

5/6
A6e8

EXACTA

m e n t e

AÑO 8 · N° 20 · S 3 · JUNIO DE 2001

ISSN 1514-920X

Debate

Clonación humana

Tecnología

Aprendizaje en robots

Entrevista

Andrés Delich

Medicina

La hormona del apetito

Actualidad

El planetario porteño



Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA

Los anticuerpos monoclonales

La curiosidad como fuente de riqueza



César Milstein

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Buenos Aires

Una publicación de Exactas

Solicite su ejemplar* sin cargo a la
dirección de correo electrónico
revista@de.fcen.uba.ar indicando los
datos personales o institucionales.

* La cantidad de ejemplares es limitada

Consejo Editorial

Presidente

Dr. Pablo Jacovkis

Vocales

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

Staff

Directores

Ricardo Cabrera
Guillermo Durán

Editor

Armando Doria

Supervisión periodística

Susana Gallardo

Jefatura de redacción

Fernando Ritacco

Diseño Gráfico

Santiago Erausquin

Fotografía

Juan Pablo Vittori
Paula Bassi

Colaboradores permanentes

Guillermo Mattei
Guillermo Giménez de Castro
Pablo Coll
Gustavo Piñeiro

Colaboran en este número

Fabio Cohene
Ariel Libertum
Carlos Borches
Pablo Vázquez
Simón Tagtachián

Impresión

Centro de Copiado "La Cópia" 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 Universitaria,
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 FCEyN:
http://www.fcen.uba.ar

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

Editorial

Riesgo país

Una de las características más alarmantes de la grave situación social que se vive en la Argentina es la sensación de desánimo colectivo que se ha instalado, de que nada puede hacerse. Pareciera que alguien, en alguna parte, decide la disminución o el aumento del riesgo país y que los argentinos no tenemos control sobre ello más del que tenemos sobre los terremotos o los huracanes (con el agravante de que los huracanes pueden predecirse y tomarse medidas de prevención, y de los terremotos podemos protegernos mediante construcciones antisísmicas).

A esto hay que sumar la sensación de que la deuda externa no se puede pagar, que el problema hay que enfocarlo de otra manera y que las autoridades económicas presuntamente "progresistas" —que estuvieron al frente de la política económica los primeros quince meses de gobierno de la Alianza—, tuvieron menos imaginación y audacia que las actuales. También pesa en el ánimo de la gente que del escándalo del Senado no se hable más; que, ante la gravísima situación en Salta, algunos miembros del gabinete nacional se irriten ante el único ministro que tuvo, al menos, mínimos reflejos políticos; y que haya larguísima cola en las puertas de las embajadas, con gente que busca convertirse en ciudadanos europeos.

Es evidente que el camino propuesto no lleva a ninguna parte, y que ni siquiera les servirá a los "agentes de los mercados" que manejan

nuestro país y que, si siguen con esta política suicida, se encontrarán con que están degollando la gallina de los huevos de oro.

Es necesario encontrar una alternativa solidaria que saque al país del marasmo en que se encuentra, que desmitifique los conceptos tabúes, que discuta factibilidades técnicas y políticas, que sea un freno al impulso populista antidemocrático de la mano dura. Los universitarios tenemos una gran responsabilidad al respecto: tenemos en muchos casos los conocimientos técnicos, los contactos, la bibliografía y la experiencia como para discutir los problemas y presentar posibles soluciones concretas y factibles. El país creció y vivió sus mejores momentos cuando se priorizaba la educación en todos sus niveles y se garantizaba el acceso a la universidad —y el ascenso social— a estudiantes que no pertenecían a la clase dominante.

Hoy más que nunca, los universitarios debemos desafiar el pensamiento único que parece haberse impuesto, cambiar el eje de la discusión y hacerla girar alrededor de los temas y problemas que nos afectan. Lo peor que podemos hacer es quedarnos en la denuncia testimonial que, si bien es imprescindible, cuando no está acompañada de propuestas inteligentes, sólo servirá para que los historiadores del futuro cuenten con mayores fuentes para explicar la extraña decadencia de un país que parecía tener todo para ser rico y desarrollado y no lo fue.

Pablo M. Jacovkis
Decano de la FCEyN

Sumario

DEBATE	INSTITUCIONALES	MICROSCOPIO
Clonación humana.....4	Semana de la Química.....21	Grageas de ciencia.....34
TECNOLOGÍA	ENTREVISTA	INFORMÁTICA
Inteligencia en robots por Susana Gallardo.....10	Andrés Delich por Armando Doria y Guillermo Durán.....22	Computadoras cuánticas por Pablo Vázquez.....36
MEDICINA	BIBLIOTECA27	MINUTAS
Hormona de la saciedad por Fabio Cohene.....14	PANORAMA	por Ricardo Cabrera.....39
ACTUALIDAD	Darwinia, museo interactivo por Ricardo Cabrera.....28	PSEUDOCIENCIA
Planetario porteño por Armando Doria.....16	MEMORIA	La Tierra hueca por G. G. de Castro.....40
DIVULGACIÓN	Científicos en el exilio.....30	JUEGOS
Las claves del sueño por Fernando Ritacco.....18	NÓBELES	por Pablo Coll y Gustavo Piñeiro.....42
	Física 2000 por Ariel Libertum.....33	

La clonación en humanos

Yo quiero tener un millón de clones

Científicos, religiosos, médicos, profanos, docentes y hasta el canillita de la esquina, todos tenemos algo que decir acerca de la clonación humana. A todos nos intriga, a todos nos conmueve. ¿Pero cuánto hay de real y cuánto de fantasía en este asunto que acaparó la atención del mundo? EXACTAMENTE convocó a Lino Barañao, investigador del Instituto de Bioquímica y Medicina Experimental; a Hugo Obiglio, miembro del Consejo Científico de la Facultad de Bioética del Ateneo Pontificio "Regina Apostolorum" de Roma; y a Susana Sommer, profesora de la materia Etica aplicada de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA, quienes, desde posturas dispares, intentan separar el benu del trigo en esta espinosa cuestión.



Lino Barañao



Hugo Obiglio



Susana Sommer

¿Qué posibilidad existe de clonar un ser humano?

Lino Barañao: La posibilidad actual es realmente baja dado que todavía no se ha logrado reproducir en monos la experiencia que generó a Neti y a Ditto, en el Centro de Primates de Oregon. De hecho, ni siquiera estos dos ejemplares son clones entre sí, sino que provienen de células aisladas de embriones diferentes. Esto indicaría que la clonación en primates es aún más difícil que en otros mamíferos. El problema consiste en que no se puede poner a punto la técnica de clonación en humanos sin incurrir en un acto criminal, ya que la gran mayoría de los embriones implantados conduciría a abortos o a trastornos posiblemente irreversibles. No obstante, no es posible descartar que dentro de algunas décadas la clonación humana ofrezca márgenes de seguridad comparables a las técnicas de reproducción asistida usadas actualmente. En ese caso los problemas éticos serán de otra índole.

Hugo Obiglio: Depende del alcance etimológico de la palabra. Desde el punto de vista subjetivo, la posibilidad equivale a la probabilidad. Ahora bien, si analizamos el término "posibilidad" desde un ángulo moral, es posible todo aquello que no es contrario a la ley natural o a norma moral alguna. En este aspecto, la clonación hu-

mana no escapa a la limitación que impone el respeto a la identidad biológica del hombre. Si vemos lo ocurrido en el Roslin Institute de Edimburgo, después de experimentar con mamíferos superiores se han obtenido ocho desarrollos embrionales sobre 276 fusiones de ovocito-núcleo donante, lo que permitió el desarrollo y posterior nacimiento de uno sólo de los ocho embriones. De esta manera presentaron al mundo a la oveja Dolly. Lo novedoso que se demuestra es que, en los animales superiores, el hecho de que sus células somáticas hayan sufrido la diferenciación, no representa impedimento para que puedan recuperar su completa potencialidad original y, por consiguiente, guiar el desarrollo de un nuevo individuo. Se abre así la puerta para la clonación humana. El hecho biológico sería entonces posible. Ahora bien, a partir de lo dicho, cerraría la respuesta recordando el respeto que se le debe al embrión humano en virtud de su naturaleza, identidad y trascendencia.

Susana Sommer: Creo que desde el punto de vista técnico, los elementos con que cuentan algunos laboratorios permitirían llevar a cabo una clonación humana. Esto no significa que se pueda lograr, teniendo en cuenta la cantidad de intentos fallidos que se realizaron antes de obtener la oveja Dolly. Experimentos con otros mamíferos como vacas, ovejas, cabras y

ratones, muestran un 95 a 97 por ciento de fracasos debidos a abortos espontáneos causados por anomalías genéticas y/o físicas que ponen en peligro la vida de las madres portadoras. Entre los animales que sobreviven a su nacimiento, algunos son extremadamente grandes y mueren tempranamente, incluso otros que parecen perfectamente formados pueden tener malformaciones internas. Los expertos en el tema aún no pueden comprender qué es lo que falla en la clonación.

¿A qué necesidades respondería la clonación de seres humanos?

L. B.: No hay una indicación médica para la clonación. El escenario más probable es el planteado por autores como Lee Silver. Según él, el cliente de un servicio de clonación podría ser una mujer económicamente exitosa que ha llegado a la madurez sin haber encontrado al hombre de su vida. Entonces, en lugar de recurrir a su *personal trainer*, a su guardaespaldas o a un banco de esperma, podría decidir que es mejor no compartir sus genes con nadie y concurrir a una clínica fuera del circuito tradicional para clonarse. Esto le daría, además, la ventaja de no tener que discutir con nadie el nombre de la criatura. Por otra parte, tampoco debería decir cómo fue engendrada su hija, ya que existe consenso en que el mayor daño que puede

LA CLONACION Y SUS SUPERSTICIONES

Por Gregorio Klimovsky*



sufrir un clon es de tipo psicológico, producto del tratamiento discriminatorio de sus pares. Con lo cual la clonación, además de ser una práctica extremadamente limitada, sería secreta. Otro posible uso de la clonación sería como fenómeno mediático. Por eso, si yo tuviese que sospechar de alguien, vigilaría a los dueños de los grandes multimedios, que son quienes podrían ver detrás de la publicidad del primer clon humano un considerable rédito económico.

HO: La UNESCO, en un documento presentado en 1998, hace un exhaustivo análisis sobre la cuestión. Recuerda que su ex director general, Federico Mayer, creó en 1993 un comité internacional de bioética. El mismo ha organizado numerosos debates, reuniones sobre el tema y ha preparado declaraciones. Como vemos, existe una inquietud consignada, sobre todo en lo referente al clonado humano, y lo interesante es que, en los documentos emitidos, no sólo no se menciona la necesidad de la clonación de personas sino que ratifica que su práctica es contraria a la dignidad humana.

El hombre, en su deseo de omnipotencia, iría a la búsqueda, a través de un encubierto proyecto de eugenesia, de la réplica de individuos dotados de ingenio y belleza excepcionales, a la reproducción de

El fenómeno de la clonación ha provocado la aparición de un pintoresco folklore, constituido por objeciones que esconden temores o pocas simpatías filosóficas en relación con el tema. Vale la pena recordar algunas para intentar rebatirlas.

En primer lugar, inspirándose en ciertas bibliografías, se encuentra el pretendido horror de que alguien use la técnica para producir -digamos- mil réplicas de Hitler. A parte del hecho de que los procedimientos biológicos con los que por el momento contamos ni permitirían producir semejante número de ejemplares, no se entiende por qué Hitler y no Einstein, Bach o Teresa de Calcuta. Aún en el caso de Hitler, hay que tener en cuenta que su personalidad no estuvo determinada sólo por razones genéticas, sino también por causas sociológicas (la primera guerra mundial, la crisis de los años treinta, etc.) o contextuales. Educados de otra manera, en circunstancias históricas diferentes, los individuos obtenidos por clonación podrían ser muy distintos al Hitler que hemos conocido. Y, si somos partidarios de la vida, no podemos sino aplaudir esta multiplicación de individuos. Lo que hay que reconocer es que la diversidad biológica es muy conveniente para la especie; en ese sentido el uso de la clonación no es recomendable.

Otra objeción es la de que la clonación no es un procedimiento natural. Esto puede discutirse: los gemelos idénticos son casos de clonación natural. Por otra parte, las cesáreas o ciertos tipos de medicamentos tampoco son procedimientos naturales, pero nadie negaría su importancia para salvar vidas.

Todos los seres humanos tienen derecho a tener madre y padre, se dice. Es verdad. Pero la cantidad de huérfanos o de niños abandonados es grande, no obstante lo cual, de adultos, llegan a ser personas útiles, inteligentes y felices. Sin duda, la clonación humana planteará problemas educativos especiales, pero el resultado no tiene porque ser negativo.

Hay casos en la clonación puede ser totalmente lógica. Por ejemplo, en un matrimonio en el que el marido es estéril, puede desearse obtener un hijo por clonación aplicada al óvulo de la madre, para que la línea familiar continúe.

Seguramente, con el tiempo existirán en cada país tribunales especiales que discutirán cuándo un pedido de clonación es razonable, y ellos autorizarán o no a practicarla, según el caso.

* Epistemólogo. Profesor Emérito de la Facultad de Filosofía y Letras, UBA



la imagen de familiares difuntos, a la selección de individuos sanos e inmunes a enfermedades genéticas, a la posibilidad de selección de sexos, a la producción de embriones seleccionados y congelados para ser transferidos posteriormente a un útero como reserva de órganos. Se trata del dominio de unos pocos sobre la totalidad de una humanidad programada. Si su fin fuera sólo la investigación también sería censurable, puesto que el embrión, aún en su estadio inicial, es un hombre y cosificarlo —es decir, manipularlo— no sólo pone en peligro su vida sino que lesiona su dignidad e identidad personal. Utilizar la clonación como recurso terapéutico tampoco se justifica, puesto que, desde el punto de vista ético, no cabe la destrucción del embrión donado y la utilización para la investigación de sus células estaminales. Este tipo de terapéutica no es admisible ni desde el punto de vista racional ni desde el punto de vista de la religión.

SS: No me es claro a qué necesidades puede obedecer. Es posible que las razones por las cuales algunos investigadores desean realizar experimentos que conduzcan a la clonación difieran de los motivos por los cuales algunas personas puedan solicitarla. Puede ser que el primer caso esté asociado a la necesidad de notoriedad de la persona que lo encara. No parece ser ésta una buena razón, y tampoco la de

conseguir una persona a imagen o semejanza de otra o reemplazar a un ser querido fallecido por un clon del mismo. Algunos autores consideran que la clonación es la última frontera para que hombres y/o mujeres estériles puedan pasar su información genética a otra generación.

¿Cuál sería la diferencia entre un ser humano clonado y otro concebido normalmente?

LB: Teóricamente, un clon no tendría diferencias sustanciales con otro ser humano concebido normalmente, con excepción de que se realice mediante un proceso denominado "imprinting", que es responsable de la expresión diferencial de los alelos paterno y materno de ciertos genes. Estos genes sujetos a "imprinting" regulan, por ejemplo, la formación de la placenta y esto es coherente con la observación de anomalías placentarias en animales clonados.

HO: Recordemos que hasta el momento la clonación se puede llevar a cabo o por fisión gemelar, como ocurre en ocasiones con los gemelos monocigóticos naturales, o por transferencia de núcleo sin el aporte de los dos gametos, por lo que es una reproducción asexual y agámica. En el primer caso, el de clonado por la naturaleza, lo habitual es que no existan diferen-

cias físicas entre ambos individuos, pero sí las hay psíquicas. Todos conocemos o hemos conocido gemelos idénticos entre sí, pero de conducta disímil. Entiendo que acá juega el fenotipo como factor determinante en la diferenciación. Ahora bien, repito que este es un episodio particular de la propia naturaleza. Pienso que en el clonado artificial la brusca manipulación de una técnica correcta podría generar problemas a futuro. De hecho ya tenemos publicaciones de casos de anomalías, aparecidas a los cuatro meses del nacimiento, atribuidas a la manipulación embrionaria.

La fantaciencia muestra caminos que conducen a la clonación con elementos celulares hibernados, propios o de extraños. Es una línea que nos lleva a la posibilidad de manipular gametos humanos y animales en busca de las llamadas quimeras. Recordemos que los intentos y las hipótesis de obtener un ser humano sin conexión alguna con la sexualidad mediante "fisión gemelar", clonación o partenogénesis, deben ser considerados contrarios a la moral dado que están en contraste con la dignidad, tanto de la procreación humana como de la unión conyugal.

SS: Desde un punto de vista biológico, los organismos clonados, sean personas o animales, no difieren genéticamente del organismo que les dio origen. De to-



dos modos, se sabe que cada organismo vivo es el producto de la interacción de su genotipo con el ambiente, por lo que no necesariamente serán fenotípicamente idénticos, ni se comportarán como el organismo cuyo genotipo portan (como ejemplo se puede pensar en los gemelos idénticos).

¿Qué opinión le merecen las legislaciones -como la de nuestro país- que prohíben la clonación y/o la investigación sobre la clonación humana?

L.B: En nuestro país todavía no existe legislación adecuada sobre la reproducción sexual, por lo tanto mal puede haber una legislación sobre la reproducción asexual. De todas maneras, el hecho de que la clonación reproductiva esté prohibida es conveniente en el estado actual del tema. Más urgente sería debatir seriamente el estatus del embrión preimplantatorio, ya que eso tiene consecuencias mucho más importantes, no sólo sobre la posibilidad de efectuar la clonación terapéutica sino en la salud reproductiva en general. Lógicamente, el debate racional sobre el embrión se ve seriamente dificultado por la presión de la Iglesia Católica y la falta de formación biológica de los legisladores.

H.O: En nuestro país, todo tipo de clonación, salvo la de células somáticas, deberá ser prohibida por la futura ley que convalide la prohibición de la clonación dispuesta por decreto (200/97) confor-

me al principio de legalidad enunciado en la Constitución Nacional, art. 19: "Ningún habitante de la Nación será obligado a hacer lo que no manda la ley, ni privado de lo que ella no prohíbe". El Parlamento Europeo, la UNESCO y el Consejo de Europa, prohíben toda práctica que lleve a producir un ser humano genéticamente idéntico a otro. Aun cuando la clonación tenga como objetivo el aplicar con un fin terapéutico el tejido u órgano obtenido y no la reproducción en sí, el hecho es que siempre hay reproducción. Recordemos que toda ley civil debe estar subrogada a la ley moral. En la antropología en que nos movemos en el campo de la bioética, creemos que estos cuatro principios deberían ser los que nos guíen y permitan que emitamos un juicio de valor. Ellos son: el principio de la defensa de la vida física, el principio de libertad y responsabilidad, el principio de totalidad o principio terapéutico, y el principio de sociabilidad y subsidiariedad.

