacionamiento el sistema de valora-

ción de las revistas nacionales a la hora de otorgar puntaje a los investigadores. También se trató el tema de la gestión de derechos de autor, cómo se ven afectados éstos con la transposición de las publicaciones a medios digitales, la necesidad de firmar contratos y contemplar los usos de los artículos científicos en diferentes formatos, y la reciente implementación de licencias electrónicas.

PASÓ EL FESTIVAL DE CINE CIENTÍFICO

Durante el primer fin de semana de octubre, la Ciudad de Buenos Aires fue protagonista de una experiencia inédita en la región: el Primer Festival de Cine y Video Científico del Mercosur, dedicado a la premiación de videos didácticos, series documentales para TV y largometrajes de ficción o documentales. Organizado en forma conjunta por la Secretaría de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva (SECyT) y por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, y con sede en la Biblioteca Nacional, el festival incluyó en esta, su primera edición, más de 80 trabajos audiovisuales de diversos países. También hubo mesas redondas, retrospectivas y charlas relativas a la temática de la producción audiovisual.

El jurado, compuesto por Jorge Prelorán, Ruth Ladeheim, Leonardo Moledo, Diego



Golombek y Juan Bautista Stagnaro, otorgó tres premios principales y cinco menciones especiales. Los premiados fueron "El camino de



Horus", de Livio Pensavalle; "Yachep, el tiempo de los frutos", de Valerio, Infantino, Raffo y Boulls; y "Ritual da vida", de Edgar Da Cunha.

Además de anunciar el compromiso por la continuidad de las siguientes ediciones del festival, el titular de la SECyT, Tulio Del Bono, presentó en el acto de cierre el proyecto de creación de una productora de medios audiovisuales, que será conducida por el director cinematográfico Tristán Bauer y tendrá como objetivo centralizar las producciones de las distintas universidades y organismos científicos y apoyarlas mediante una red de articulación.

La fiaca de cortar

por Pablo Coll pecoll@dc.uba.ar
y Gustavo Piñeiro gbsgep@yahoo.com.ar

La vida hogareña y la vida laboral nos exponen a la necesidad de cortar. Pero los matemáticos, criaturas fiacas si las hay, ponen su ciencia al servicio de usar la tijera o la trincheta lo mínimo posible. Al respecto, un ejemplo personal.

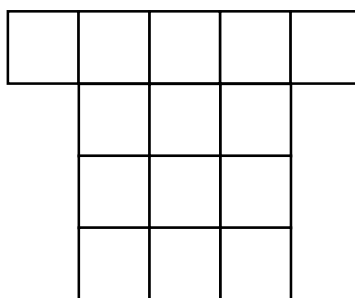
Con el piso recién pulido y plastificado, compré un fieltro deslizante autoadhesivo para poner en las bases de las patas de las tres sillas y la mesa de los chicos. Objetivo: que el plastificado se conserve al menos un par de años. El fieltro viene en planchas rectangulares, de 10,5 cm x 16 cm, dando una superficie total de tantos centímetros cuadrados como horas tiene la semana.

Cada una de las doce patas de las sillas tienen una base de 2,5 cm x 3,5 cm y las cuatro patas de la mesa tienen una base de 3,5 cm x 4,5 cm. Esto quiere decir que la superficie a cubrir con el fieltro es exactamente la misma que el tamaño del mismo.

La tarea del matemático fiaca es recortar 16 parches del rectángulo de fieltro lo más cercanos a las formas de las siluetas de las bases de las patas de mesas y sillas para, de esa manera, poder cubrirlas. En caso de no poder recortar exactamente los 16 rectángulos pedidos, el objetivo es cubrirlos lo más posible desperdiciando la mínima cantidad de fieltro.

Ahora pasemos a un caso menos doméstico. ¿Se preguntaron alguna vez por qué los estadounidenses llaman a las remeras la T-shirt? La respuesta es muy simple. Su forma es muy parecida a la de

una letra "T" como la de figura. En esta oportunidad se la ha partido en cuadrados para tener una referencia de sus proporciones:



El matemático fiaca se encuentra trabajando en una empresa textil. Su jefe le informa que la empresa va a comprar dos nuevos tipos de tela para la confección de remeras como las de la figura. La tarea que le encomienda es la de diseñar la forma de acomodar las remeras



en los paños de tela de manera de conseguir la mayor cantidad de remeras posibles. La primera tela viene en paños de 16 x 16 unidades, la segunda en cuadrados de 200 x 200 unidades.

¿Será posible, en caso de tener un rollo de tela de ancho fijo y largo arbitrario, mejorar los rendimientos de estos resultados? Con rendimiento nos referimos a la cantidad promedio de tela desperdiciada por cada remera que se obtiene de la tela. Habrá que ver. ■

Soluciones del número anterior

Primera prueba: el primero que habla es el Maestro Veraz, que está sentado en el centro. A su izquierda está el segundo que habla, que es el Maestro Mendaz. Del otro lado está el tercero, que es el Equilibrador.

Segunda prueba: la tercera frase es verdadera, las demás son falsas.

Tercera prueba: el cartel de la puerta norte es falso, los otros son verdaderos. La puerta del oeste es la única que lleva al Monasterio. Spock lo piensa y elige otra puerta, por lo que deducimos que se ha arrepentido y que, afortunadamente para nosotros, no se retirará. ■