Año 14 | Nº 39 | Junio 2008 | $5.-

EXACTA mente

La revista de divulgación científica

Nanotecnología

La grandeza de lo pequeño

Entrevista

Juan Carlos Tedesco, Ministro de Educación

Neurociencia

¿Se puede borrar la memoria?

Controversia

Las células madre y la ilusión

ISSN 1514-920X

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

EXACTA *mente*

Querés tener EXACTAmente.
Pero Ciudad Universitaria te queda lejos.
¿Entonces?

EXACTA*mente* se acerca a vos

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

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

Consejo editorial

Presidente
Jorge Aliaga

Vocales
Sara Aldabe Bilmes
Guillermo Boido
Guillermo Durán
Pablo Jacovkis
Gregorio Klimovsky
Marta Maier
Silvina Ponce Dawson
Juan Carlos Reboreda
Celeste Saulo
José Sellés-Martínez

Staff

Director
Ricardo Cabrera

Editor
Armando Doria

Jefe de redacción
Susana Gallardo

Redactores
Cecilia Draghi
Gabriel Stekolschik

Colaboradores permanentes
Pablo Coll
Guillermo Mattei
Daniel Paz
Gustavo Piñeiro

Colaboran en este número
Guillermo Boido
Claudia Campetella
Alberto Caselli
Verónica Engler
Carla García Nowak
Gregorio Klimovsky
Enrique Rodríguez

Diseño gráfico
Pablo Gabriel González

Fotografía
Juan Pablo Vittori
Paula Bassi
Diana Martínez Llaser

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

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

UBA-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar.
Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428 EHA Capital Federal
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464, 4576-3337, fax: 4576-3351.
E-mail: revista@de.fcen.uba.ar
Página web de la FCEyN: http://exactas.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

Una herramienta para la construcción de un país distinto

En los últimos tiempos, el Bicentenario se ha convertido en un tema destacado de la agenda del Gobierno Nacional, lo que motiva el recuerdo oportuno de los ideales de Mariano Moreno, Manuel Belgrano y Juan José Castelli: justicia, equidad, industria y educación.

La existencia del nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva puede asociarse a aquellos ideales y convertirse en una instancia imprescindible para su realización, siempre y cuando la política económica nacional de mediano y largo plazo se proponga impulsar los procesos de innovación y fortalecimiento del sistema industrial a través del aporte de la ciencia y tecnología, generando empleos de mayor calidad, propiciando la distribución de la riqueza y dándole a sus resultados un verdadero alcance federal.

Es necesario destacar la importancia de que el nuevo Ministerio esté a cargo de un científico reconocido como Lino Barañao y, a la vez, evidenciar que el éxito de su misión requerirá un aumento sustancial de los recursos presupuestarios y humanos así como de las herramientas institucionales que le permitan una coordinación real de los diferentes organismos de investigación y desarrollo hoy distribuidos en casi todos los ministerios de gobierno.

El nuevo Ministerio deberá sacudir de sus espaldas su pasado de Secretaría, en el cual sólo tenía cierta injerencia sobre sus organismos directamente dependientes: el Conicet y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Ahora le toca ser el articulador de la política nacional, apoyando, financiando y coordinando su desarrollo. Asimismo, como generador de los recursos humanos del sistema científico y responsable de buena parte de su producción de conocimiento, deberá buscar vías que permitan la articulación con el sistema universitario estatal, que es autónomo pero público, y que hoy depende orgánicamente de otro ministerio, el de Educación.

Respecto a esa articulación, será necesario que el nuevo Ministerio colabore con las acciones necesarias para el mejoramiento de la enseñanza de la matemática y de las ciencias naturales en los niveles iniciales y medios de educación; solamente atacando ese problema se conseguirá una ciudadanía crítica e informada en ciencia y tecnología como la que un sistema realmente democrático requiere.

Entre sus posibilidades de acción, el nuevo Ministerio debe generar instrumentos claros que faciliten al Conicet y las universidades realizar una planificación y desarrollo científico-tecnológico conjunto. Si bien tales instrumentos son actualmente inexistentes, a mediados del siglo pasado ambas instituciones caminaron de la mano. Fue hace 50 años, cuando se creaba el Conicet, y su primer vicepresidente era Rolando García –al mismo tiempo, decano de nuestra Facultad. En una reciente visita a nuestro país, García recordaba en una charla informal que cuando crearon el Conicet lo pensaron como un organismo de financiamiento y apoyo a las universidades, donde, según su visión –y también la nuestra– debía estar instalada la investigación, dado que era la única manera de obtener docencia de buen nivel.