Debo afirmar que el rechazo a la clonación humana se centra en la negación de la dignidad de la persona y en la negación misma de la dignidad de la procreación humana. El científico no puede ni debe considerar el rechazo moral de la clonación humana como una agresión a su persona ni como una limitación a su labor de investigación. Debe recordar que la ciencia experimental, como toda actividad humana, deberá orientarse al bien del hombre respetando sobre todo la vida humana en sus estadios iniciales donde la fragilidad de la misma, su indefen-

sión, requieren del investigador un cuidado especialísimo para que no podamos afirmar que su ciencia se ha degradado y puesto en peligro a toda la humanidad.

S.S: La Convención Europea sobre Derechos Humanos ha proscripto estas prácticas. Hay un consenso internacional que determina que clonar seres humanos es incorrecto desde un punto de vista ético, ya que se considera que esta es una forma de ejercer un control sin precedentes sobre la dotación genética de un individuo. Por otra parte, muchas personas consideran irresponsable usar una técnica que puede producir deformidades, fetos enormes y muerte prematura en algunos mamíferos. Los riesgos psicológicos tampoco se conocen, por lo tanto no habría que correr estos riesgos. Por otro lado, no llama la atención que en nuestro país se haya prohibido, ya que no existe un marco regulatorio para prácticas que se llevan a cabo todos los días desde hace largo tiempo, como lo son las técnicas de fertilización asistida. De cualquier manera, lo razonable es que el tema se discuta y que se llegue a la regulación a través de un consenso.

¿Qué utilidad tiene el clonado de células humanas de embriones que todavía no llegan a formar un ser humano completo?

L.B: Las células embrionarias aisladas de embriones tempranos (menos de siete días) son totipotenciales, es decir, pueden dar origen a todos los tejidos, y tienen una gran capacidad de proliferación. Por esto constituyen una fuente única para generar tejidos de reemplazo que permitan tratar afecciones tales como quemaduras severas, diabetes, mal de Parkinson, y reponer tejidos blandos. Si bien existen algunos casos en que se ha demostrado la existencia de células similares en individuos

adultos, las mismas son muy difíciles de aislar, de hacer crecer y tienen un repertorio limitado de tejidos a los que pueden dar origen.

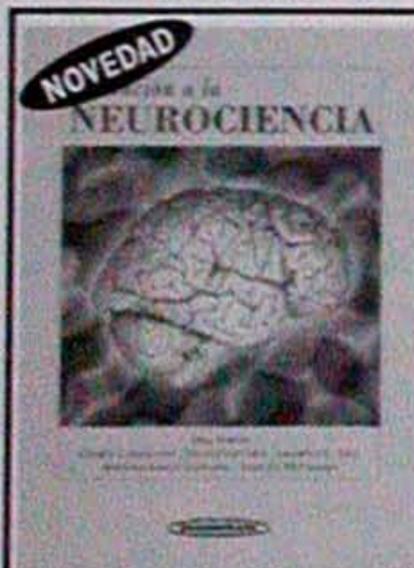
A nivel mundial se está debatiendo el problema ético y legal del uso de células obtenidas de embriones humanos congelados, donados por las parejas en las clínicas reproductivas. Es interesante ver que en este debate intervienen grupos que representan a pacientes o familiares de los enfermos y de sectores de la tercera edad. Por eso es probable que el debate sobre el estatus del embrión se acelere y adquiera otra perspectiva. Esto puede ser útil aún para

países como el nuestro, en que la salud reproductiva es un problema mucho más acuciante que la clonación.

H O: La pregunta contiene una inexactitud. Desde el momento de la fecundación hay vida humana. La temporalidad biológica hace que se considere a un ser humano como completo cuando la duplicación celular ha finalizado, hecho que ocurre entre los 18 y 20 años. Si por ser humano incompleto se piensa en sus estadios iniciales, antes de la implantación o inmediatamente después de ella, debemos recordar que el mismo es objeto de derecho y que es un ser

humano aunque se encuentre en estadio embrional y desde el momento de la fecundación. La utilización de células estaminales con el fin de repetir órganos es un tema vinculado con la "utilidad" del clonado de células humanas de embriones o de humanos incompletos.

S S: En general se plantea el uso de esta técnica para paliar enfermedades como el Alzheimer o el Parkinson por medio de autotrasplantes. Es decir, se trata de obtener embriones para generar tejidos y no individuos. Subyacente, está la discusión relacionada con cuál es el status del embrión. ■



Un tomo de 670 páginas.
Enc. cartóné. Edición 2001.
u\$s 48.-



Para recorrer la frontera más grande de las Ciencias Biológicas: el Cerebro.

Dale Purves y col.
INVITACIÓN A LA NEUROCIENCIA
Edición 2001

Una excelente introducción al funcionamiento de una extraordinaria maquinaria biológica: el Sistema Nervioso Central. Esta obra es una valiosa herramienta didáctica y de consulta que revela los

caminos básicos de la Neurociencia. Hace hincapié en la estructura del sistema nervioso y en la correlación estructura/función. Una pieza clave en el estudio del funcionamiento normal del cerebro.

Destinada a estudiantes de Ciencias Naturales, Medicina, profesionales, estudiantes de Neurología, Psicología, Biología, Kinesiología, Rehabilitación, Terapia Ocupacional. Imprescindible en Bibliotecas Temáticas, Populares, del Docente y de Aula.

EDITORIAL MEDICA
panamericana

Marcelo T. de Alvear 2145 (C1122AAG) Buenos Aires - Argentina
Tel.: (011) 4821-2066 - Fax: (011) 4821-1214

info@medicapanamericana.com.ar www.medicapanamericana.com



Inteligencia artificial

Aprendizaje en los **robots**

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

Los androides súper inteligentes, capaces tanto de reparar un motor como de darle palabras de aliento a su amo, todavía son exclusivos de Hollywood. Pero atención, porque los robots dotados de programaciones flexibles, y capaces de respuestas originales frente a estímulos nuevos, ya son una realidad.



Un robot puede reemplazar al hombre en muchas funciones. Los primeros robots, y los que desde hace varios años están operando en la industria, llevan a cabo quehaceres rutinarios y repetitivos, como transportar objetos, efectuar soldaduras o ensamblar una pieza con otra.

Sin embargo, los robots también pueden hacer tareas mucho más complejas que la mera repetición de un movimiento; y operar en ámbitos que podrían resultar riesgosos para los seres humanos, como por ejemplo, la limpieza o el mantenimiento en centrales nucleares, en áreas donde se derramaron contaminantes, o en misiones no tripuladas en la exploración del espacio.

Una manera de lograrlo es programar el robot para que realice una tarea determinada. Pero, de este modo, el artefacto se encuentra limitado por su propio programa, y no puede responder adecuadamente ante situaciones imprevistas. Por ello, lo que los investigadores se proponen es que los robots puedan interactuar con el medio y, ante nuevos estímulos, sean capaces de "aprender". Y, en particular, llevar a cabo tareas cooperativas.

"Los robots pueden aprender comportamientos, y la combinación adecuada de éstos puede conducir a la resolución de tareas complejas, por ejemplo, evitar obstáculos, desplazarse a lo largo de un pasillo, seguir a otro robot, o a cualquier objetivo móvil, llegar a un objetivo, son comportamientos relativamente simples que

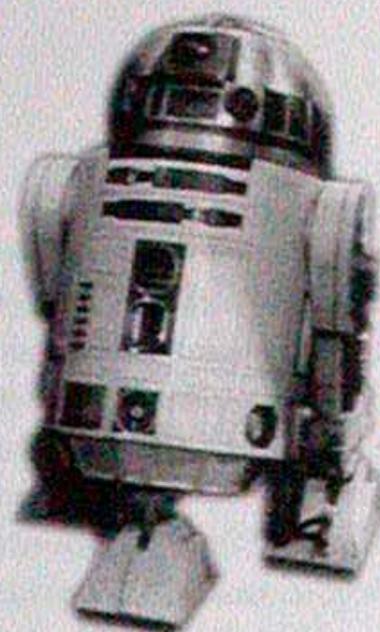
pueden formar una estructura más compleja", explica Juan Miguel Santos, doctor en Ciencias de la Computación, y especialista en el aprendizaje de robots.

La idea no es que el robot disponga de un programa rígido, sino dotarlo de una estructura flexible que vaya cambiando en función de los nuevos estímulos, del mismo modo que se modifica la estructura del cerebro humano. El soporte del aprendizaje está conformado por redes neuronales, estructuras que recrean el sistema mediante el cual se conectan las neuronas humanas.

"En el paradigma tradicional, una máquina no puede hacer nada más allá de su representación prediseñada", afirma en Science el especialista Juyang Weng, del Departamento de Computación e Ingeniería de la Universidad de Michigan, en los Estados Unidos. Y agrega que, en el nuevo paradigma, "los robots se diseñan para transitar un largo período de desarrollo mental autónomo".

Los comportamientos que puede aprender un robot se definen como reactivos, es decir, el robot reacciona de acuerdo con el estímulo que recibe. Esos estímulos constituyen su percepción del mundo, y el robot debe aprender a vincularlos con las posibles acciones que puede llevar a cabo. De este modo, un conjunto de pares estímulo-acción, correctamente aprendidos, le permiten al robot realizar la tarea deseada.

Los comportamientos más complejos pueden describirse en términos de la com-



Del mito a la realidad

El término "robot" procede de la palabra checa *robota*, que significa trabajo obligatorio. Fue empleado por primera vez en 1921, en una obra teatral, por el novelista checo Karel Capek.

El hombre siempre soñó con disponer de un autómatas que cumpliera sus órdenes sin rebelarse. Diferentes mitos de la antigüedad hablan de seres mecánicos autónomos, como la leyenda del *golem*, una estatua de barro a la que se da vida por medio de una fórmula mágica.

La más conocida de las historias sobre autómatas es la del rabino Juda Löw, de Praga, del cual se decía que había creado un golem para usarlo como sirviente, pero se vio obligado a destruirlo cuando se volvió incontrolable. Jorge Luis Borges, en uno de sus poemas, representa el desconcierto que inspiraba el autómatas: "Algo anormal y tosco hubo en el *Golem*, ya que a su paso el gato del rabino se escondía".

Fuera del mito y la ficción, los autómatas ya se hicieron presentes en los relojes de las iglesias medievales. Sin embargo, fue el desarrollo del brazo artificial multiarticulado, en la década de 1950, lo que llevó al moderno robot.

Los brazos robóticos se inspiran en el brazo humano, y poseen pinzas diseñadas para imitar la función de la mano. Las articulaciones suelen moverse mediante motores eléctricos, y una computadora calcula los ángulos de articulación necesarios para llevar la pinza a la posición deseada. La computadora procesa los

datos recogidos por cámaras que localizan los objetos que se van a agarrar, o la información de sensores situados en las pinzas que regulan la fuerza de agarre.

Datos del año 1995 indicaban un total de 700 mil robots funcionando en el mundo, 500 mil de ellos en Japón. Se emplean en general para efectuar tareas repetitivas y monótonas en las que el rendimiento de una persona puede disminuir con el tiempo. De hecho, un robot puede realizar una operación repetitiva de alta precisión durante 24 horas diarias sin cansarse.

Hoy en día, los robots se desempeñan, principalmente, en la industria automotriz, donde llevan a cabo tareas de montaje, soldadura, pintura, y transferencia de piezas. También son muy útiles en la industria electrónica para el montaje de microchips. Los robots también colaboran con los cirujanos en operaciones quirúrgicas de alta precisión, y manipulan sustancias peligrosas en los laboratorios.

En el futuro se prevé que estos artefactos realizarán innumerables tareas, como construir estructuras para edificios, limpiar caños subterráneos, y cortar el césped.

Asimismo, se están desarrollando robots minúsculos, con tamaños desde centímetros hasta milímetros, que podrían transitar por los vasos sanguíneos para eliminar bloqueos arteriales o suministrar medicamentos a determinados órganos o tejidos específicos. Existe ya el prototipo de un robot para efectuar endoscopia en el aparato digestivo y extraer muestras de tejido.

binación de comportamientos simples. Por ejemplo, una acción simple como desplazarse hacia delante, puede combinarse con otra, como girar a la derecha. Mediante la combinación de ambas, el robot puede transitar sobre una superficie evitando los obstáculos.

¿Cómo aprende un robot?

"Se pueden emplear distintas técnicas para lograr que un robot aprenda un conjunto de comportamientos. Una de ellas es el aprendizaje por refuerzo", detalla Santos, responsable de desarrollar e implementar sofisticados cálculos matemáticos -algoritmos- para el aprendizaje de comportamientos cooperativos, en virtud de un convenio realizado entre la Universidad de Buenos Aires y el Computer Science and Mathematics Division del Oak Ridge National Laboratory, en Tennessee, Estados Unidos. Santos trabaja en colaboración con el Computational Intelligence Group, dirigido por la doctora Lynne Parker, y con el Center for Engineering Systems Advanced Research (CESAR), a cargo del doctor Jacob Barhen.

La técnica de refuerzo consiste en dar señales de castigo o recompensa para que el robot modifique su proceder, e introduzca cambios para maximizar el número de recompensas. Esta técnica puede aplicarse en el desarrollo de algoritmos para definir aprendizajes complejos que podrían emplearse para la realización de tareas cooperativas. Además, el sistema de

refuerzo permite medir el aprendizaje mediante la contabilización de los refuerzos recibidos.

Los comportamientos cooperativos son sumamente importantes para que un equipo de robots, por ejemplo, pueda desarrollar funciones de una manera "tolerante a fallas". Esto significa que si uno deja de funcionar, los otros están en condiciones de detectar el problema y asumir la tarea de modo de cubrir al que quedó fuera de carrera.

Trabajo en equipo

"En el comportamiento cooperativo, un aspecto que debe estudiarse es la ubicación del control general", señala Santos. Por ejemplo, el accionar del robot puede estar controlado en forma centralizada, descentralizada, o, según propone el investigador, puede no haber un control explícito, y la información para actuar o no actuar encontrarse codificada en el comportamiento mismo. De este modo, cada comportamiento almacenado (un conjunto de pares estímulo-respuesta) debería contener, además de los datos que dan los sensores, información sobre el estado global del sistema. Entonces, cada comportamiento se activaría según la información del entorno que reciba el robot.

Por ejemplo, si un grupo de robots debe seguir varios objetos móviles, puede suceder que todos sigan el mismo objetivo. En este caso, hay un buen desempeño individual, pero el resultado es desfavorable desde el punto de vista global, porque quedarían algunos objetivos sin seguir. El problema puede resolverse mediante tres alternativas posibles.

Una de ellas es el control centralizado, una computadora que contiene información global y puede decirle a cada robot lo que debe hacer (por ejemplo, que no siga un objetivo que ya es observado por otro). Otra alternativa es el control descentralizado, una estructura (un comportamien-

to) en cada robot que dispara cada uno de los procedimientos elementales de acuerdo con la información que recibe.

La tercera posibilidad es que cada comportamiento incluya información adicional para determinar cuándo debe activarse. Si el robot requiere dos comportamientos elementales como "buscar un objetivo", y "seguir un objetivo", éstos tienen en cuenta información local de los sensores del robot que le indican, por ejemplo, distancia respecto del objetivo. Cada estímulo es una representación del estado de los sensores, y cada respuesta, un comando a los actuadores.

La propuesta es agregar información adicional a la representación del estímulo, incluyendo, no sólo el estado de los sensores, sino también información sobre el estado global del sistema. Por ejemplo, la información incluiría el estado de cada uno de los objetivos (si es seguido o no). De este modo, el comportamiento elemental "buscar un objetivo" estaría activo hasta que el robot encuentre uno que no sea seguido por nadie.

Esto implica que los comportamientos elementales son un poco más complejos pues la representación del estímulo es más amplia y, además, tendría mayor cantidad de pares estímulo-acción incorporados.

Si el comportamiento es individual, el robot no presta atención a la actividad de sus compañeros. Su representación del mundo es limitada y local. En cambio, si el comportamiento se define para trabajar de una manera cooperativa, el robot debería tener información completa del mundo o, por lo menos, del estado de los robots próximos a él. En consecuencia, no hay un control externo de la conducta, y cada comportamiento decidirá su participación en cada momento.

En su laboratorio ubicado en el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, el

doctor Santos aplica su metodología en un equipo de robots diseñados en Suiza, y adquiridos por el convenio entre la UBA y el laboratorio de Oak Ridge.

Estos pequeños robots, que miden 5 centímetros de diámetro, por 3,5 centímetros de alto, y están equipados con transmisión de radio, no tienen aspecto antropomórfico, es decir, no responden a la imagen de C3PO (Citripio), el robot humanoide de las Guerras de las Galaxias. En realidad, un robot no tiene por qué tener aspecto humano, sino sólo la forma requerida para las tareas que debe realizar. De hecho, el robot que la NASA envió a Marte hace unos años tenía la forma de una "patineta".

Un robot, en lugar de vista, olfato y oído, tiene sensores. En lugar de estóma-

Los robots juegan al fútbol

Desde 1995, distintos laboratorios de robótica de Estados Unidos, Europa y Japón participan en la RoboCup, torneo internacional de fútbol robótico. En cada partido se enfrentan dos equipos de cinco robots. Éstos adquieren información del entorno mediante cámaras situadas en el piso, que transmiten los datos a una computadora. Esta procesa las imágenes, calcula el comportamiento de los robots, y envía por radio las instrucciones a los jugadores.

El objetivo de estos campeonatos es científico: los investigadores se proponen identificar qué comportamientos individuales pueden convertir un conjunto de robots en un sistema organizado e inteligente orientado a resolver un problema común. El objetivo es simple: hacer goles y evitar ser marcado. Pero se trata de en un entorno difícil, dinámico y hostil, pues tanto la pelota como los compañeros y adversarios están en continuo movimiento, y cada equipo lucha por alcanzar la victoria.

En comparación con el ajedrez, un clásico de la inteligencia artificial, el fútbol robótico representa un entorno dinámico

go, posee baterías. Las ruedas le permiten desplazarse. Y un microprocesador cumple la función del cerebro. En el chip está almacenado el comportamiento, en pares de situación-acción.

"El número de posibles pares puede ser significativamente grande. Los robots con los que trabajo tienen 8 sensores de luz y radiación infrarroja, y cada uno sensa 1024 estados diferentes de los que sucede en el entorno. Es decir que el robot sensa un total de 1024 a la octava. Esta cifra, multiplicada por la cantidad de las posibles acciones frente a cada estado, da una idea de la capacidad de memoria requerida", explica Santos. Por tal razón se recurre al sistema de redes neuronales artificiales para representar las estructuras de los comportamientos.

frente a uno estático; acción en tiempo real versus acción secuencial; decisión distribuida versus decisión centralizada.

Algunos laboratorios adoptan una programación clásica, que descompone los comportamientos en módulos elementales, y luego los combina. Otros, en cambio, recurren a técnicas de aprendizaje, dando a los robots ejemplos de comportamientos para que éstos busquen, en el juego, las soluciones más adecuadas.