Ante todo esto, es necesario tener conciencia de que la creación del nuevo Ministerio conlleva un riesgo. Por falta de suficiente apoyo político o presupuestario, la experiencia puede no arrojar los resultados esperados, y esto podría ser utilizado por distintos intereses corporativos para desacreditarlo, eliminando la posibilidad de modificar el actual estado de las cosas y, con ella, de superar la instancia de productores de bienes primarios con bajo valor agregado.

Esta herramienta con la que ahora cuenta la Argentina puede convertirse en la llave para la construcción de un país distinto, más parecido al sueño de aquella generación de hace dos siglos. Es una oportunidad que vale la pena no hacerla esperar otros doscientos años.

Jorge Aliaga
Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

NEUROCIENCIA 6

Los laberintos de la memoria

Experimentos con animales y pruebas con seres humanos han demostrado que la memoria es algo dinámico, que se actualiza en forma permanente. Esto abre la posibilidad de borrar recuerdos indeseables.

TENDENCIAS 6

La grandeza de lo pequeño

La nanotecnología, que permite manipular la materia en escala pequeñísima, promete grandes desarrollos. De qué se trata, y qué se realiza en la Argentina.

CONTROVERSIA 6

Las madres de la ilusión

Existen diferentes tipos de células madre, así como diferentes mitos y realidades acerca de sus posibles usos terapéuticos. Los especialistas advierten sobre las promesas falsas de los tratamientos ofrecidos.

ENTREVISTA 6

Juan Carlos Tedesco, ministro de Educación

Es licenciado en Ciencias de la Educación, ocupó cargos directivos en la UNESCO, fue docente universitario, ha publicado varios libros y trabajos sobre la problemática de la enseñanza. Habló sobre los principales lineamientos de la gestión que recién comienza y trazó un análisis de la problemática educativa actual en los tres niveles.

TECNOLOGÍA 6

Reactores de investigación

Argentina desarrolla con éxito el plan de transformación de sus reactores nucleares de investigación para convertir el uranio altamente enriquecido por uranio de bajo enriquecimiento. Se trata de una iniciativa lanzada por los EEUU hace treinta años.

SALUD 6

Fiebre amarilla

La enfermedad circula en forma natural en la selva, pero puede llegar a las ciudades, donde entra en juego el Aedes aegypti, un mosquito urbano. La prevención no sólo incluye la vacuna, sino también el control del vector.

COSMOLOGÍA 6

Últimas noticias del Big Bang

La Gran Explosión ocupó un volumen increíblemente pequeño. Pero lo que ocurrió antes de cumplirse una milésima de segundo es objeto de especulaciones que involucran sofisticadas ideas.

BITÁCORA 6

Científico todo terreno

El biólogo Rubén Quintana relata las vivencias de su trabajo de campo, realizado en sitios tan disímiles como la Antártida y los humedales del Iberá, en Corrientes, y del Delta del Paraná.

EPISTEMOLOGÍA 6

¿Qué es el realismo científico?

En este artículo, los autores se centran en la polémica filosófica acerca de si las teorías científicas dicen o no algo sobre el mundo, y analizan diferentes posturas frente a la "realidad" de las entidades teóricas, aquellas que no son directamente observables.

EDUCACIÓN 6

2008 Año de la enseñanza de las ciencias

Para sumarse al año de la enseñanza de la ciencia, la Facultad de Exactas se propone integrar los nuevos proyectos –como Ciencia en Marcha o Red de escuelas– con los tradicionales –Semanas de las Ciencias, Experiencias Didácticas– en un solo programa que permita optimizar la llegada a los docentes y alumnos del colegio secundario.

PREGUNTAS 6

Qué es la sensación térmica, y cómo hace el camaleón para cambiar de color.

MICROSCOPIO 46

Novedades, hallazgos y noticias del ámbito científico e institucional.

BIBLIOTECA 48

Los libros que se ocupan de explicar la ciencia al público o a reflexionar a fondo sobre la búsqueda del conocimiento.