Un robot puede estar programado, por ejemplo, para recibir un pase, moverse con la pelota, y luego pasarla a otro jugador. Pero, ¿qué pasa en el campo de juego? Tal vez no le pueda pasar la pelota a su compañero porque éste se encuentra "marcado" por los contrarios, y le convenga retener la pelota, moverse, y pasarla a otro compañero mejor posicionado. La clave está en lograr que el robot pueda interactuar con las distintas situaciones que le va ofreciendo el entorno, y obrar en consecuencia.

Lo que resulta difícil imaginar, todavía, es que un robot pueda alcanzar, en el campo de juego, el desempeño de un Maradona.



Los robots poseen 8 sensores que detectan cambios de luz y de radiación infrarroja. Por ejemplo, el robot emite radiación infrarroja y, al cabo de una fracción de tiempo, los sensores miden cuánto reciben. Si hay un objeto enfrente, reciben mucho rebote; si no hay ninguno, reciben poco, o nada. Además, la radiación devuelta por el objeto varía según el material (madera, goma, plástico, metal) el color, y la superficie. Tienen además otros dos sensores que miden las vueltas que dan las ruedas para determinar cuánto se desplaza el robot.

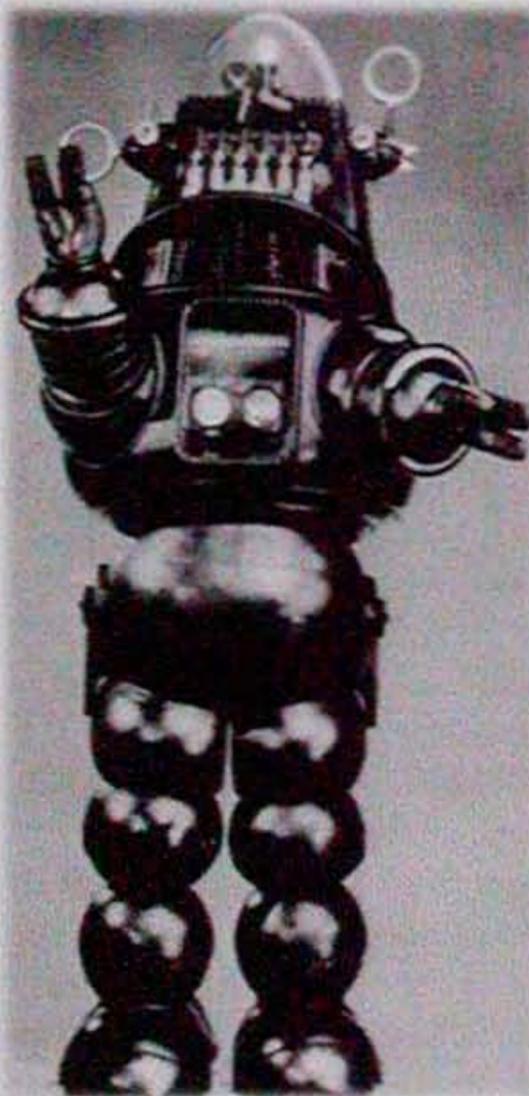
La variedad de sensores de un robot puede ser muy amplia. Por ejemplo, en el laboratorio de Oak Ridge, hay un conjunto de robots para misiones "puertas afuera" que posee un GPS (geoposicionador satelital para determinar latitud y longitud), una cámara de video, sensores infrarrojos y de ultrasonido. Hay también sensores de estado de las baterías, de velocidad, táctiles, para medir fuerza y presión, entre otros.

¿Puede decirse que un robot, porque aprende, tiene inteligencia? La respuesta no es sencilla, como tampoco es sencillo definir en qué consiste la inteligencia.

"En lugar de hablar de inteligencia, prefiero hablar de capacidades", opina Santos. Una persona puede tener capacidad para desarrollar teoremas, y otra, para sobrevivir en un medio adverso. Algunos generan grandes ideas, pero no las pueden llevar a la práctica, mientras que otros son capaces de ejecutarlas con total eficacia. ¿Alguien podría afirmar, sin riesgo de equivocarse, que unos son más inteligentes que otros?

Dotar a los robots de determinadas capacidades, a imitación de las humanas, es un hecho. Asegurar que esas capacidades pueden equipararse con la inteligencia humana, es una cuestión a debatir. ■

* Coordinadora del Centro de Divulgación Científica y Técnica - FCEyN



Descubrieron los mecanismos que controlan el apetito

¿De qué color es el hambre?

por Fabio Cohene
fcohen@de.fcen.uba.ar

Un reciente descubrimiento puede responder la pregunta del título. Un grupo de investigadores argentinos –en colaboración con un grupo estadounidense– identificó una molécula que, cuando incide en el cerebro, genera la sensación de saciedad. Se trata de la misma hormona que actúa sobre las células que le dan color a la piel y los ojos.



Gracias a los viajes espaciales, hace varias décadas que ya no resulta extraño concebir que podamos alimentarnos a base de nutritivas e insípidas pastillas, en lugar de succulentos bifés a caballo. Sin embargo, está abierto el camino para dar otra vuelta de tuerca sobre el tema de la alimentación: será posible ingerir comprimidos que generarán o anularán el hambre actuando directamente sobre el centro cerebral regulador de esta sensación. Esto, que significa un avance que beneficiará sobre todo a obesos y anoréxicos, se podrá implementar gracias al reciente descubrimiento del circuito de señales reguladoras de la sensación de hambre y saciedad. Tal hallazgo fue realizado en forma conjunta por un equipo argentino encabezado por el doctor en Química, Investigador del CONICET y profesor de la Facultad de Exactas, Marcelo Rubinstein, y otro, estadounidense, encabezado por el neuroendo-crinólogo molecular Malcolm Low de la Universidad de Portland, Oregon.

LOS CAMINOS DE LA SACIEDAD

Hasta el momento se sabía que estaban involucradas dos hormonas. Una de ellas es la leptina, conocida desde 1994, que es producida por las células grasas del cuerpo y circula a nivel periférico; la otra es la α -MSH, secretada por el hipotálamo y por la glándula hipófisis, que desde el año 1997 se sabía que actuaba sobre los receptores neuronales de la sensación de saciedad.

En las investigaciones se utilizó un ratón modificado genéticamente creado por el propio equipo de Rubinstein en el Laboratorio de Animales Transgénicos, del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular (INGEBI). Al animal en cuestión se le señalizó con verde fluorescente las neuronas sometidas a estudio.

Mediante ensayos de electrofisiología que realizó el grupo estadounidense, se



lograron dilucidar las diferentes señales que determinan la sensación de saciedad. El circuito descrito es el siguiente: la leptina, llega al hipotálamo; allí, al actuar sobre receptores del núcleo arcuato —una región particular del cerebro—, genera una señal eléctrica que libera una proteína llamada POMC (Pro Opio Melanocortina). Esta proteína posee la particularidad de poder ser cortada en diferentes trozos más pequeños, llamados péptidos, cada uno de

los cuales posee propiedades distintas. Uno de estos péptidos es la hormona estimulante de melanocitos o α -MSH. Dicha hormona posee la función de estimular la producción de melanina, sustancia decisiva en la pigmentación de la piel, los ojos y el cabello. Y así lo hace cuando es segregada por la hipófisis, fuera del cerebro. Sin embargo, la α -MSH segregada por el hipotálamo (dentro del cerebro) es un potente anorexígeno (represor de la sensación de hambre) y por ende, principal responsable del control cerebral de estas sensaciones.

LA IMPORTANCIA DE ESTAR EN NATURE

La trascendencia del descubrimiento de Rubinstein se ve reflejada en que el hecho de que su trabajo ha sido publicado en Nature, una de las principales revistas científicas del mundo. Al respecto, el investigador confesó sentirse muy halagado, principalmente porque le permite corroborar que su tema pertenece a lo más avanzado de la ciencia actual.

-¿Qué valor le adjudica a la publicación?

-Considero que es importante sobre todo en el medio científico argentino, donde el criterio de los investigadores muchas veces es autocomplaciente: escudados en las malas condiciones de trabajo, la falta de dinero, etcétera, suelen limitarse a producir ciencia de un bajo nivel.

-¿Teniendo en cuenta que en este tipo de revista suelen publicarse muy pocos trabajos de científicos argentinos, puede considerarse que es difícil publicar?

-Hay que señalar que el criterio para aparecer en medios de tanto predicamento en la ciencia, no obedece únicamente a la calidad, ya que los editores reciben todos los días muchos trabajos excelentes. Lo que muchas veces pesa son las decisiones de tipo editorial o de marketing, como, por ejemplo, cuál es el tema candente. El nuestro es uno que actualmente está en ebullición.

-¿La publicación le brinda algún beneficio concreto?

-En realidad nos coloca en buena posición para el futuro: solicitar nuevos subsidios para seguir investigando. Cabe aclarar que tampoco configura ninguna garantía, porque muchas veces los entes que financian la ciencia te felicitan por los servicios prestados pero después evalúan que las nuevas líneas que proponemos no son interesantes. Y te niegan los fondos necesarios para el trabajo.

-¿Cómo lo vivió en cuanto a lo personal?

-Me han felicitado más por haber aparecido en los diarios que por estar en Nature. Inclusive científicos relevantes, que entienden del tema, se expresaron de esa manera. Esto demuestra que en nuestro ambiente también hay un gran cholulismo.

LAS PUERTAS QUE SE ABREN

El aporte de ciencia básica efectuado por el tándem Rubinstein-Low y sus equipos, permite pensar en un rápido aprovechamiento del descubrimiento por parte de la industria farmacológica. Por lo tanto es esperable que, en corto tiempo, comiencen a fabricarse drogas que, por ejemplo, puedan ser empleadas para mitigar la irresistible sensación de hambre que padecen los obesos en tratamiento. Al bajar de peso, los obesos sufren enormemente debido a las intensas ganas de comer que los invaden, y esto sucede porque ante la disminución de calorías recibidas, el cuerpo reacciona restringiendo la cantidad de leptina circulante, y generando la necesidad de alimentarse. Una droga que actúe directamente sobre los receptores de α -MSH permitirá crear sensación de saciedad, tal como se ha visto que ocurre en los modelos animales.

En un sentido opuesto, también será posible concebir fármacos que permitan bloquear la acción de la α -MSH y generar hambre en aquellos pacientes que por su estado general carecen de apetito y es necesario que se alimenten. ■

El Planetario de Buenos Aires

La casa de las estrellas

por Armando Doria
mando@de.fcen.uba.ar

Hay buenas noticias para la ciencia porteña. El Planetario no sólo tiene las puertas abiertas para recibir al público en sus actividades habituales, sino que también se decidió a ocupar la ciudad. Observaciones en barrios y villas, charlas en la calle Corrientes, y una larga serie de novedades, postulan al Planetario como el núcleo de difusión de la ciencia que le falta a la Ciudad.



En los bosques de Palermo hay lagos, hay gente que corre, otra que anda en bici, hay señores que venden panchos. Y en medio de todo hay un edificio muy raro compuesto por una estructura de paredes de vidrio y vigas geométricas que soportan una semiesfera inmensa. Es el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires "Galileo Galilei", un buen lugar para conocer muchas cosas difíciles de imaginar para quién no esté cerca de la ciencia.

Pero, ¿en qué consiste un planetario? Se trata de una sala aislada como la de los cines, pero en la que se proyectan, sobre un techo abovedado, imágenes que representan el cielo de cualquier momento del año. El público se acomoda en sus butacas, se apagan las luces y, aunque sean las 12 del mediodía, se hace de noche. Locutores o cintas grabadas describen lo que se está viendo y nos informan acerca de la historia del universo o de particularidades celestes, según el tema de la función.

Leonardo Moledo es matemático, periodista científico, escritor, y dirige el Pla-

netario desde octubre del año pasado. Desde que asumió funciones lanzó una buena cantidad de proyectos y tiene otros tantos en carpeta. "Es necesario romper con la idea de que el Planetario es un artefacto didáctico y nada más. Es un labora-

torio de astronomía y más todavía, es un espectáculo cultural. Mi idea es que se transforme en el centro de la difusión de la ciencia de la Ciudad", asegura Moledo.

Si Mahoma no va al Planetario...

Una gran novedad es el trabajo de extensión. En diciembre del año pasado se puso en marcha "Del barrio al Universo", un proyecto que tiene como objetivo divulgar la astronomía, y la ciencia en general, en barrios y en villas.

La gente de la villa "Los piletones", de Soldati, tuvo la misma posibilidad que la de Parque Chacabuco o de la Boca. Todos pudieron ver el audiovisual "De la Tierra a los confines del Universo" a manera de introducción, y más tarde realizar observaciones con telescopios, microscopios, y charlar con el equipo del Planetario. Hasta el momento, se realizaron diez visitas con una asistencia de más de 2.300 personas.

Mientras no están de gira barrial, los telescopios se encuentran armados en el

Para no perderse

De las diferentes actividades programadas por el Planetario, el "Café científico" es toda una novedad. Tiene lugar el tercer martes de cada mes a las 18.30 en La Casona del Teatro (Corrientes 1979) y los encuentros que restan para este año son los siguientes:

Julio: Universo, dioses y hombres: historias cosmológicas

Agosto: Genoma humano

Septiembre: Vida extraterrestre: ¿Hay alguien ahí?

Octubre: El origen de la vida

Noviembre: Suban la temperatura. Calentamiento global.

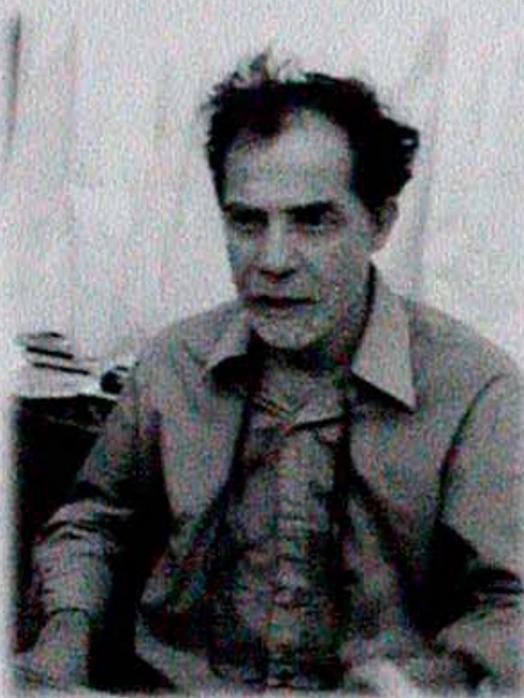
frente del Planetario. Quienes pasen cerca pueden ver la Luna, los planetas o algunas estrellas. "Hacemos observaciones en la entrada para que la gente se acerque a mirar el cielo", dice Moledo. "Mirar es importante para comprobar el lugar que ocupamos en el universo."

Es importante destacar que las observaciones son posibles gracias a la compra de seis telescopios nuevos, ya que, increíblemente, el Planetario no contaba con ninguno. Y otra pequeña ausencia: no había astrónomos entre su personal (ahora son dos los astrónomos de planta).

Otra actividad de difusión no convencional es el "Café científico", un ciclo de charlas que tiene lugar el tercer martes de cada mes en La Casona del Teatro, de la calle Corrientes. Científicos de diferentes áreas comentan sus temas y charlan con el público, discuten, toman un cortado. La gente del Planetario dice que el café es el lugar tradicional donde se especula y se construyen teorías, se duda, se refuta, se cometen errores; alguna vez se acierta y siempre surgen nuevas preguntas. De esa manera, la ciencia se parece al café.

Pero también hay charlas en el edificio del Planetario. Todos los viernes a las 18 horas, un especialista dicta una conferencia. Los temas van desde satélites artificiales hasta la contaminación de las aguas, pasando por astronomía maya o el azar y la computación. Una vez por mes, tiene lugar un ciclo de divulgación especialmente programado para periodistas, y además se dictan cursos de astronomía para docentes y para el público en general.

Entre las tareas de extensión académica, cuenta la que se lleva a cabo junto a la Facultad de Ciencias Exactas: una experiencia piloto en tres escuelas de la Ciu-



Leonardo Moledo, director del Planetario

El Planetario de la Ciudad de Buenos Aires "Galileo Galilei" depende de la Subsecretaría de Patrimonio Cultural de la Ciudad y está ubicado en Av. Sarmiento y Belisario Roldán, en Palermo. Para consultas acerca de las funciones, los ciclos, cursos y observaciones, es posible comunicarse al teléfono 4775-1862 o a la cuenta planetar@peoples.com.ar.

dad, que consiste en el desarrollo de proyectos científicos llevados a cabo por alumnos de los últimos años del secundario.

El cielo para todo el mundo

No nos olvidemos del clásico: las funciones de sala. Los días de semana por la mañana son exclusivas para los colegios; por la tarde, dedicadas a chicos en familia, y las funciones para el público en general se dan los sábados, domingos y feriados. "De a poco estamos rearmando los guiones, para que no sean sólo 'ahí está Venus, aquél es Marte' sino que cuenten con ejes

temáticos como la gravitación, vida y muerte de una estrella, etcétera", cuenta Moledo.

Hipoacúsicos, sordos y ciegos también están invitados a presenciar los audiovisuales. Mediante emisores especiales, la señal de audio se dirige directamente a los audífonos de aquellas personas con problemas de audición, y pronto comenzarán funciones con la asistencia de traductores para sordos.

La gran noticia es el planetario para ciegos. Esta experiencia, única en el mundo, consiste en la adecuación de los audiovisuales para que, mediante un sistema de sonido tridimensional y un mapa celeste en relieve, se genere la idea del brillo, tamaño y ubicación de los objetos celestes. Las pruebas piloto fueron un éxito y pronto habrá funciones semanales.

Otra área con novedades será el museo. Dado que de museo tiene poco (consisten una serie de pósters, fotos, un modelo copernicano del sistema solar y una piedra lunar del tamaño de una hormiga), la idea es justificar su denominación, y para eso se planea que antes de fin de año haya modelos de planetas a escala y mucho material didáctico.

La puesta en marcha de los nuevos proyectos y la modernización de las computadoras y del equipamiento técnico, se concretó sin sumar un peso al presupuesto histórico. Pero esta nueva etapa parece no terminar acá, sino más bien empezar, y Moledo, que es un tipo inquieto, lo imagina de esa manera: "Tenemos el total apoyo de las autoridades de la Ciudad, así que, con los recursos actuales, y un poquito más, estamos en condiciones de hacer el Planetario que se merece Buenos Aires". ■

Soñamos para estar bien despiertos

por Fernando Ritacco*
fritacco@leloir.org.ar



Al contrario de lo que algunos suponen, el dormir dista mucho de ser un estado de completa relajación física e inactividad mental. En efecto, cuando se estudia el cerebro de un ser humano o un animal de experimentación dormidos, puede comprobarse que el sueño es un proceso complejo durante el cual se generan profundos cambios fisiológicos y psicológicos que afectan el funcionamiento y el comportamiento del individuo aún durante la vigilia.

A través de la historia, el hombre siempre ha tratado de desentrañar el significado de los sueños. Antiguas civilizaciones como la egipcia, la griega o la romana, los consideraban visiones del futuro, anuncios que presagiaban calamidades o bonanzas. Otras culturas, en cambio, los catalogaron de fuente de inspiración, sanación y hasta de realidad alternativa.

Lo cierto es que recién durante el siglo pasado los investigadores comenzaron a postular explicaciones científicas —aunque antagónicas— acerca de los sueños. En el año 1900, Sigmund Freud, el padre del psicoanálisis, en su libro "La interpretación de los sueños", los definió como la "calzada real" para llegar al subconsciente y afirmó que revelaban, de manera disfrazada, los más profundos sentimientos de la vida interior de las personas.

Contradiendo esa afirmación, más

tarde apareció otra postura que afirmaba que los sueños carecerían de significado y serían, simplemente, el resultado de la actividad aleatoria de las células cerebrales, las neuronas. Para otros investigadores, en cambio, el sueño constituiría un mecanismo por medio del cual el cerebro elimina la información inútil, es decir, representaría una especie de proceso de "desaprendizaje".

Basándose en sus propios hallazgos y en otros alcanzados en diferentes laboratorios neurológicos, en los últimos años el doctor Jonathan Winson, un investigador de la Universidad de Columbia, en Estados Unidos, ha propuesto que los sueños intervienen de manera destacada en la memorización.

Winson afirma que los sueños "parecen ser el registro nocturno de un proceso mnémico fundamental en los mamíferos: el mecanismo por medio del cual los animales elaboran estrategias para sobrevivir y evalúan sus experiencias habituales a la luz de tales estrategias". De acuerdo con el investigador, la existencia de este proceso podría explicar el significado de los sueños en el hombre.

La vida es sueño

Horas más, horas menos, el ser humano dedica aproximadamente un tercio de su vida al dormir. Esta conducta parece ser tan necesaria como alimentarse o beber. De hecho, experimentos de laboratorio han demostrado que, si a una persona se le impide dormir durante varios días, llega a desequilibrarse psicológicamente. "Si no soñamos, nos morimos, y antes nos vol-





vemos locos", sintetiza el doctor Horacio Encabo, investigador del Conicet y director del Laboratorio del sueño y la vigilia de la Fundación para la Lucha contra las Enfermedades de la Infancia (FLENI).

Según el experto, en la actualidad, la ciencia ha podido establecer que el equilibrio emocional, la memoria, la capacidad de concentración y hasta la creatividad se encuentran ligados a estos diarios "viajes" nocturnos regulados por un reloj biológico interno que se habría desarrollado en los vertebrados hace unos 450 millones de años.

Básicamente existen dos tipos de sueño que se distribuyen alternadamente alrededor de unas cinco veces a lo largo de toda la noche: el sueño lento, denominado así por la baja frecuencia de las ondas que durante esta etapa se registran en el electroencefalograma (EEG), durante el cual se reconstituyen en el organismo las energías perdidas, se segrega la hormona de crecimiento y se fortalece el sistema inmunitario encargado de luchar contra las enfermedades; y el llamado sueño REM, sigla en inglés de *rapid eyes movements* (movimientos oculares rápidos), en el que transcurren los episodios oníricos, es decir, los sueños propiamente dichos.

Esta clasificación fue realizada en 1953 por los doctores Eugene Aserinsky y Nathaniel Kleitman, dos científicos de la Universidad de Chicago, en Estados Unidos. Mediante estudios de laboratorio los científicos pudieron establecer qué nos sucede mientras dormimos.

Hasta esa época se creía que el patrón de ondas lentas característico de la fase inicial del sueño persistía durante toda la noche. Sin embargo, los expertos pudieron observar, en humanos, intervalos de sueño en los que el registro del EEG paradójicamente retornaba al patrón de alta

Experimentando en familia

Mientras a comienzos de la década de 1950 la llegada del rock and roll hacía perder el sueño de toda una generación, los doctores Eugene Aserinsky y Nathaniel Kleitman se negaban a aceptar las teorías vigentes sobre el sueño. Y con el fin de desentrañar los misteriosos recovecos de este cotidiano pasaje nocturno de nuestras vidas, recurrieron a la inconsulta colaboración de un muy especial "conejiillo de indias": Armond, el hijo del propio Aserinsky.

Con sólo 8 años de edad, el pequeño era instalado cada noche en una camilla ubicada en una habitación de la Universidad de Chicago y conectado a un antiguo aparato electroencefalográfico rescatado de un sótano.

Bajo la intensa luz de una fuente luminosa, Armond se la pasó dos años durmiendo entre una maraña de cables, mientras su padre, en vela, llevaba a cabo detalladas observaciones de todo lo que sucedía. Fue así como notó que, en ciertos momentos, los ojos de su hijo dormido comenzaban a moverse como si mirara a su alrededor y que estos movimientos oculares se producían a intervalos de tiempo regulares, apareciendo y desapareciendo sucesivamente a lo largo de la noche. Había descubierto el sueño REM.

frecuencia y baja amplitud propio de la vigilia. Inmediatamente después del cambio se advertía que, por debajo de sus párpados cerrados, los individuos movían sus

ojos con gran rapidez y en distintas direcciones, por lo que denominaron a esta fase del sueño con la sigla REM. Accesorariamente pudieron comprobar también que esos períodos cortos, del orden de los 10 a los 30 minutos, se alternan con otros más largos, de aproximadamente 90 minutos, en los que continúa el sueño de ondas lentas.

Pero uno de los aspectos de los trabajos de Aserinsky y Kleitman que suscitó mayor interés fue el haber logrado demostrar que es durante la fase REM cuando se producen las ensoñaciones más vívidas e intensas, esas historias trágicas, terroríficas, delirantes o felices que cada uno de nosotros protagoniza o dirige durante la noche. ¿Cómo llegaron a establecerlo? Simplemente despertando a los sujetos bajo estudio cada vez que identificaban el momento en el que concluían un episodio REM y preguntándoles qué habían soñado.

Cambios fisiológicos

Aunque la arquitectura del sueño resulta sumamente interesante, los aspectos fisiológicos que encierra no presentan un atractivo menor. Según Encabo, cuando una persona se va a dormir, al rato sus ojos comienzan a moverse más despacio, disminuye el ritmo de los latidos del corazón, la respiración se torna más regular, los músculos comienzan a relajarse y la temperatura corporal empieza a descender. "Entonces se dice que el individuo ha entrado en el llamado sueño lento superficial, una fase intermedia con la vigilia, en la que cualquier estímulo externo, incluso sin ser demasiado intenso, podría despertarlo", aclara el especialista.

A medida que pasan los minutos la actividad cerebral continúa decreciendo y, luego de una segunda fase de sueño len-



to superficial, se entra en una etapa de sueño lento profundo. El tono muscular disminuye, los ojos dejan de moverse y el sistema nervioso bloquea las vías de acceso de la información sensorial, lo que facilita la conducta de dormir. "Contrariamente a lo que sucede en las dos fases anteriores —señala Encabo—, en ésta resulta más difícil que la persona se despierte."

El durmiente pasa luego a la última etapa de sueño profundo en las que disminuye aún más la actividad cerebral y el tono muscular y se intensifica el bloqueo sensorial. En ésta última fase es en la que se manifiestan alteraciones como el sonambulismo o los terrores nocturnos.

Finalmente, a la hora y media de haberse dormido, de improviso la persona entra en sueño REM. "Afortunadamente, en este período, caracterizado por la aparición de los episodios oníricos, el tono muscular es nulo, lo que impide que representemos aquello que soñamos", explica Encabo. Parece ser que este mecanismo de seguridad es el que nos resguarda de tirarnos por una ventana, colgarnos de una araña o agredir a un posible compañero de cama.

Además del intenso movimiento de los ojos, durante el REM —también llamado sueño paradójal, debido a que las ondas cerebrales paradójicamente se asemejan a las detectadas durante la vigilia—, la velocidad de la respiración, el pulso cardíaco y la presión sanguínea aumentan progresivamente. En esta fase del sueño, las neuronas, incluso, llegan a gastar más energía que mientras estamos despiertos. Pero existen dos hechos curiosos que se producen también en esta etapa: la erección peneana y la suspensión de los mecanismos de termorregulación. "Los seres humanos somos homeotermos, vale decir, animales de sangre caliente, quizás la mayor adquisición a través de la evolución —comenta Encabo—, pero durante la fase

EL VIAJE Y SUS ETAPAS



REM no controlamos la temperatura, nos transformamos en un reptil. Es raro y aún no se sabe bien porqué."

En busca del sueño perdido

A pesar de todo lo expuesto, a lo largo de la historia han existido personajes muy poco amigables con el sueño. Para Federico el Grande, era indigno que un hombre durmiera más de tres horas cada noche. Napoleón Bonaparte, en cambio, parecía un poco más tolerante: «Cinco horas para un adulto, seis para un joven, siete para una mujer y ocho para un imbécil», prescribía el emperador. Como contrapartida, se sabe que a personas brillantes (por ejemplo, a Albert Einstein) suele gustarles dormir mucho más tiempo que el recomendado por Napoleón.

La verdad es que, aunque lo habitual es dormir entre siete y ocho horas diarias —definidas como la cantidad necesaria para repararnos del trajín cotidiano al que se ve sometido nuestro organismo— el lapso no parecen ser más que una imposición social que no responde, al menos completamente, a las inclinaciones naturales de todos los individuos. En efecto, existen personas que pueden dormir cinco horas y sentirse bien, mientras que otras pueden hacerlo por diez o más horas y aún así no encontrarse satisfechos. La edad también influ-

ye. Un recién nacido pasa la mayor parte del día y de la noche durmiendo en sueño profundo, en tanto que al llegar a la vejez, el sueño se torna más superficial, se acorta y se fragmenta durante la noche, a la par que existe una tendencia a necesitar una "siestita" diurna.

De todas maneras, las famosas ocho horas diarias de sueño no son del todo arbitrarias, sino que están relacionadas con las características biológicas de la especie. El deseo de dormir aparece en ciertos momentos particulares y se halla condicionado por un reloj biológico interno, localizado en la base del cerebro y constituido por unas estructuras nerviosas, los núcleos supraquiasmáticos, y la glándula pineal, productora de una verdadera pócima del sueño, la melatonina. Ellos controlan el ritmo del sueño y la vigilia imponiéndole un ciclo que, en condiciones experimentales, ronda las 25 horas diarias.

Como puede observarse, aunque el organismo parece recuperarse mientras duerme, el sistema nervioso continúa trabajando sin saber lo que es el descanso. De manera que, por el momento, como afirma Encabo, la verdad de perogrullo "se duerme para estar bien despierto" parece de lo más acertada. ■

* Docente del Centro de Divulgación Científica y Técnica - FCEyN

Aunque no la veamos, la química siempre está

por Fernando Ritacco*
fritacco@leloir.org.ar



Del 14 al 17 de mayo pasado, en el marco de la celebración del 180° aniversario de la creación de la Universidad de Buenos Aires, se llevó a cabo en esta Casa de Estudios la primera edición de la "Semana Argentina de la Química", organizada por el Foro de Decanos de Facultades que expiden títulos de licenciatura en Química (FODEQUI).

Ante una nutrida concurrencia, formada principalmente por particulares, docentes y alumnos de alrededor de 80 instituciones de enseñanza media de esta capital, el conurbano bonaerense y algunos colegios del interior de la provincia de Buenos Aires, bajo la denominación "¿Dónde está la Química?", se realizaron mesas redondas, conferencias, exposición de paneles y demostraciones en el patio central del Pabellón II, visitas a los laboratorios de investigación y experiencias interactivas.

Presentada por el decano de la Facultad, el doctor Pablo Jacovkis, la conferencia inaugural, "la Química, una pasión", estuvo a cargo de la doctora Rosa M. de Lederkremer que puso de manifiesto cómo la disciplina se halla inmersa en casi todos los temas de actualidad,

entre los que figuran el calentamiento global del planeta, la clonación, el genoma humano o la enfermedad de las "vacas locas", entre otros.

Uno de los objetivos del FODEQUI es promover los estudios de la Química y difundir los trabajos que desarrollan los profesionales, docentes e investigadores en esta rama del conocimiento. En varios plenarios de este Foro se discutió la falta de interés de la sociedad por las ciencias, en particular por la química, así como los conceptos equivocados que la gente tiene sobre esta materia y sobre aquellos que la ejercen. Una de las conclusiones a las que se arribó fue la de aceptar que, si se reconocía que el público recibía mensajes erróneos e información incompleta o tergiversada, resultaba necesario que los que prac-

tican esta disciplina salgan de sus laboratorios y cuenten la verdad sobre la Química.

Desde hace aproximadamente dos años, la doctora Cecile Du Mortier, secretaria académica adjunta de la Facultad, viene participando de las reuniones del FODEQUI y compartía esta preocupación por la falta de conocimiento de la importancia de la Química, más allá de la coyuntura de la matrícula. Fue así como surgió la idea de organizar en forma concertada una actividad de difusión nacional destinada los colegios secundarios y al público en general, que se lleve a cabo simultáneamente en todas las facultades interesadas.

"Para abrir el juego, este año, en capital, comenzamos con la nuestra", explica Du Mortier, quien se muestra satisfecha por la entusiasta participación del personal de los Departamentos docentes del área y no sale de su asombro al comprobar la increíble demanda por parte de los establecimientos educativos que no pararon de llamar para reservar un "tour" para averiguar dónde está la Química. "Nuestra esperanza -aclara- es que buscando la respuesta a este interrogante, quienes se acerquen a nosotros encuentren la Química en todas partes y no solamente dentro de los tubos de ensayo, reconociendo su importancia y la forma en que contribuye a mejorar nuestra calidad de vida." ■

* Docente del Centro de Divulgación Científica y Técnica - FCEyN

Andrés Delich

De Franja al Ministerio

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



Comenzó su militancia en Franja Morada allá por los tiempos de la recuperación democrática motivado por el auge del alfonsinismo. Presidió la Federación Universitaria de Buenos Aires en el año 1983. Se recibió de sociólogo, fue diputado nacional y con la asunción de De la Rúa se convirtió en viceministro de Educación. Hijo de Francisco Delich, rector normalizador de la UBA en el período 83-86, este joven de sólo 38 años llegó a la conducción del Ministerio de Educación tras la crisis política de marzo pasado. En diálogo con EXACTAMENTE, expone sus posicionamientos ante temas polémicos como el ingreso y la financiación de la educación superior, la gestión actual de la UBA, la crisis de la Alianza y la actualidad del gobierno nacional.

-Empezar militando en política universitaria y llegar a ministro de Educación podría considerarse el cumplimiento de un sueño. ¿Lo ve de esa manera?

-Lo vivo como un ciclo muy particular que comenzó hace veinte años, cuando ingresé a la Universidad. Al mismo tiempo que me inscribí en la primera materia me puse a hacer política universitaria: para mí era imprescindible la militancia. Llegar a ser ministro de educación es muy importante para un militante porque permite intentar llevar adelante ideas que uno se planteó anteriormente; claro que en otro contexto. Podría decir que no me imagino nada más importante para mí en la función pública que ser ministro de Educación.

-¿Hoy dice cosas diferentes de las que decía hace veinte años?

-Digo cosas diferentes porque el mundo ha cambiado, la Argentina ha cambiado. Hace veinte años éste era otro país. El punto está en que se mantengan los núcleos de reflexión: sigo pensando en la necesidad de una universidad abierta, de calidad, que sirva como vehículo de democratización social. Las recetas seguramente no son las mismas.

-¿Se refiere a recetas como la de restringir el ingreso o a la financiación de la educación superior con fondos que no provengan sólo del presupuesto nacional?

-El ingreso era tema de discusión ya en el año 84. El CBC fue fruto del debate sobre cómo resolver la cuestión del ingreso. Creo que la diferencia con aquella época es la expansión fenomenal de la matrícula de hoy día en algunas carreras, lo que hace pensar en planificar su desarrollo. Estructuralmente, yo sigo creyendo que debemos tener más estudiantes de educación superior. En estos momentos hay 1.200.000 estudiantes y en los próximos años la Argentina debe hacer crecer este número. Ahora, esto no quiere decir que todo el mundo deba entrar en la misma facultad en el mismo momento, por eso estamos discutiendo un proyecto de planificación. Es necesario establecer mecanismos democráticos para poder orientar la matrícula de acuerdo a lo que uno quiere que pase con la educación superior.

-¿Con qué criterio se puede planificar un cambio con relación al ingreso?

-Hay muchos criterios. El primero es el sentido común. Marcos Aguinis dice que en un bote para veinte personas no podés meter mil. Eso es un problema de sentido común y va más allá de una cuestión ideológica. El otro tema es que los otros 980 no tienen por qué quedarse nadando, por eso hay que pensar alternativas. Esa es la diferencia entre el cupo y la organización planificada del ingreso.



-Pero esto no debería ser sólo un tema de la cantidad de alumnos que puede absorber un centro educativo. Por ejemplo, podemos considerar que la cantidad de médicos de la Ciudad de Buenos Aires excede lo necesario, mientras que hay zonas en el interior del país donde sucede justamente lo contrario.

-La cantidad de médicos a nivel nacional puede que exceda la necesidad. Es una discusión para abrir. En relación con nuestra población, somos uno de los países con mayor cantidad de médicos, pero el problema es la distribución. En todos los países desarrollados hay una regulación de las carreras de interés público, y ésta es la discusión que queremos armar desde la Comisión para el Mejoramiento de la Educación Superior que preside Hugo Juri.

Y así como habría que pensar en restricciones para carreras como las de ciencias de la salud, también es necesario implementar medidas para promover ciertas carreras que tienen que ver con el desarrollo del país y que poseen una matrícula más que insuficiente, como son las de ciencias básicas y las ingenierías.

-¿Cuál sería la forma de articular ese cambio?

-No creo que haya una única medida que logre la reorientación de la matrícula. Hay que tener en cuenta varios puntos al mismo tiempo. Es necesario un buen sistema de becas, preferencial en la dirección en que uno quiere que la matrícula se mueva; una buena salida del primer empleo; una mejor presentación de lo que significa la alternativa de las ciencias básicas. Son todos estímulos para comenzar a corregir los problemas que tiene la matrícula en la Argentina.

"Hay que pensar un modelo en el que la universidad interactúe mucho más con el mundo privado."

-Otro problema fundamental es el presupuestario. ¿Qué alternativas proponen para el financiamiento de la educación superior?