VARIEDADES 50

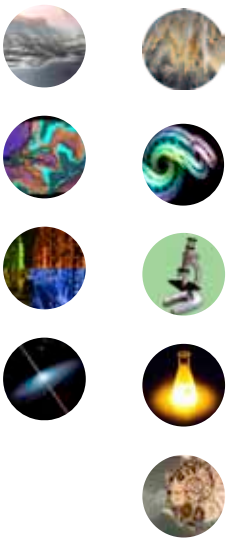
Las clases del maestro Ciruela. En este número, Sindrome *nerd*

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Nuestro compromiso con la ciencia y la educación, nuestro compromiso con la sociedad

EXACTAS
UBA

- Tecnología de Alimentos
- Ciencias Biológicas
- Ciencias de la Atmósfera
- Ciencias de la Computación
- Ciencias Físicas
- Ciencias Geológicas
- Ciencias Matemáticas
- Ciencias Químicas
- Oceanografía
- Paleontología



Ciudad Universitaria
Pabellón II
Capital Federal
exactas.uba.ar

Neurociencia

Los laberintos de la memoria

Por Susana Gallardo sgallardo@de.fcen.uba.ar

Durante el siglo XX, gran parte de los investigadores en neurociencias tendían a pensar a la memoria como algo estático: se suponía que los recuerdos eran inmodificables y que, para guardar un nuevo aprendizaje, era necesario crear una nueva memoria. Sin embargo, experimentos con animales y pruebas con seres humanos demostraron que la memoria es algo dinámico, que se actualiza en forma permanente.

La memoria es una de las más preciadas facultades humanas, que nos permite retener hechos y conceptos, y es la base de nuestra capacidad de aprender. Nos puede gratificar con la evocación de experiencias placenteras, pero, también, puede acosarnos con recuerdos que preferiríamos olvidar. ¿Será posible, algún día, borrar esas evocaciones indeseables, al igual que los protagonistas de *Eterno resplandor de una mente sin recuerdos*, que se hacían suprimir las memorias dolorosas?

A lo largo del siglo veinte, distintos equipos de investigadores aseguraban que los recuerdos, una vez estampados en la memoria, eran imborrables. Sin embargo, evidencias obtenidas en pruebas con animales e, incluso, con seres humanos confirman que la memoria es mucho más dinámica de lo que aquel dogma suponía y que, bajo ciertas condiciones, los recuerdos podrían desvanecerse. Al menos es lo que asegura el doctor Héctor Maldonado, director y fundador, hace más de veinte años, del laboratorio de Neurobiología de la Memoria, que forma parte del Instituto IFIByNE (UBA-Conicet), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA.

Pero ¿qué es la memoria? "Es una representación interna de una experiencia del mundo exterior, que se produce cuando un conjunto de neuronas modifica sus propiedades sinápticas y sus relaciones con otras. Entonces se forma una red que es la traducción de los hechos del mundo exterior a ese lenguaje muy particular del sistema nervioso", explica Maldonado. Es decir, un hecho o una experiencia se convierten en recuerdo sólo cuando un grupo de neuronas conforma una red con determinada relación. En esa red está codificada la memoria.

Por su parte, el doctor Carlos Baratti, director del Laboratorio de Neurofarmacología de los Procesos de Memoria, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB) de la UBA, señala: "Durante el aprendizaje, se producen cambios fisiológicos reversibles en la transmisión sináptica. Si esos cambios se consolidan, la huella de la memoria podrá persistir".

Los cambios temporarios caracterizan la memoria de corto plazo, que es lábil, y puede ser destruida con facilidad. La memoria de largo plazo deviene cuando se produce la síntesis de proteínas, entonces la red sináptica se hace perdurable, y el recuerdo se consolida. Si, por ejemplo, en el momento de la adquisición de un aprendizaje, a un animal se le inyecta un inhibidor de la síntesis de proteínas, el recuerdo no se fija, es decir, en ese período la memoria es muy frágil. Pero si la inyección se da pasado ese período (de consolidación), el recuerdo perdura.

"Según la teoría de la consolidación de la memoria, que se mantuvo desde finales del siglo XIX hasta hace unos pocos años, los recuerdos consolidados eran indestructibles", afirma Maldonado. Se trataba de una concepción estática de la memoria, que una vez adquirida, no podía borrarse. Si bien se admitía que podía atenuarse o debilitarse, no se aceptaba que la memoria podía cambiar. Un nuevo aprendizaje requería una nueva memoria. Es como si, para modificar un archivo en la computadora, uno siempre estuviera obligado a abrir un nuevo archivo.