-Creo que hay una obligación indelegable del Estado de financiar la educación superior, pero pienso también que es innegable que la Argentina tiene, y tendrá durante los próximos años, situaciones fiscales muy

complicadas, por eso hay que pensar en algunas alternativas de financiamiento que generen recursos. Una puede ser la venta de servicios, que habría que reglamentar y promover mucho mejor. Es un punto importante que tiene que ver con la forma en que la universidad traslada su investigación a las demandas del mercado. Hay que pensar un modelo en el que la universidad interactúe mucho más con el mundo privado.

-¿También surgió la idea de una sobretasa al impuesto a las ganancias para los padres de los estudiantes?

-A nosotros nos parece que el arancel tiene una serie de contraindicaciones. Primero, todos pagan lo mismo sin importar cuál es su marco de ingreso familiar. Segundo, tiene consecuencias académicas: el que no paga, no puede rendir exámenes, por lo tanto se está penalizando a alguien desde lo académico. Tercero, las universidades que se encuentran en ciudades de alto ingreso *per capita*, como la UBA, estarán en mejores condiciones de generar recursos. Y cuarto, las tasas directas que se cobran en las universidades engrosarían un sistema universitario que hoy no muestra eficiencia en el gasto del dinero. Sería como poner más plata en una caja negra. Por eso, estos elementos hacen pensar que cobrar un pequeño impuesto es una forma de recaudar equitativamente y proveer en el corto plazo más financiamiento para la educación superior.

-Si pensamos a la universidad como un bien de la sociedad, ¿por qué esa sobretasa sólo debería ser pagada por las familias de los estudiantes?

-Me da la impresión de que la sociedad no está dispuesta a financiar mayores recur-

sos para la universidad. Hay una parte importante que piensa que la universidad es un bien del cual se apropia un sector social y que es financiado por otros sectores sociales que no acceden a ese bien. De todas maneras, la ampliación del impuesto al resto de la sociedad es una alternativa que pueden manejar los legisladores. Debemos pensar que tenemos dos obligaciones: acercar mayores recursos a la universidad y hacerlo con la mayor equidad posible. A partir de esos dos puntos yo estoy dispuesto a discutir cualquier propuesta y alternativa.

“El arancel, más allá del tema ideológico, tiene demasiadas contraindicaciones”.

-¿Cuál es el estado concreto de los proyectos?

-Están siendo incorporados en la Comi-

sión, que funciona todos los jueves en el Ministerio. La Comisión va a realizar un dictamen central sobre los ejes que ha definido y se van a incorporar una serie de alternativas, porque así como nosotros pensamos estos proyectos, hay un importante sector de la comunidad universitaria y de la sociedad que piensa, por ejemplo, que hay que cobrar arancel. Yo personalmente no coincido con el arancel, pero es un modelo que en varios países funciona, y puede aparecer alguien de la Comisión que postule el arancelamiento. Nosotros vamos a fundamentar por qué elegimos tales o cuales alternativas y después volcaremos al Congreso el informe.

-¿El Ministerio enviaría al Congreso la opción del arancel, si es que existe esa propuesta en la Comisión?

-No, porque el arancel, más allá del tema ideológico, tiene demasiadas contraindi-



caciones, como ya afirmé.

-¿Le preocupa la relación entre la universidad y el resto de la sociedad?

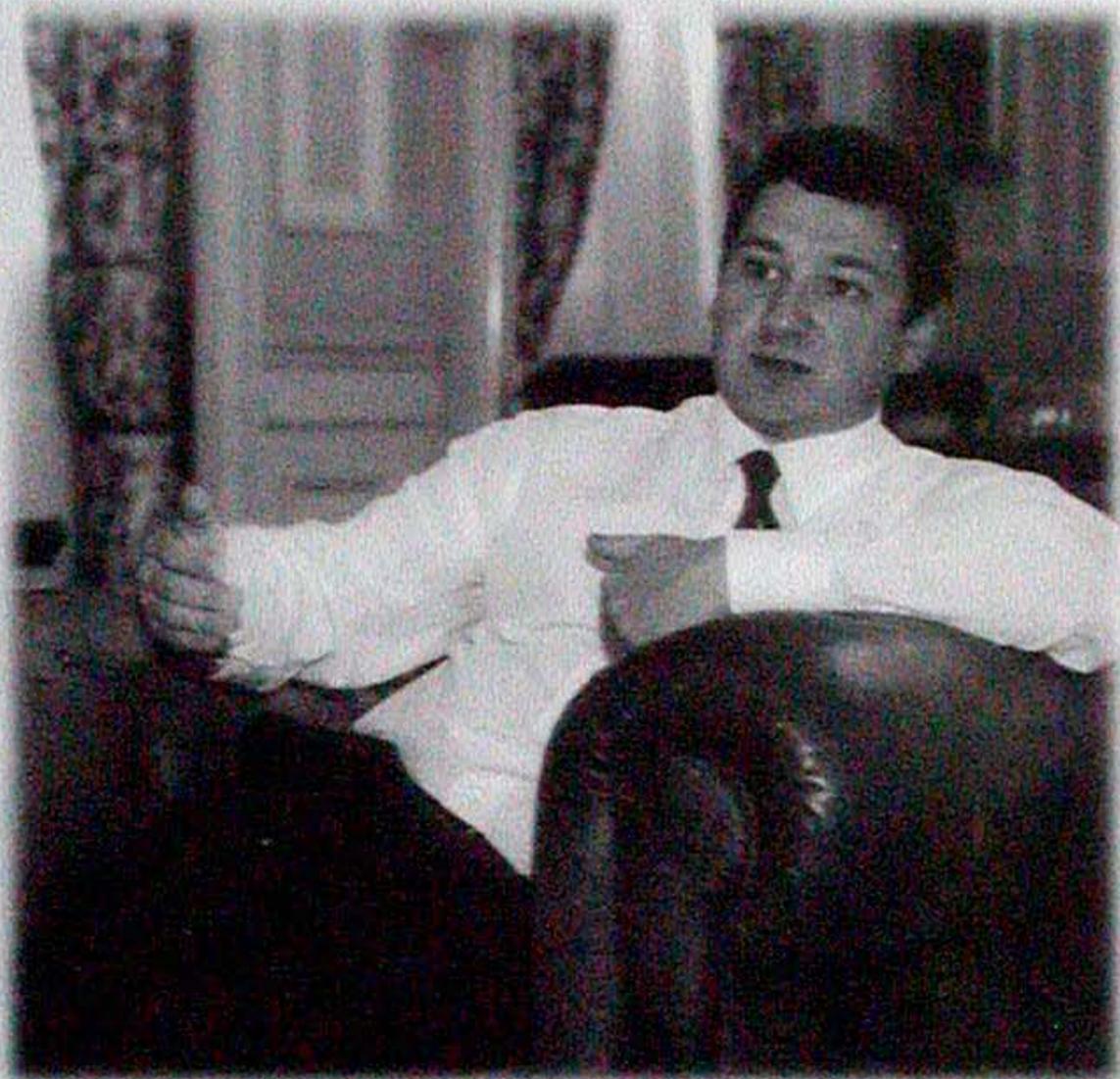
-Mucho. Creo que es necesario que la universidad gane mayor legitimidad. Y esto lo digo porque siento que en estos últimos años se generó un divorcio de la academia con la sociedad que trae muchos y grandes problemas.

-La gestión de Shuberoff en la UBA no colabora demasiado con la conquista de legitimidad...

-Ya lo creo, y esto es un punto principal. Mucha gente analiza la universidad por lo que pasa en la UBA, y en la UBA pasan muchas cosas. Por ejemplo, hay muchos investigadores y profesores que con salarios mínimos no dejan de producir y, al lado, hay otras realidades que se generan en el marco del funcionamiento institucional y terminan desprestigiando al conjunto de la universidad. Creo que existen gestiones agotadas y es necesario el cambio. Lo he sostenido siempre: a mí me duele que mucha gente ponga distancia con la UBA por una coyuntura política institucional. En esta Argentina en crisis donde hay pocas referencias que tengan legitimidad social, la universidad debería ser una de ellas, y a cambio de esto la sociedad siente que la universidad es parte de sus problemas en vez de la solución.

-El tema del presupuesto incluye el de los salarios de los investigadores y los profesores. ¿Qué posibilidades de mejoramiento puede haber en este aspecto?

-La realidad es que en nuestro país la mayor parte de los sectores han retrocedido en términos del ingreso, por lo tanto la recuperación del salario de los académicos depende de que el país, después de más



PING - PONG

Fernando De la Rúa: el que, al final, nos va a sacar de esta crisis.

Raúl Alfonsín: un pedazo de historia que me marcó mucho en lo personal.

Carlos Menem: si es un delincuente lo decidirá la justicia. Estoy cerca de pensar eso.

Carlos Ruckauf: el autoritarismo. Un peligro para la Argentina.

Carlos "Chacho" Alvarez: alguien que me dejó su valor moral y la desilusión de que haya abandonado una pelea que había que dar.

Domingo Cavallo: un tipo imaginativo y heterodoxo.

Hugo Juri: un ministro del cual aprendí mucho y que se convirtió en un gran amigo.

Oscar Shuberoff: de ese no soy amigo. Lo que mejor lo puede definir es la viveza criolla.

de tres años de estancamiento, vuelva a crecer. Y, fundamentalmente, depende de que exista una política de distribución del ingreso mucho más adecuada. Sin un marco general propicio, los argentinos van a tener que seguir luchando por una porción de una torta que se achica. Pero yo tengo una gran esperanza en el gobierno de la Alianza.

-¿Su perfil ideológico tiene más que ver con la Alianza original que con la que gobierna actualmente?

-Nosotros ganamos las elecciones y nos hicimos cargo de un país con enormes dificultades estructurales. Lo cierto es que gobernamos 14 meses de acuerdo al "manual del buen progresista". Con Machinea, por ejemplo, sostuvimos una política ortodoxa: subimos impuestos, ajustamos el gasto, bajamos salarios y apostamos a esa receta creyendo que así se ocasionaba confianza en el mercado, bajaban las tasas, comenzaba reactivación, y como consecuencia de todo eso mejoraba la situa-

ción general de la gente. En cambio, todo esto desembocó en realidad en la crisis de marzo, en donde la reactivación no se producía y se generó una inestabilidad desde el punto de vista financiero, lo que llevó al nombramiento de López Murphy, quien efectivamente, no tenía nada que ver con el programa original de la Alianza. Después de su propuesta de plan, que duró apenas un fin de semana, el presidente decidió convocar a Cavallo, que no se opone a la ortodoxia fiscal pero ve como un objetivo principal la reactivación y para eso aplica una política heterodoxa. La de la Alianza es una situación muy curiosa, porque con el manual del buen progresista hacíamos política ortodoxa y con Cavallo, que se supone que es la derecha, hacemos política heterodoxa.

“Nos íbamos al precipicio. El presidente tuvo que decir la dirección a seguir con un costo político enorme”.

-¿Cómo asimiló el alejamiento del gobierno de figuras más cercanas ideológicamente a usted?

-Me dolió, sobre todo, el fracaso de Machinea, que es un hombre genuino y con el cual me siento identificado ideológicamente. Pero también digo: fracasamos. De ahí debemos partir. No es que en este país estaba todo bien y el presidente decidió transmutar el tipo de Alianza que estaba formada. La verdad es que estaba todo mal y que íbamos al precipicio. El presidente tuvo que decidir la dirección a seguir con un costo político enorme.

-¿Pero no considera que los sectores más progresistas de la Alianza quedaron afuera del gobierno?

-Considero que la primera obligación que tenemos desde el 10 de diciembre del 99 es gobernar y sacar este país de la crisis. No estamos para discutir quién es más *progre* o menos *progre* en la Argentina. Lo que la gente quiere es que el país deje de caer y empiece a crecer. Y es complicado hacerlo. A mí me hubiera gustado que

pudiéramos hacerlo con Machinea, pero no lo hicimos. Cuando se va López Murphy, el presidente no puede esperar al lunes para llamar a un congreso de la Alianza que determine qué es *progre* y qué no es *progre*, sino que tiene que tomar una decisión porque en el medio está la gente. Fue entonces que convocó a Cavallo, porque siente que es el hombre que puede darle cierta legitimidad y que tiene un programa distinto al que veníamos aplicando.

-¿Entonces Cavallo no es lo que muchos creían hace algunos años?

-No sé lo que creíamos. La política es a veces un juego de espejos muy complicado de descifrar. Lo que sí sé es que Cavallo es un hombre lo suficientemente inteligente como para pensar que cada situación requiere instrumentos de política económica distintos. Seguramente, el Cavallo que pensaba, a principio de los 90, solucionar el tema de la inflación con determinados instrumentos, no es el mismo del gobierno de la Alianza: enfrenta otro problema, utiliza elementos distintos.

-¿Y dónde quedó guardado el manual del buen progresista?

-¿El manual? Habría que rescribirlo. Tendría que decir que los *progres* no deben determinarse por su nombre y apellido sino por sus actuaciones políticas. Otro punto que debe tener en cuenta ese manual es el grado de responsabilidad que uno tiene con el futuro del país. Mi convicción es la convicción de la responsabilidad. No podemos permitir que nuestro país se vaya a la mierda. Tenemos que hacer crecer a la Argentina para después distribuir mejor, y creo que eso es lo que nos diferencia de otros modelos político-sociales.

-¿Le molesta que algunos digan que llegó al Ministerio por ser amigo del hijo del presidente?

-No. La política está llena de operaciones de prensa, de comentarios. Yo me siento tranquilo respecto de quién soy y de dónde vengo. ■



Química ambiental

Colin Baird

Barcelona, 2001,

Editorial Reverté, 645 páginas



La química ambiental es una disciplina de surgimiento reciente que va a acentuar su importancia en el futuro ya que, como su autor la define, trata los aspectos químicos de los problemas del ambiente natural creados por el hombre.

Este volumen, cuyo formato es el de libro de texto, traspasa la frontera de lo académico para transformarse en un libro de consulta útil para cualquier profesional que trabaje en ámbitos relacionados con el medio ambiente, con un gran número de figuras y cuadros. Su lectura es amena y comprensible. La inclusión de problemas y ejercicios lo habilita como una herramienta ideal para el docente que no está atado a programas estandarizados.

Química Ambiental aborda temas tan actuales como la química asociada a la disminución de la capa de ozono, contaminación del aire, efecto invernadero y calentamiento global, emisión de CO_2 , compuestos químicos y metales pesados, las principales fuentes de contaminación y sus efectos sobre la salud humana, reciclado de residuos tóxicos, y muchos otros temas de no menor importancia.

Si bien los compuestos químicos son la causa de la mayor parte de los problemas ambientales actuales, la química como ciencia tiene el potencial de aportar soluciones para la neutralización o la remediación, y este libro lo demuestra.

Preguntas que ponen los pelos de punta 2

Carla Baredes e Ileana Lotersztain

Buenos Aires, 2001

Lamiqué, 60 páginas



Baredes y Lotersztain vuelven a poner los pelos de punta. Esta vez el tema es la Tierra y el Sol. El libro sorprende con datos llamativos: nos movemos a unas 295 cuerdas por segundo. El aire que rodea la Tierra pesa 6 mil millones de kilos. Y en unas décadas, los días serán 8 segundos más largos.

Las ilustraciones de Javier Basile aportan su cuota de humor. Y hay riqueza de metáforas. La Tierra es "vueltera". La primavera y el verano "ganan por goleada". Y el viento es una "corriente de pelotitas" que buscan espacio.

No se atosiga con información, ni se baja línea. Las posibles consecuencias del calentamiento global se sintetizan en la metáfora del "horno". No se habla de glaciares que retroceden ni del ascenso del nivel de los mares. En todo caso, si pica el bichito de la curiosidad, habrá que ir a buscar información a la enciclopedia. Y ése parece ser, precisamente, el propósito del libro.

Es destacable, también, la alternancia de las ciencias duras con la información que proveen las ciencias sociales.

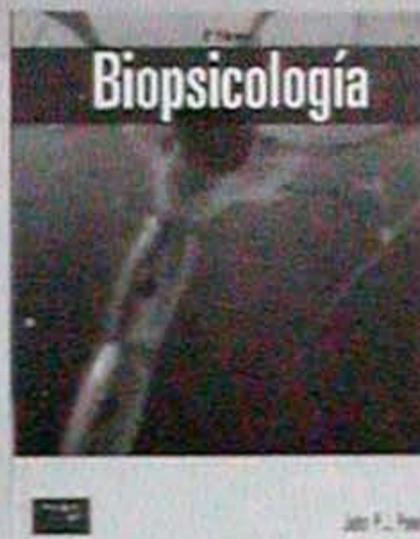
El objetivo de las autoras, despertar en los más chicos el interés por la ciencia, se cumple a través del humor, la metáfora y, principalmente, la frescura del lenguaje juvenil. El libro logra motivar, sorprender y alimentar la curiosidad.

Biopsicología, 4ta Edición

John P. J. Pinel

Madrid, 2001

Pearsons Educación, 664 páginas



Este texto, originalmente pensado para la asignatura biopsicología de la University of British Columbia, es capaz de cautivar a cualquier lector. Está escrito en un tono personal, no despojado de afectos y sensaciones, con una estructura que, por momentos, imita la novela: cada capítulo se presenta con un planteo problemático, con una intriga, que no puede resistir un lector con inquietudes.

Biopsicología es, además de inteligente, un texto abarcativo. Todos los temas relacionados con la psicología humana son tratados aquí sin dejar de lado lo conocido hasta el momento. Una breve reseña histórica de las creencias y conocimientos prologa cada tema sin eludir las concepciones ideológicas que los abonaron.

Desde la antigua concepción de cuerpo y mente como entes separados, hasta la moderna concepción psicofisiológica, Pinel enmarca en un punto de inflexión a las ciencias de la personalidad y la conducta. Incluso el dilema actual del determinismo biológico frente al libre albedrío está abordado en un texto claro, preciso, sin ambigüedades, y no exento de humor ni de un divertido anecdótico. Pero, ante todo, Biopsicología es un texto científico. La inclusión de anexos, ejercicios y cuestiones para reflexionar hacen de esta obra una pieza de relevancia para la tarea educativa.