Memoria de cangrejo

Pero experiencias realizadas en los últimos años parecen refutar la idea de una memoria inmutable, pues "se demostró que una memoria antigua, ya consolidada, vuelve a hacerse lábil si es evocada mediante un recordatorio, por ejemplo, presentando el mismo contexto que rodeó el primer aprendizaje", asegura Maldonado, quien ha desarrollado un modelo experimental centrado en cangrejos que son recolectados en el estuario del Río de la Plata. Estos animales, que alternan su vida acuática con estadías en tierra, son susceptibles al ataque de aves predadoras. En tal sentido, para ellos es imprescindible diferenciar, por ejemplo, si un objeto en movimiento es un predador o, en cambio, no representa un peligro.

Muchas de las pruebas con animales remiten al clásico experimento realizado por el fisiólogo ruso Ivan Pavlov a fines del si-

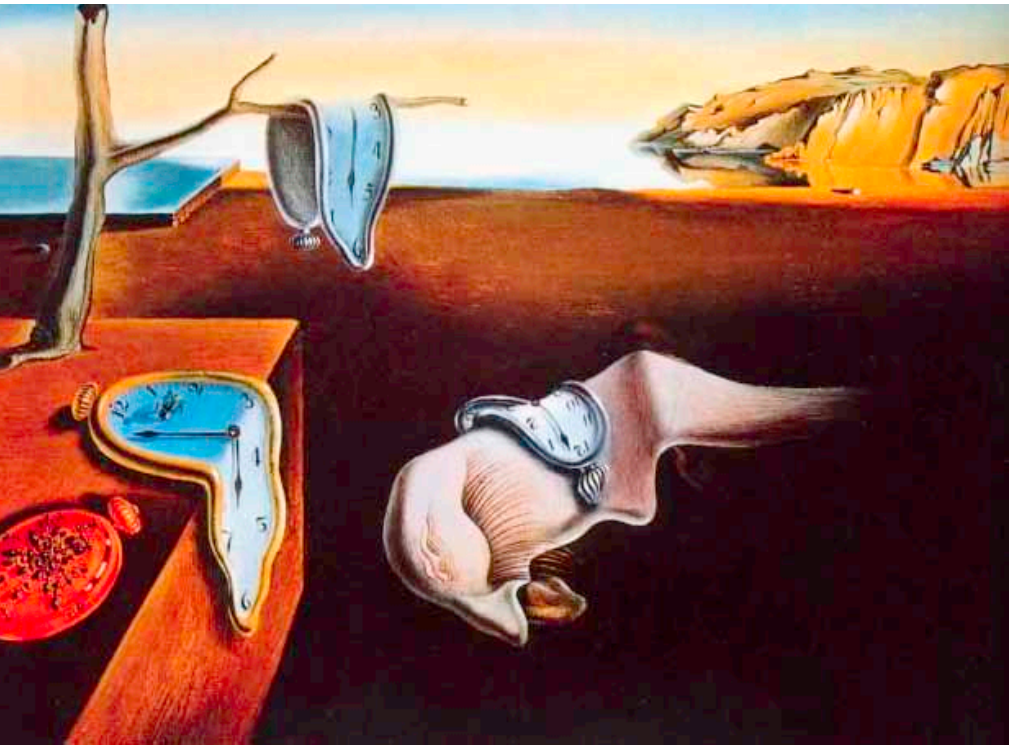
La memoria en aprietos

En el subsuelo del Pabellón II, en Ciudad Universitaria, el grupo que dirige el doctor Maldonado cuenta con un espacio donde se realizan pruebas de memoria con grupos de personas. En esos trabajos se intenta demostrar que no sólo se puede bloquear una memoria vieja, sino que, también, se la puede mejorar. No se trata de administrar ninguna sustancia farmacológica. La clave es producir una interferencia apropiada, que puede ser negativa o positiva.

"En una pantalla aparecen diversas imágenes acompañadas de diferentes melodías. Ante una determinada combinación de imagen, luz y sonido, aparece una lista de pares de sílabas. El sujeto deberá memorizar cada par y, cuando aparezca sólo una de las sílabas del par, deberá completar la que falta. De este modo se comprueba que el aprendizaje se produjo", comenta la licenciada Cecilia Forcato, becaria del Conicet, quien lleva a cabo los experimentos como parte de su trabajo de tesis.

Una vez aprendida la lista, los sujetos son sometidos a diferentes pruebas que permiten debilitar o reforzar la memoria. Por ejemplo, se les da un recordatorio y, luego, son expuestos a un nuevo aprendizaje. El recordatorio hace que la memoria se labilice, y, al presentar un segundo aprendizaje, éste opera como agente amnésico, que estaría perjudicando la reconsolidación de una memoria que fue aprendida unas horas antes.