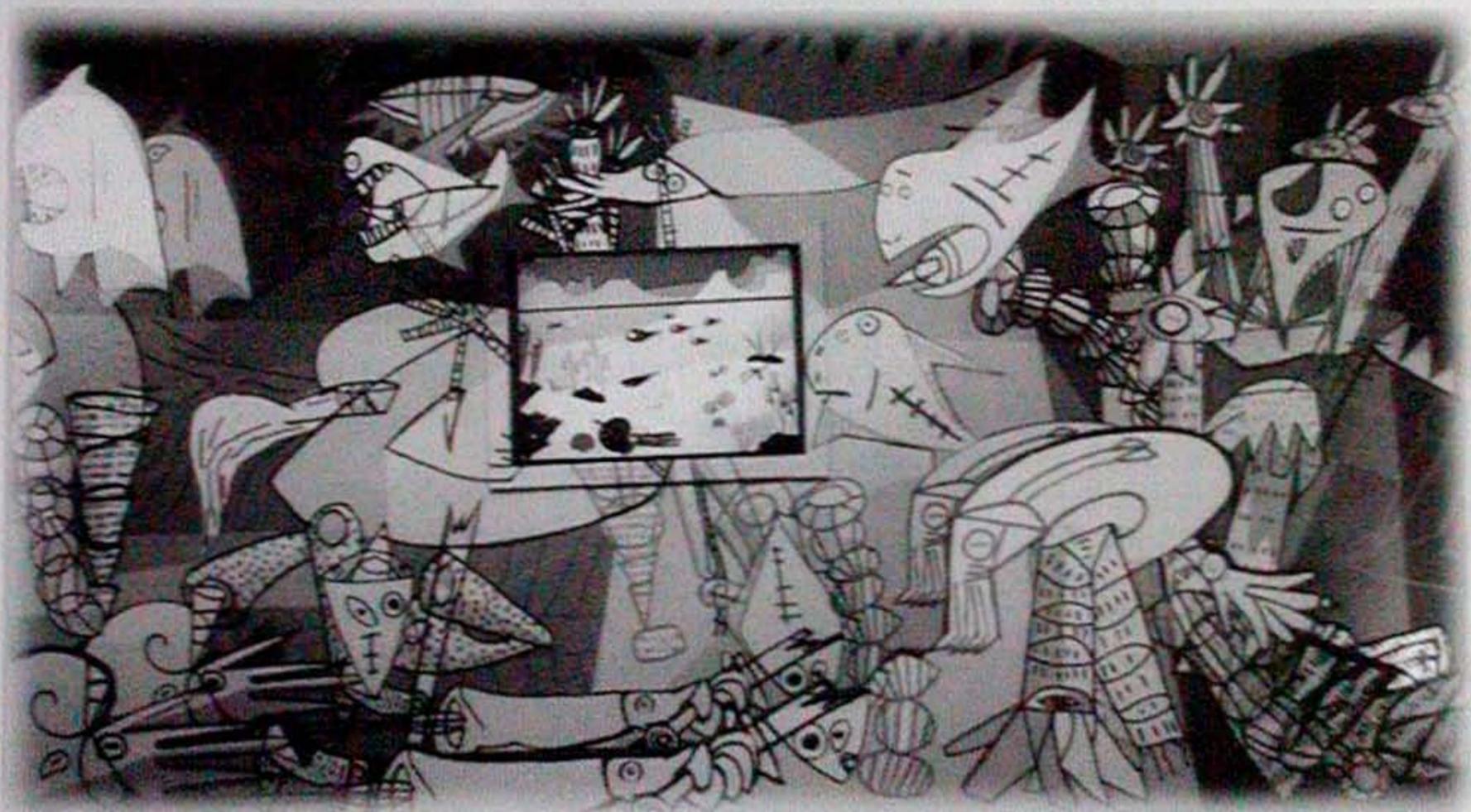
Museo en el zoológico

DARWINIA, el juego de la evolución

e v o l u c i o n

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

Desde hace un par de meses funciona en una vieja leonera del Jardín Zoológico de Buenos Aires un museo interactivo de biología. En aquel lugar donde paseaban su encierro los leones, hoy cientos de chicos recrean su curiosidad frente al misterio de la evolución que develó Charles Darwin en 1859.



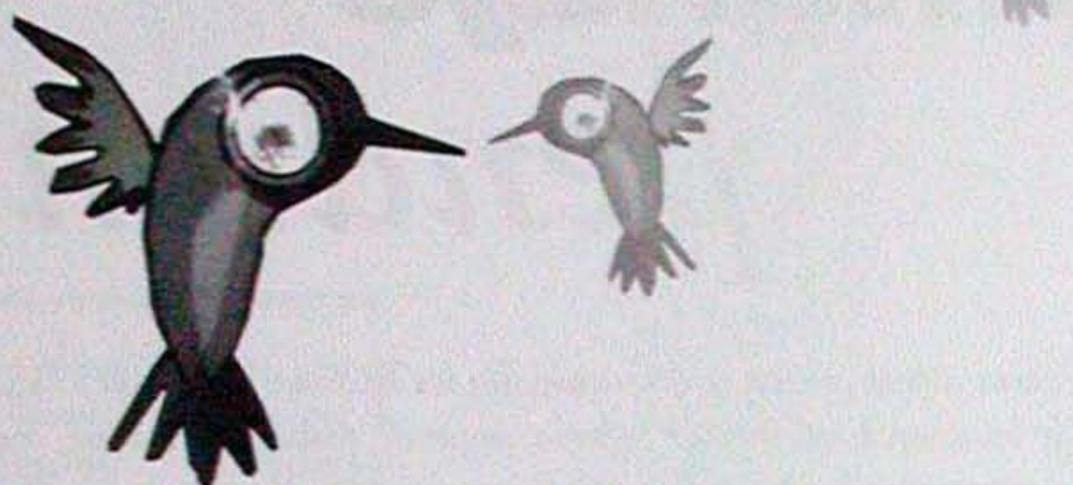
Los tres mil quinientos millones de años de la historia de la vida en la Tierra pasan delante de los ojos (y bajo las manos) de los visitantes de Darwinia a través de un conjunto de stands interactivos de variada temática y factura. Un calendario cósmico de 365 días representa los eventos más relevantes de la historia como primeras planas de un matutino porteño. ¡Se han extinguido los dinosaurios! pregonan letras catástrofe en una de las portadas.

Un enorme cajón lleno de arena llama la atención del más distraído. El enigma recién se aclara cuando un niño, palita en mano, exhuma un extraño hueso. "¡A reconstruir el esqueleto!", grita un

compañerito. Con un poco de esfuerzo e ingenio, los chicos, ya decididamente convertidos en aprendices de paleontólogo, logran armar el esqueleto de un dinosaurio de dos metros de altura. Otro desentierra el esqueleto de un avestruz y se abre la posibilidad de una discusión científica.

Un misterioso cilindro con visores que parecen los de un periscopio muestra una misma orquídea vista por los ojos de diferentes animales. "Así la ve una abeja —explica el guía—, así la ve un perro, así la vemos nosotros." Y mientras el guía habla, el cilindro gira mostrando todas las distintas flores que son una misma flor.

Un escenario que recuerda al



"Guernica" de Picasso, estructurado en tres dimensiones, permite jugar con las grandes extinciones. Un botón disminuye en 5 grados la temperatura promedio del planeta, o la hace ascender otro tanto. Un pulsador enciende la furia de los volcanes. Esa tecla de más arriba desata una lluvia de meteoritos y el polvo de los impactos oscurece la Tierra por una década. Entre tanto, un monitor de PC con dibujos animados reproduce el efecto que estos desastres producen sobre los seres vivos.

El parentesco entre las especies puede establecerse con una clave dicotómica. Pero qué cosa será eso, se preguntaría cualquier persona. La respuesta la podría encontrar si los científicos del Darwinia lo invitan a jugar el "juego del laberintosaurio". Con preguntas sencillas que responden hasta los más pequeños, los participantes aprenderán en qué consiste

Los creadores de Darwinia

Roberto Felipe Fernández, economista, editor.

Graciela Flores, bióloga, periodista.

Federico Geller, biólogo, artista plástico.

Gabriel Gellon, biólogo, docente.

Diego Golombek, biólogo, escritor.

Sebastián Preliasco, biólogo, artista plástico.

Adriana Schnek, bióloga, escritora.

Leandro Panetta, artista.

Melina Furman, bióloga.

Carina Kandel, bióloga.

Francisco Firpo, estudiante de biología.

Asesores: Julián Echave, Pablo Lorenzano, H. Luis Cappozzo, Ana María Baez y Alicia Massarini, entre otros.

el trabajo de un evolucionista.

Los creadores de la muestra —en su mayoría biólogos egresados de nuestra Facultad— visualizaron un espacio vacante que resultaba imperioso llenar: casi todos los museos interactivos de ciencia tienen ausente a la biología. ¿Y por qué, dentro de la biología, eligieron la teoría de la evolución? Porque ninguna teoría es capaz de brindar una organización tan abarcativa y universal de la vida en el planeta (y sin embargo, ser tan resistida por la escuela). A partir de estas premisas, Darwinia intenta dar respuesta a viejos interrogantes: ¿Cuál es la historia de los seres vivos de nuestro planeta? ¿Cómo evolucionaron las especies que habitaron y habitan la Tierra? Y lo hace sin eludir aquellas cuestiones que poseen nítidas resonancias míticas, como de dónde venimos, qué somos o hacia dónde vamos.

El grupo de emprendedores del Darwinia gestionó y obtuvo un subsidio de la Fundación Antorchas y el apoyo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales para construir esta muestra piloto, que es visitada sólo por colegios primarios. Mediante esta experiencia se evaluará la respuesta de los visitantes y se programarán los ajustes con miras al montaje de un museo de envergadura. Desde el momento del manos a la obra, el equipo se propuso generar un espacio agradable y placentero, que equilibrará permanentemente lo intelectual, lo ético y lo estético. En gran medida lo han logrado pero, por supuesto, la última palabra la tendrán los chicos. ■



Los "profesores argentinos" en Chile

Un homenaje pendiente

por Leónidas Robespierre Chávez Burgos

Un grupo de científicos de diversas áreas que en el 66 esquivaba los bastones largos de Onganía, llegó a Chile con la esperanza de encontrar, además de refugio, lugar de trabajo. Y así fue. Nuestro país vecino los acogió y durante algunos años fueron parte del sistema científico-académico. Pero el idilio de los exiliados terminó con una lisa y llana expulsión. Al respecto, el geólogo chileno Leónidas Chávez Burgos destaca en estas líneas el valor del aporte de los "profesores argentinos".



En Agosto de 1966, un grupo de académicos argentinos, proveniente de la Universidad de Buenos Aires, se autoexiliaba en Chile luego de la intervención decretada por la dictadura militar encabezada por el general Juan Carlos Onganía, que había concluido con el brutal apaleamiento de profesores, estudiantes y autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas.

Entre los "profesores argentinos" —la respetuosa denominación que usábamos en el medio universitario para referirnos a estos académicos— se encontraban cuatro colegas geólogos. Y fue precisamente uno de ellos, Amílcar Herrera, quien nos facilitaría la comprensión de las acciones represivas anticulturales desde el punto de vista del condicionamiento social del desarrollo científico en nuestra América Latina: las definía como una de las manifestaciones de la divergencia entre la política científica "explícita" —la que se declara como lo que se pretende— y la política científica "implícita" —la que realmente se realiza en la práctica.

Con el tiempo, la experiencia chilena de los profesores argentinos terminaría fracasando, enmarcada en el escenario del Chile de la década de los 60, dominado por los acontecimientos de nuestra propia crisis y nuestra propia bús-

quedó de un nuevo "Proyecto Nacional". En febrero de 1969, catorce de ellos —entre quienes se encontraban dos de nuestros colegas geólogos: Amílcar Herrera y Aristides Romero— eran expulsados de Chile por "constituir un peligro potencial para la seguridad interna del estado", según declaraba la autoridad del poder ejecutivo responsable de esta decisión. Obviamente, los restantes —unos 45 académicos argentinos— optaron por desexiliarse de nuestro país abandonando Chile en los meses siguientes.

En febrero de 2001 se cumplieron 32 años de ese ultraje gratuito, y todavía el Estado de Chile, las universidades y los universitarios chilenos, estamos en deuda con los profesores argentinos. Deudores de un doble homenaje: de desagravio por la ofensa que se les infringiera y de reconocimiento por sus aportes al país.

Los Profesores Argentinos conformaban un grupo del orden de 60 académicos —que con sus familias redondeaban un conjunto del orden de las 150 personas— y que incluía desde cuadros de primer nivel y de amplia experiencia, hasta alumnos de doctorado. Fueron acogidos en diversos centros universitarios de Santiago, Valparaíso, Antofagasta, y Valdivia. Muchos en la Universidad de Chile: tanto en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, como en la de Medicina, un gran grupo en la recién creada Facultad de Ciencias. También un buen número se sumó a la Universidad Técnica del Estado (UTE). Fueron recibidos amistosa y solidariamente en casi todas partes.



Los argentinos y la universidad chilena

Para el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas fue especialmente importante la incorporación de los geólogos Félix González-Bonorino (1918-1998), Amílcar Herrera (1920-1995) y Aristides Romero (1926-1995). Esto por ser ellos cuadros científico-profesionales de primer nivel, con amplia experiencia en los servicios estatales de geología y minería, la investigación, la docencia y las funciones de dirección universitaria, como además porque su incorporación se producía inmediatamente después de la creación de este Departamento —con el cual se pretendía realizar un fuerte desarrollo de la investigación, la docencia y la extensión universitaria en el área de la geología, de acuerdo con las necesidades del país.

También cabe destacar la incorporación de Rogelio Clayton (1935), un recién doctorado que desplegó una intensa actividad universitaria.

Los profesores argentinos, cada uno a su manera y cada uno con sus propios intereses, eran personas de un ethos nada convencional, caracterizados por una actitud alerta e interesada en comprender el mundo en toda su complejidad. Estas características hacían que se destacaran fácilmente en el ambiente académico chileno de la época. Y sobre todo en el caso de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, un conjunto de especialidades donde predominaba ampliamente el profesionalismo tradicional, orgulloso de su pragmatismo y de su culto del peritaje, dedicado al estudio de asuntos científico-tecnológicos que, limitándose a servir a las necesidades del sistema, eran triviales como aportes a una comprensión coherente, integradora y crítica de la realidad.

Dentro de ese contexto, era muy evidente que los profesores argentinos pertenecían a la clase de académicos capaces de hacer aportes originales engarzados en la coherencia necesaria para la recreación del universo y, más precisamente, en la conciencia del universo que es, o que anhelamos que sea, esto que llamamos Universidad.

A la llegada de los profesores, Chile vivía aquel período de importantes transformaciones sociales, políticas y económicas que fue la década de los 60. En ese contexto global se producía el ciclo de la Reforma Universitaria de las universidades chilenas, impulsado por el estamento estudiantil y apoyado por académicos



micos que no tenían participación en los claustros universitarios elitistas autogenerados, y que aspiraban a terminar con el régimen autoritario de las universidades y a convertirlas en instituciones democráticas, a la vez que comprometidas con la necesidad de cambios sociales.

Sin ser indiferentes, pero siendo respetuosos con el país que los había acogido, los profesores argentinos no intervinieron en el proceso reformista. Pero transcurrido algún tiempo, ellos fueron invitados formalmente a participar con plenos derechos en todas las actividades involucradas por la reforma, en todos los niveles, incluyendo comisiones de trabajo, asambleas y elecciones. La contribución de estos profesores fue muy relevante —siendo valorada en todas partes como decisiva para la consolidación conceptual y estructural de la Universidad reformada— debido a que contaban con la experiencia del proceso reformista argentino, iniciado en 1918 con el manifiesto liminar de Córdoba.

La expulsión del "asilo"

La excepción fue la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, donde desde el comienzo los profesores argentinos no habían sido muy bien acogidos. Dado el incipiente desarrollo de la investigación en esa facultad, se puso en evidencia el nivel académico notablemente más alto de los recién llegados. Esta situación suscitó las envidias y celos profesionales de no pocos chilenos que se sintieron inferiores, sentimiento que ellos manifestaron en forma de chauvinismo elemental. Además, en algunos departamentos los académicos argentinos eran muchos, especialmente en el de Física, lo que hacía que tuvieran un gran peso político en las decisiones que se tomaban en ese nivel.

A todo esto se sumaba el hecho agravante de que esos conflictos se daban en el contexto de una lucha extremadamente dura entre reformistas y profesionalistas tradicionales.

A la postre, los conflictos suscitados en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas influirían decisivamente en la determinación de los límites de la viabilidad política del "asilo contra la opresión" —declaración de principios contenida en nuestro himno patrio, de la cual tan orgullosos nos habíamos sentido desde siempre los chilenos— aplicada al caso de la solidaridad académica contra la brutalidad militarista argentina.

La operación montada contra los profesores argentinos, cuyo origen nunca fue aclarado, terminó con la expulsión del país de catorce de ellos —casi todos jefes de grupos de investigación— ordenada por el Ministerio del Interior. Tal medida se fundamentó en un supuesto "peligro potencial para la seguridad interna del estado", y fue ejecutada en dos etapas. La primera comenzó con el repentino anuncio del Ministerio de Educación de su decisión de suprimir la partida extrapresupuestaria que entregaba a la Universidad de Chile para financiar los sueldos de los profesores argentinos. Claramente, un curso de acción típico de la hipocresía política del sistema, que sin manifestarlo, sugería a la Universidad que tenía que deshacerse de ellos. Ante tal situación, y entendiendo la Universidad que la medida iba dirigida contra ella misma como cuerpo y contra su proceso de reforma, decidió financiar esta merma con fondos propios.

Al fracasar la táctica del ahogo presupuestario, se conformó un nuevo escenario, el cual requirió un nuevo curso de acción, esta vez sin eufemismos: directo al objetivo, "por la Razón o la Fuerza", como lo autorizaba la declaración

de principios contenida en la altura de nuestro escudo patrio. Y fue así como en febrero de 1969 el Ministerio del Interior decretaba la expulsión inmediata de catorce profesores argentinos, en pleno período de vacaciones, con la esperanza de que se pudieran evitar las esperables reacciones de los estudiantes. Éstos, de todas maneras, se atrincheraron en la Facultad de Artes Musicales y Escénicas, donde resistieron durante una semana.

Por su parte, los siempre inescrupulosos medios de comunicación aprovechaban la situación para lucrar, atizando el chauvinismo: "Si vas para Chile tráeme el uranio, les decía Onganía a sus sabios", titulaba un diario, convirtiendo a los profesores en espías al servicio del dictador que los había apaleado brutalmente.

Si bien fueron sólo catorce los expulsados, era obvio que la medida estaba pensada para que hiciera efecto más o menos pronto en todos ellos, esperándose que los restantes decidieran "voluntariamente" su partida. Y como a buen entendedor pocas palabras, en los meses que siguieron, todos ellos nos abandonaban, a medida que lograban reubicarse en otros países, en vista de que Chile había dejado de ser "el asilo contra la opresión".

Espero que nuestras propias vicisitudes históricas, las cuales incluyen ahora las experiencias de nuestra propia diáspora de académicos y la solidaridad de otros pueblos, hagan posible la comprensión plena de lo que fue la experiencia chilena de los profesores argentinos, la justa valoración de su legado entre nosotros, así como de la necesidad de reparar el ultraje perpetrado con la expulsión de ellos de nuestro país. ■

La distinción de Física 2000

Un premio a los fundadores tecnológicos de la modernidad

por Ariel Libertun* libertun@df.uba.ar

Herbert Kroemer

Zhores I. Alferov

Nuestra sociedad actual está fuertemente influida por la Tecnología de la Información (la IT según las siglas en inglés), que abarca tanto la computación como las telecomunicaciones. Es difícil encontrar hoy un área de la actividad humana en la que las computadoras no hayan hecho un aporte a su desarrollo o en que la evolución de las comunicaciones haya resultado intrascendente. En reconocimiento de esta realidad, la Real Academia de Ciencias de Suecia decidió otorgar el Premio Nobel de Física del año 2000 a científicos e inventores cuyos trabajos se constituyeron en los cimientos de la actual Tecnología de la Información.

La mitad del galardón fue otorgado en forma conjunta a Zhores I. Alferov, del A.F. Ioffe Physico-Technical Institute de San Petesburgo (Rusia), y a Herbert Kroemer, de la Universidad de California, en Santa Bárbara (Estados Unidos), "por desarrollar heteroestructuras semiconductoras usadas en optoelectrónica y electrónica de alta velocidad". La otra mitad del premio fue para Jack S. Kilby, de la empresa estadounidense Texas Instruments, "por su parte en la invención del circuito integrado".

Heteroestructuras semiconductoras

Un semiconductor simple es un material que se puede considerar a mitad de camino entre un conductor y un aislante.

Alferov y Kroemer inventaron los microcomponentes electrónicos basados en heteroestructuras semiconductoras, conjuntos semiconductores formados por varias capas delgadas de distintos materiales. Ejemplo de estos son los compuestos de arseniuro de galio (GaAs) y aluminio-arseniuro de galio (AlGaAs).

En 1957 Kroemer propuso en forma teórica la posibilidad de construir un transistor basado en una heteroestructura semiconductor (por la invención del transistor simple William Shockly, John Bardeen y Walter Brattain obtuvieron el premio Nobel en física de 1956). Seis años más tarde y en forma independiente, Alferov y Kroemer desarrollaron el principio del diodo láser, una invención tan significativa como la del heterotransistor.

Los transistores rápidos basados en esta tecnología son empleados hoy en día en enlaces satelitales y teléfonos celulares. Los diodos láseres se emplean como lectores de código de barras, reproductores de discos compactos, punteros láser o emisores que envían la información a través de la red de fibras ópticas que hoy cubre buena parte del planeta. Este tipo de estructuras de semiconductores también son el fundamento de diodos emisores de luz (LED) de alta potencia que en un futuro podrían llegar a reemplazar las menos eficientes lamparitas eléctricas de nuestros días, tal como ya lo vienen ha-

ciendo en las luces de freno, semáforos y otras señales de advertencia.

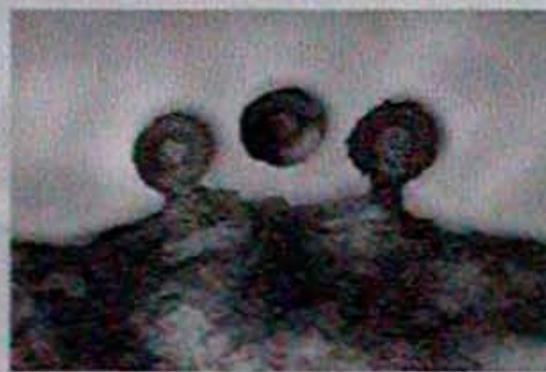
El circuito integrado

Paralelamente con estos desarrollos, evolucionó la microelectrónica, un socio fundamental de las heteroestructuras para el desarrollo de la Tecnología de la Información. En la década del 60, Jack Kilby y Robert Noyce, en forma independiente, desarrollaron los primeros circuitos integrados o *chips*, y por eso ambos son considerados los inventores del chip moderno. Kilby fue el primero en patentar uno de estos microcircuitos, mientras que Noyce, quien falleciera en 1990, fue quien primero desarrolló la estructura de silicio como semiconductor, dióxido de silicio como aislante y aluminio como elemento eléctricamente conductor con la que se construyen los chips de hoy.

A partir de esta invención, la microelectrónica creció para transformarse en la base de toda la tecnología moderna. Hoy los chips se encuentran en infinidad de aparatos, desde las potentes computadoras que colectan y procesan datos, hasta las sondas espaciales y el equipamiento de diagnóstico médico, pasando por los más cotidianos lavarropas, microondas o agendas electrónicas, entre otros inventos. ■

* Docente Auxiliar del Departamento de Física - FCEyN.

Más fuerte que el AZT



Se llama NU 13220, ya está registrado y tiene contrato de licencia con un laboratorio francés. Es una droga para combatir el sida con una potencia dos millones de veces superior al AZT, según informaron los investigadores de la Universidad de Ginebra (Suiza) que trabajaron en su descubrimiento.

Este compuesto es una molécula que actúa impidiendo que el virus que se encuentra presente en los linfocitos introduzca su información genética en el núcleo celular. Su éxito como tratamiento

fue probado in vitro con más de treinta cepas diferentes de VIH.

Si bien la noticia de que su potencia es dos millones de veces superior al AZT y su toxicidad es mucho menor para con los linfocitos sanos —debido a su gran precisión— despierta una gran esperanza, el NU 13220 tiene una desventaja.

El principal problema de la nueva droga es su falta de eficacia frente a virus resistentes y virus mutantes, por lo tanto se estima que una posibilidad de paliar esta deficiencia será la utilización simultánea con el AZT.

ADVIERTEN SOBRE EL ABUSO DE VITAMINA C

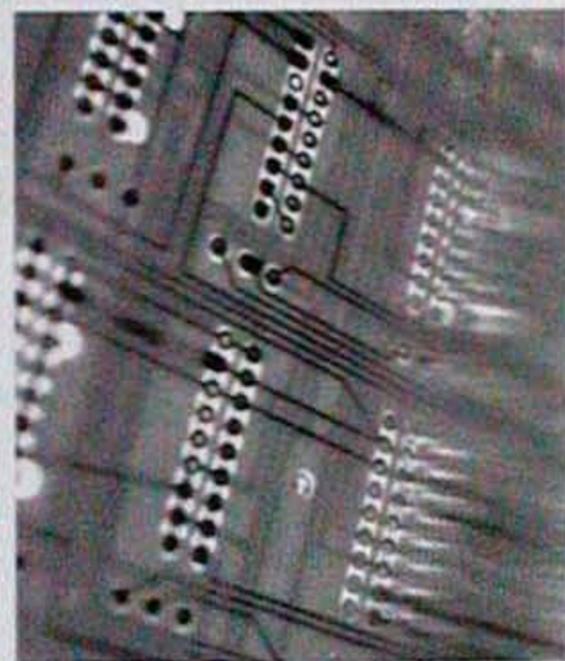
Estudios realizados por investigadores de la Universidad de Pennsylvania, en Estados Unidos, parecen indicar que el indiscriminado uso de comprimidos de vitamina C, utilizados para prevenir los resfríos o las gripes típicas de la temporada invernal, podría contribuir a dañar el ADN, el material genético de las células del organismo, y llegar, incluso, a generar células cancerosas.

La afirmación, aparecida en un reciente número de la prestigiosa revista científica "Science", se desprende de los resultados de las experiencias de laboratorio llevadas a cabo por el citado equipo de científicos, quienes descubrieron que la popular sustancia puede actuar sobre el lípido hidropéroxido, un compuesto producido en el organismo como consecuencia de la grasa ingerida, convirtiéndolo en una peligrosa toxina que puede alterar el ADN.

Aunque los científicos se encargaron de aclarar que el hallazgo no significa que la vitamina C cause cáncer, destacaron que "si realmente se desea actuar con cautela, debería evitarse la ingesta de este tipo de suplementos". En su lugar, los expertos recomiendan seguir una dieta balanceada, basada en productos naturales, que incluya, especialmente, cítricos, tomates, papas y verduras.

LA GRAN CABEZA DE BLUE GENE

La empresa IBM está desarrollando desde hace más de un año una súper computadora que convertirá a Deep Blue (aquella que derrotó a Gary Kasparov) en una vieja PC de oficina. Su nombre será Blue Gene y su "cerebro" estará en condiciones de realizar 1000 billones de operaciones por segundo, capacidad de proceso que se denomina "pentaplof".



La computadora —que ocupará una habitación completa— constará de diferentes unidades conectadas unas a otras con miles de chips. Cada chip, a su vez, estará integrado con procesadores, memoria y lógica de comunicación. Además, contará con un sistema de prevención de problemas técnicos y de autorreparación, para impedir que su capacidad de cálculo se vea interrumpida.

¿Para qué puede servir una súper computadora? Semejante capacidad informática le viene al dedillo, por ejemplo, a la biología. Una de las funciones que podrá asumir Blue Gene es la de colaborar con el estudio del plegamiento de las proteínas, proceso que determina la estructura tridimensional de este conjunto de aminoácidos. El complicado mecanismo de plegamiento puede durar un milisegundo (por lo que puede suponerse que no es fácil describirlo) y descubrir todos sus secretos sería el puntapié inicial para combatir todo tipo de enfermedades.

Matrimonio cibernético



En algunos ámbitos científicos, la idea de "cruzar" seres vivos con circuitos integrados parece marchar viento en popa. Los científicos a cargo de este área de estudio sostienen que las investigaciones permitirán crear cosas tan disímiles como miembros artificiales movidos por implantes neuronales o criaturas microscópicas capaces de devorar toxinas y emitir una luz característica al detectar su presencia.

Pero sin lugar a dudas, una de las más espectaculares noticias es aquella que señala que Kevin Warwick, un excéntrico investigador del Departamento de Cibernética de la Universidad de Reading, en el Reino Unido, se convertirá, junto con su esposa, Irina, en la primera pareja de cyborgs del planeta.

Para llevar a cabo este audaz experimento, el matrimonio dejará que introduzcan en sus cuerpos un chip de aproximadamente cinco centímetros, que será conectado a las fibras nerviosas de sus brazos. El implante de Warwick hará que los impulsos eléctricos de los nervios se transformen en señales de radio, las que serán transmitidas a una computadora que, a su vez, las reenviará al chip de Irina.

El científico afirmó al *The Sunday Times* que desea comprobar su llamada "teoría de la transmisión de sentimientos". Según el experto, mediante este implante se podría llegar a comunicar "la ira, la ansiedad o la felicidad". ¿Podrá también el chip transmitir los signos de locura?

Megamuestra de dinosaurios

Desde el 28 de junio pasado hasta el próximo 30 de setiembre, el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, ubicado en la avenida Angel Gallardo 490 de esta Capital, exhibe -al valor de dos pesos la entrada- más de diez reconstrucciones de los grandes dinosaurios del país, además de los ejemplares de exposición permanente.

Entre los más importantes protagonistas de la muestra se encuentra una réplica, en tamaño natural, del Gigantotyrannus, el dinosaurio carnívoro más grande del mundo, hallado en 1993 por el rastreador de fósiles aficionado Rubén Carolini, cerca de la represa del Chocón, en la provincia de Neuquén.

Sostenido por las dos patas posteriores, el Gigantotyrannus, que vivió en el período Cretácico, hace unos 100 millones de

años, alcanza los casi nueve metros de altura, su cuerpo llega a los 14 metros de largo y posee un cráneo de casi dos metros de longitud. Se estima que su peso rondaba las siete toneladas. La reconstrucción del animal, realizada por el biólogo de esta Facultad, el licenciado José Luis Gómez, se encuentra al lado de un Tyrannosaurus rex, el más grande de los dinosaurios carnívoros hallados en América del Norte, el que fuera considerado, hasta el descubrimiento de Gigantotyrannus, el depredador de mayor tamaño del planeta.

Aunque la mayoría de las personas asocia a los dinosaurios con animales de proporciones descomunales, en la exhibición puede comprobarse que no todos eran gigantes, algunos, como el Eoraptor, apenas si llegaban al tamaño de un perro mediano.

¡Disparen contra el cometa!



Los cometas siempre causaron fascinación. Como prueba de ello, la NASA acaba de aprobar un proyecto, denominado "Deep Impact" ("Impacto Profundo"), que evoca al film de ciencia ficción del mismo nombre.

Se trata de una misión en la que una nave espacial provista de variados instrumentos para la obtención de imágenes y análisis espectroscópicos, viajará

hasta Tempel 1, un cometa casi inactivo situado a unos 226 millones de kilómetros de distancia de nuestro planeta, para dispararle un misil que formará un cráter de casi 200 metros de diámetro y más de 20 metros de profundidad.

De acuerdo con los investigadores de la NASA, el impacto del proyectil no sólo permitirá estudiar por primera vez el núcleo de un cometa, sino también llevar a cabo un pormenorizado análisis de los materiales que de él salgan eyectados.

A partir del estudio del cráter y de los materiales expulsados, los científicos esperan obtener respuestas a preguntas tales como cuál es la diferencia en la composición del núcleo de un cometa y su superficie, cómo reconocer a los cometas inactivos o qué relación existe entre el núcleo y la abundancia de la cabellera o cola del cometa.

Computadoras cuánticas

Para un *bit* nada mejor que un *spin*

por Pablo Vázquez*
sasfed@yahoo.com

El estudio de las micropartículas y el de la informática se unen para crear nuevas computadoras mucho más eficientes, capaces de resolver en poco tiempo, problemas que hoy día demandarían años de trabajo computacional. La clave está en el lugar físico que ocupa la información.

En el año 81, durante el café después de la cena, Richard Feynman (premio Nobel por su contribución a la física de partículas) planteó una pregunta: ¿qué pasaría si pudiéramos hacer una computadora donde cada bit estuviera almacenado en una sola partícula cuántica? Si esto fuera posible —aventuró—, si un sólo átomo pudiera almacenar información en alguna característica variable (por ejemplo, en la dirección en que gira) también podríamos lograr que el conjunto de bits interactuase entre sí en un proceso computacional, y obtendríamos una computadora cuántica. Feynman sugirió que esta computadora sería más poderosa que las conocidas hasta ahora.

Dentro de la física y de la ciencia en general, la mecánica cuántica es una de las áreas que más dificultades conceptuales ofrece: las reglas que rigen nuestra vida cotidiana o macroscópica no siempre sirven para explicar los sucesos a un nivel tan diminuto. Esta disciplina, además de tratar de entender el mundo de las micropartículas y de sus interacciones, logró aplicar sus descubrimientos a avances tecnológicos tales como los relojes atómi-

cos, la energía nuclear, y es posible que también lo haga con las computadoras cuánticas.

Otro espacio para la memoria

Las computadoras que conocemos cumplen con ciertas características, una de ellas es almacenar y procesar información. La unidad de información recibe el nombre de bit. Cada bit tiene dos valores posibles: uno o cero, blanco o negro, sí o no, llámelo como quiera, eso es lo de menos. En las computadoras, un cabezal magnético apunta todo su poder magnético sobre una pequeñísima parte de la superficie del disco rígido, orientando las partículas ferrosas en una dirección determinada. Luego, si el campo magnético apunta hacia un lado, el bit tiene un valor correspondiente a uno; y si apunta hacia el otro, el valor cero. De esta forma, el conjunto de bits almacena cualquier información en un código binario de dos signos. Cuando la información se procesa, el estado en el que se encuentra un grupo de bits cambia, y dependiendo de las órdenes que



hayamos programado, obtendremos diferentes resultados.

Según los físicos, los bits de las computadoras cuánticas —a diferencia de las tradicionales— podrían tener más de dos estados posibles: con el espín para un lado, para el otro, y todos los estados intermedios a los dos anteriores. “La computadora cuántica puede existir en estados que son la superposición de muchos estados computacionales al mismo tiempo”, afirma Juan Pablo Paz, director del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas. Esto significa que las computadoras harían muchos cálculos distintos al mismo tiempo y nosotros veríamos la superposición de todos esos estados al final del proceso.

Paz fue uno de los científicos argentinos que contribuyeron en el diseño de circuitos cuánticos y en la teoría cuántica de corrección de errores. Todas las computadoras cometen errores espontáneos en forma poco frecuente, para superarlos existen varios sistemas que permiten (casi siempre) evitarlos. Las computadoras cuánticas no escaparían de esta dificultad, por el contrario, tendrían una mayor predisposición a cometer errores. Por ese motivo resulta esencial desarrollar sistemas para evitarlos.

En la seguridad está la clave

En 1994 el matemático Peter Shor, que trabaja en los laboratorios de AT&T en New York, demostró que algunos pro-

blemas que las computadoras comunes resuelven en forma muy poco eficiente podrían ser resueltos más fácilmente por las computadoras cuánticas. Entre ellos, el más importante es el de la factorización de números enteros. En las computadoras comunes la cantidad de operaciones que hay que hacer para factorizar un número crece muy rápidamente a medida que aumenta el número; en cambio, en las computadoras cuánticas el aumento en la cantidad de operaciones no tendría importancia.

La factorización es la descomposición de un número cualquiera en factores primos —es decir, números que sólo son divisibles por sí mismos— y tiene gran importancia en el ámbito de la seguridad en Internet. Por ejemplo, si multiplicamos entre sí el 5 y el 9 obtenemos como resultado el número 45; así 5 y 9 son los factores primos de 45. Encontrar los factores primos del 45 es juego de niños, pero la mejor PC con el mejor programa de matemática que exista hoy día se puede pasar unos cuantos años hasta encontrar los factores primos del número 114.381.625.757.888.867.666.235.779.976.146.612.010.218.296.721.242.362.562.561.842.935.706.935.245.733.897.830.597.123.563.958.705.058.989.075.147.599.290.02.879.543.541, que tiene 129 cifras en total. Por eso la encriptación utiliza esta dificultad computacional para resguardar la seguridad de la información que viaja alegremente por la autopista informática (por ejemplo, los datos de las tarjetas de cré-

dito o los mensajes confidenciales).

El mecanismo de la encriptación funciona de esta manera: si tenemos dos números cualesquiera (pero que sean primos y suficientemente grandes) p_1 y p_2 , su producto es fácil de calcular. Llamémoslos p , al producto. Cualquier computadora puede resolver esta operación en una fracción de segundo. Pero el camino inverso no es tan sencillo: dado p , encontrar p_1 y p_2 puede resultar muy tedioso. Haga la prueba: ¿cuáles son los dos factores primos de 697?

La mejor computadora actual puede tardar muchísimo tiempo en encontrar los factores primos de un número enorme como aquel de las 129 cifras. Y escasos 2 segundos en multiplicar esos dos factores y hallar el producto si el usuario los conociese de entrada. Esto marca una enorme asimetría para una misma operación algebraica. En una dirección es sencillísima, en la opuesta prácticamente irresoluble. Así pues, encadenando esta operación a un procesador de texto se logra que en una dirección sea fácil escribir y en la opuesta sea imposible leer... a menos que el lector posea la clave, es decir, conozca los dos factores primos. A ese encadenamiento se llama encriptación.

Resulta irónico que tanto las agencias de inteligencia como y empresas de seguridad informática están muy interesadas en vencer esta dificultad de las computadoras convencionales. Las primeras para “espíar” mensajes secretos, las segundas para evitar sorpresas desagra-



dables. Es por eso, que si alguna vez va a existir una computadora cuántica—y todo parece indicar que sí— todos quieren tenerla primero.

De lo virtual a lo real

Se han encontrado—siempre en el ámbito teórico— otros usos para las computadoras cuánticas, como por ejemplo mejorar la eficiencia de búsqueda en las bases de datos.

Ya sabemos que, en teoría, una computadora cuántica puede procesar mejor la información. ¿Y en la práctica, hasta donde se ha avanzado hasta ahora? La parte experimental no fue tomada muy en serio hasta que surgieron nuevas tecnologías que permitieron controlar átomos individuales. Hoy se puede aislar átomos individuales y quitarles movimiento (enfriarlos), se puede hacer mediciones precisas o interactuar con un el átomo—un único átomo— para ver la respuesta. "Las trampas de iones", como suele llamárseles a los aparatos usados para tal fin, son utilizadas para realizar mediciones muy precisas. Este es el caso, a modo de ejemplo, de los relojes atómicos donde se necesita medir las oscilaciones del átomo de cesio (un segundo equivale a 9.192.631.770 oscilaciones).

Utilizando estos dispositivos, es posible construir pequeños prototipos de computadora cuántica usando átomos aislados de berilio o de calcio, entre otros

elementos. En estos prototipos, en vez de detectar el spin, se miden los niveles que ocupan los electrones dentro de los átomos y de esta forma se almacena la información. Para hacer evolucionar el sistema hay que iluminar cada átomo con un láser y de esa forma se puede cambiar el nivel atómico en forma controlada. Con las computadoras hechas con trampas de iones se ha llegado a 4 bits por partícula, pero, claro, ocupa un espacio enorme: un laboratorio entero.

Actualmente existen otras tecnologías que proponen utilizar el spin de electrones inmovilizados en materiales semiconductores para almacenar la información. El espesor de cada capa tiene el ancho de un átomo y los sitios donde se pueden encontrar estos electrones inmovilizados se conocen como puntos cuánticos. Existe un campo, toda una corriente de físicos, que investiga el uso de spines para transmitir información: la spintrónica. Si se demuestra que estos materiales pueden ser usados para hacer computadoras cuánticas, podrían superarse algunas de las principales dificultades en la creación de estos objetos, como el enorme espacio que demandan las trampas de iones, algunos problemas que acarrea su producción y la dificultad para aislar los átomos del ruido ambiental. Esto es sólo el comienzo. La gente que realiza compras por Internet con tarjeta de crédito puede dormir tranquila... pero sólo por ahora. ■

* Redactora de la Oficina de Prensa - FCEyN.

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

**FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES**



**CARRERAS
DE GRADO**

BIOLOGÍA

COMPUTACIÓN

QUÍMICA

FÍSICA

MATEMÁTICA

GEOLOGÍA

CS. DE LA ATMÓSFERA

OCEANOGRAFÍA

Ciudad Universitaria

Pab. II, C1428EHA,

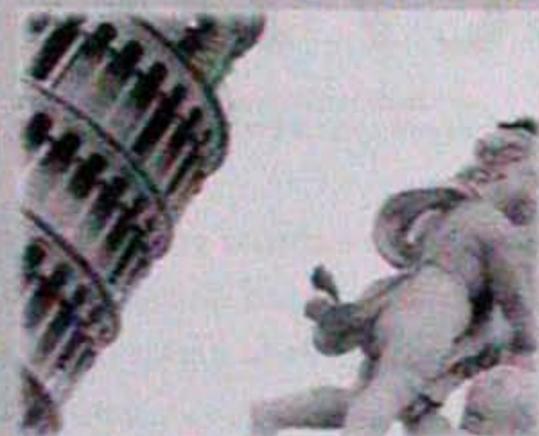
Capital Federal

Tel.: 4576-3300 al 09

Fax.: 4576-3351

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

Las bolas de Galileo



Que Galileo Galilei haya soltado dos bolas de diferente masa desde lo alto de la torre de Pisa es seguramente tan incierto como que Newton descubrió la teoría de la gravitación universal al ser golpeado por una manzana mientras miraba la luna.

Ya en el siglo VI Johannes Filoponus (o Juan el Gramático) basándose en experimentos, rebatió la teoría aristotélica de la caída de los cuerpos en forma pro-

porcional a su masa, aunque admitiendo, igualmente que no todos llegan al mismo tiempo, ya que los más pesados lo hacen con una "pequeña antelación".

De todos modos, le cabe a Galileo el crédito de teorizar al respecto enunciando una ley que le abrió las puertas a la mecánica clásica.

Sin embargo aún hoy es poco frecuente que los docentes de física presenten explicaciones correctas del fenómeno. Todos alcanzan a vislumbrar que el efecto del rozamiento con el aire influye para que un cuerpo, generalmente el de mayor masa, llegue al piso antes que el otro, pero pocos admiten que con eso no basta. En efecto: si cuidamos que ambos cuerpos rocen el aire del mismo modo, aún así el más pesado llega primero. ¿Qué es lo que está faltando y que muy pocos textos tienen en cuenta?

Cuando Galileo Galilei enunció la ley de caída de los cuerpos —que afirma acertadamente que los cuerpos caen con ace-

leración constante e independientemente de su masa—, no sabía que la ley sólo es válida para alturas pequeñas pero sí sabía que la interacción con el aire podía alterar los tiempos de caída de diferentes cuerpos. Desde entonces todos se la agarran con el rozamiento del aire pero olvidan otra interacción: el empuje. Todo cuerpo "sumergido" en la atmósfera recibe un empuje de abajo hacia arriba proporcional a su volumen (no a su masa). Por lo tanto, despreciando la interacción por rozamiento —por ejemplo al considerar dos cuerpos de igual forma y tamaño— la aceleración de caída en el aire de cualquier cuerpo resulta ser g menos un término directamente proporcional a su volumen e inversamente proporcional a su masa.

$$a = g - \rho \frac{V}{m}$$

Por eso un globo tarda más en llegar al suelo que una bola de hierro de la misma forma y tamaño. ■

El Maestro Ciruela es un creído

Profesor, una preguntita

Tuve grandes maestros, y una de las cosas que más recuerdo de ellos (¡qué ególatra seré!) es el estímulo que me brindaron al elogiar mis preguntas. «Excelente su pregunta, Don Ciruela.» «Su pregunta es muy sabia», etc. Reconozcamos que la mayoría de las veces mis preguntas eran reverendas estupideces. Pero no importaba, cuanto mejor era mi docente mejor sabía rescatar de mi intervención algún aspecto verdaderamente didáctico.

Tampoco faltaba aquel profesor que durante el discurso se autofabricaba la pregunta (que la dejaba picando en el área chica para que alguno que estuviera despierto la empujase a la red). «Pero qué ingeniosa cuestión nos plantea, Ciruelita.» Me contestaba hipócritamente el troesma. De todos modos yo quedaba

tan ancho que no cabía en el pupitre. Al terminar la hora venían mis compañeros a pedirme más detalles de la cuestión.

Mis maestros más sabios, se equivocaban... ¡Ah!, qué placer era descubrir esos errores, cómo me enseñaban. De noche, reconstruyendo mi acto de heroísmo, entraba en la sospecha de que el error hubiese sido adrede. Sin embargo lo que perduraba en el tiempo era la grandeza del docente alabando que yo lo hubiese corregido.

No sé si estarán orgullosos de mí, de lo que yo hice con el estímulo que me brindaron. Pero de lo que no me cabe duda es que los recuerdo no sólo por su espíritu de generosidad, sino porque me dejaron profundas enseñanzas, por la efectividad de su mensaje (¿dije afectividad?). ■

Frases Imperdibles

Anticipación

«Ningún cuerpo empieza a moverse o se detiene por sí mismo»

Abu Ali Ibn Sina, conocido como Avicena (980-1037)

Del vacío interior

por Guillermo Gimenez de Castro*
guigue@croae.mackenzie.br



La pertinaz creencia en seres que habitan el interior de la Tierra desafía cualquier capacidad de explicación racional. Hueca, hoy por hoy no es la Tierra, apenas las ideas.

Los mitos celestiales son tan antiguos como la propia humanidad, y tan antiguos como ellos son los mitos de seres que habitan las profundidades de la Tierra. En contraposición a los ángeles del cielo, la tradición colocó, en general, a los demonios bajo la superficie. Como ejemplo tenemos al Infierno cristiano. Sin embargo los budistas del Asia Central crearon un reino maravilloso bajo nuestros pies al que bautizaron "Agharta", donde los seres son más bellos y más sabios que nosotros —pobres humanos— y cuyo rey tiene el poder de leer nuestra alma. La ciencia ficción, de la mano de Julio Verne, entre otros, también aportó su cuota de credulidad a la existencia de una Tierra subterránea.

Novela y mito son ficciones y como tales no están sujetas a los procesos de validez científica. Pero para nuestra sorpresa, existen no pocas personas que consideran posible que la Tierra sea hueca y sueñan con una expedición a su interior, donde esperan encontrar los más fabulosos tesoros, seres superiores y hasta la explicación del llamado "fenómeno OVNI". Según ellas, dos inmensos agujeros en los polos posibilitan el pasaje hacia el interior, aunque también algunas cavernas alejadas de los polos servirían para adentrarse. La Tierra sería en realidad una esfera hueca de 1.300 km. de espesor. En el interior habría un Sol de unos 1.000 km. de diáme-

tro que daría luz y calor. La geografía de esta Tierra Interior (que algunos han bautizado "Agharta" y otros de "Koresch") sería bastante parecida a la de su hermana externa, con montañas, mares, ríos.

Teorías acerca de la nada

Tal vez fue Edmund Halley (1656-1742), el científico inglés que descubrió el cometa que lleva su nombre, quien hipotetizó científicamente por primera vez sobre la existencia de una Tierra hueca. Después de una serie de observaciones del campo magnético terrestre, llegó a la conclusión de que ciertas anomalías que él observaba, podrían explicarse si la Tierra estuviera compuesta por dos esferas, una externa hueca y otra interna sólida, cada una con diferentes ejes magnéticos. La ciencia olvidó rápidamente las ideas de Halley, pero su nombre suele ser citado por los adeptos de la teoría de la Tierra hueca como un argumento de autoridad. Distintos "autodidactas" tomaron ese postulado del científico inglés y se convirtieron en emisarios de "Agharta".

En 1780, el estadounidense John Cleves Symmes, se autoconvenció de la veracidad de una Tierra dentro de la Tierra y lanzó una cruzada nacional para conseguir los fondos para una expedición al Polo Norte. Murió antes de que el gobier-





no destinara 1.300.000 dólares a tal efecto, y que una expedición partiera en 1838, aunque no con los fines que hubiera deseado Symmes. En realidad, las potencias mundiales estaban intentando evaluar la importancia de las únicas tierras aún no conquistadas: ambos casquetes polares. Al mando de Charles Wilkes, la expedición de cuatro años sirvió para mostrar la enorme extensión geográfica del Ártico. Y de más está decir que no se cruzaron con ninguna señal de pasaje al interior del planeta.

Aún más delirante que Symmes, el también estadounidense Cyrus Read Teed, nacido en 1839, se convenció de que era imposible discernir matemáticamente si estamos dentro o fuera de una esfera, y así concibió una Tierra cóncava, a parte de la cual sólo hay vacío. Es decir, nosotros viviríamos en el interior de un Universo hueco. En el centro estaría el Sol, siendo los planetas y estrellas luminosos sólo porque reflejan la luz solar reflejada en la superficie de la Tierra cóncava. Esta Tierra recibió el nombre de "Koresh", que es la traducción hebrea de su propio nombre Cyrus. Teed llegó a crear una iglesia y sus adeptos prolongaron aquella creencia hasta por lo menos 1982.

Se dice que Adolfo Hitler creía ciegamente en la teoría de la Tierra hueca, en cuyo interior se encontraban los seres arios puros y perfectos que dominarían al mundo. Algunos creyentes piensan que el *führer* habría escapado de los soviéticos en 1945 y entrado en el interior de la Tierra. Un ex comandante de submarinos alema-

nes, después de acabada la Segunda Guerra Mundial, continuó con estas ideas que se cristalizaron en el Instituto Internacional de la Tierra Completa, que, entre otros objetivos, está reuniendo fondos para hacer una expedición al Polo Norte.

¿Hay alguien ahí?

Hasta aquí un poco de la historia de la Tierra hueca. Veamos el sustento teórico de las ideas. Mucho antes de la existencia de satélites artificiales que tomaran fotos de ambos polos—dejando en claro que éstos no tienen ningún orificio—ya se podía realizar el siguiente ejercicio mental: calcular el campo gravitatorio en el interior de la supuesta Tierra hueca o, lo que es lo mismo, calcular cuál sería el peso de una persona parada en el interior de la Tierra. Los estudiantes de física reconocerán que el problema es similar a calcular el campo eléctrico interior de una esfera hueca cargada uniformemente. Pues bien, la física sabe, por lo menos desde hace 200 años, que el campo interno es nulo. Es decir, en el interior de una esfera hueca el peso es cero y por lo tanto, los seres que allí viviesen estarían flotando! Imaginen ahora, si colocamos un Sol interior, lo que ocurriría: todos los seres serían atraídos hacia él y morirían calcinados. Existen pocos ejemplos de charlatanería pseudocientífica y de credulidad ingenua más conmovedores que éste.

El resto de los argumentos son anécdotas menores. El primer hombre en sobrevolar los polos, el norteamericano

Richard Byrd, no observó ningún agujero, pero en su informe posterior dijo haber "inspeccionado cerca de 26.000 km² alrededor y más allá del polo". Esta simple frase con las palabras "mas allá del polo" son la base de un castillo de cristal sobre el que hasta se acusa al gobierno norteamericano de encubrimiento como en el caso de los OVNI. Se afirma que Byrd entró en la Tierra interna, y lo que no se dice es si él fue o no consciente. Existe una supuesta grabación de la transmisión de Byrd mientras volaba el interior de la Tierra, captada en New York, EEUU, por un radio aficionado. Es difícil explicar cómo la radiación electromagnética que se propaga en forma rectilínea podría haber escapado del interior.

La Tierra hueca forma parte de nuestro folklore de ideas extravagantes, apoyada en mitos tan antiguos como la humanidad. Igual que su hermana lejana, la teoría de la Tierra plana (que contó con adeptos hasta adentrado el siglo XX), tuvo en algún momento de su pasado cierto sustento científico. Es justamente esta cualidad lo que diferencia ciencia de pseudociencia. La primera está corrigiéndose a sí misma permanentemente. La segunda se aferra tozudamente a una idea por siglos, sin interesarse por los nuevos conocimientos, y mantiene impertérrita sus afirmaciones, que acaban siendo tan auténticas como las de un oráculo. ■

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

Los números

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

de Medionacci

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233

Todo aficionado a la matemática recreativa conoce la sucesión de Fibonacci, que es aquella que comienza con 1, 1, ... y en la que cada término a partir del tercero es igual a la suma de los dos precedentes (los primeros diez números de Fibonacci son 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 y 55).

Vamos a presentar en esta ocasión una nueva sucesión, cuya definición está inspirada en la de Fibonacci, y que hemos dado en llamar sucesión de Medionacci. La sucesión de Medionacci comienza también con 1, 1, ... y a partir del tercer término sigue esta regla de formación: si se lleva calculada una cantidad par de números, entonces el término siguiente es igual a la suma de los dos números centrales (los del medio, de ahí el nombre de la sucesión); en cambio, si se lleva calculada una cantidad impar de números, el término siguiente será igual al número central sumado a sí mismo. Los primeros veinte números de Medionacci son 1, 1, 2, 2, 3, 4, 4, 5, 6, 7, 8, 8, 8, 8, 9, 10, 11 y 12.

Soluciones del número anterior

El baricentro de Argentina está en El Mangrullo, San Luis, a unos kilómetros al sur de Justo Daract, la tercera ciudad de San Luis. El incentro está en San José de la Dormida, al este de Deán Funes, en Córdoba. El ortocentro está muy cercano al punto tripartito con Chile y Bolivia, marcado por la cima del Cerro Zapaleri, la población más cercana es Rosario de Coyaguaiama.

El circuncentro está varios cientos de millas náuticas frente a las costas del sur de la provincia de Buenos Aires. Es difícil asegurar que algunos países puedan tener sus baricentros en el extranjero. Noruega, Somalia y Vietnam son firmes candidatos. Tener el circuncentro en el extranjero es más común - Chile, Japón y Noruega son claros ejemplos. Nota: Estas soluciones corresponden a los puntos dados como vértices de un triángulo que representa aproximadamente a la Argentina.

Al escribir la sucesión de Medionacci vemos que a veces ésta pasa inmediatamente de un número a a su siguiente, $a + 1$. Por el contrario, otras veces el número a es repetido varias veces antes de pasar al $a + 1$. Dejando de lado los dos números iniciales (cuya repetición es un tanto artificiosa ya que han sido elegidos arbitrariamente), entre los primeros 1200 números de Medionacci los únicos que aparecen repetidos son 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y 512, todos ellos potencias de 2.

No es difícil demostrar que toda potencia de 2 aparecerá repetida en la sucesión de Medionacci. Veamos: si a y b son dos números de Medionacci consecutivos, entonces más adelante en la sucesión aparecerán consecutivamente los números $2a$, $a + b$ y $2b$. Como en la sucesión aparecen dos números 2 seguidos, podemos tomar entonces $a = 2$ y $b = 2$, por lo que más adelante aparecerán consecutivamente $2a = 4$, $a + b = 4$ y $2b = 4$. Como hay dos cuatros consecutivos podemos tomar ahora $a = 4$ y $b = 4$, por lo que más adelante aparecerán consecutivamente $2a = 8$, $a + b = 8$ y $2b = 8$. Tomamos ahora $a = 8$ y $b = 8$, y vemos que más adelante aparecerán consecutivamente $2a = 16$, $a + b = 16$ y $2b = 16$. Así siguiendo, vemos que también se repiten el 32, el 64, el 128, etc.

¿Habrá en la sucesión de Medionacci (descartamos siempre los dos iniciales) números repetidos que no sean potencias de 2? Nuestra conjetura es que la respuesta es no, y que las únicas repeticiones corresponden a potencias de 2. Sin embargo, no hemos hallado ninguna demostración de ese hecho. ¿Podrán encontrarla los lectores?

Como cierre, otro problema relativo a esta sucesión: los números 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y 512 aparecen en la sucesión de Medionacci 2, 3, 5, 9, 17, 33, 65, 129 y 257 veces cada uno respectivamente. La pregunta es: ¿Cuál es la regla de formación de la sucesión 2, 3, 5, 9, 17, 33, 65, 129, 257, ...? ■

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

**Licenciado en Matemática - FCEyN.