Por el laboratorio ya han pasado unas 400 personas. Y diariamente se realizan nuevos ensayos. Para ello se convoca a estudiantes y graduados universitarios que no superen los 35 años.



glo XIX, quien había demostrado que si a un perro se le hacía escuchar durante un tiempo un sonido (estímulo condicionado) y luego se le ofrecía comida, toda vez que el animal recibiera el mismo estímulo, comenzaba a salivar, anticipándose así a la obtención del alimento. Esa respuesta se interpreta como la adquisición de una memoria.

Del mismo modo, los investigadores entrenan a un cangrejo, por ejemplo, para que reconozca que una pantalla que pasa por encima de su cabeza en reiteradas oportunidades no es un predador. Una vez que el animal adquiere el aprendizaje, cuando es sometido al mismo contexto, no intenta huir porque recuerda que no hay peligro.

Posteriormente, esos mismos animales fueron colocados en el mismo contexto, pero sin la pantalla, y, en ese momento, se les inyectó un inhibidor de la síntesis de proteínas. Lo interesante fue que al colocarlos nuevamente en el contexto y pasar la pantalla, los animales tendían a huir. Es decir, habían olvidado lo aprendido, la memoria estaba destruida.

"Lo que sucede es que, cuando se expone a los animales al contexto o al estímulo, se estarían labilizando los mismos circuitos que se activaron el primer día del aprendizaje. De esta manera, esos circuitos son susceptibles de ser interrumpidos o reforzados, y es posible incorporar nueva información", explica Maldonado.

La dinámica de la memoria

Este fenómeno, que es parecido al de la consolidación de la memoria, fue denominado "reconsolidación". "En cada nueva situación la memoria estaría expuesta a ser destruida", dice Maldonado. Este mecanismo hace que la memoria antigua se abra para permitir la entrada de nueva información, y que pueda ser recompuesta o actualizada. Siempre es posible abrir la puerta para actualizarla.

Según el doctor Baratti, es muy claro que "la memoria es dinámica, como todo sistema biológico; los recuerdos se borran, se conservan y se reformulan". Y añade: "En realidad, esta reformulación de la memoria ya había sido postulada por el psicólogo británico Francis Bartlett, en 1932. Pero tuvieron que pasar varias décadas para que la comunidad científica tomara conciencia del hecho".

Para que se conforme una representación interna de nuestras experiencias es necesario no sólo que la memoria se consolide y almacene, sino también que pueda ser recuperada o evocada cuando sea necesario. "Para ello, debe persistir y mantener su identidad, al menos durante cierto tiempo", explica Baratti. Pero ese persistir no implica una permanencia inmutable, sino una capacidad para reconstruir, durante la evocación, esa representación original.

Lo cierto es que recién en los últimos años, a partir de experiencias con animales, fue posible obtener evidencia empírica de esa capacidad para reconstruir la memoria, ya que se vio que era posible influir en ella a través de manipulaciones farmacológicas y no farmacológicas.

En la reconsolidación también se sintetizan proteínas, como sucede cuando la memoria se consolida, por ello puede manipularse mediante drogas. En tal sentido, el doctor Arturo Romano, que dirige un equipo de investigación en el laboratorio de Neurobiología de la Memoria de la FCEyN, pudo detectar una proteína que participa tanto en el proceso de consolidación como en la reconsolidación. Si esta proteína es inhibida, se provoca amnesia.

Por otra parte, Maldonado señala que, "para que se produzca la labilización de la memoria tiene que haber un desacuerdo entre lo que se espera y lo que ocurre, es decir, debe sobrevenir una frustración. El animal espera, por ejemplo, que aparezca la comida, pero ésta no aparece". Si se interfiere la memoria justo en ese momento, ya sea mediante una droga o un nuevo aprendizaje, el recuerdo se ve afectado.

Recuerdos indeseados

Estos estudios dieron cuenta de un mecanismo fundamental de reparación de la memoria y, si bien estas investigaciones tuvieron un propósito puramente biológico, era inevitable que despertaran también un interés clínico.

Funes ¿el memorioso?

"Nosotros, de un vistazo, percibimos tres copas en una mesa; Funes, todos los vástagos y racimos y frutos que comprende una parra. Sabía las formas de las nubes australes del amanecer del 30 de abril de 1882 y podía compararlas en el recuerdo con las vetas de un libro en pasta española que sólo había mirado una vez y con las líneas de la espuma que un remo levantó en el Río Negro la víspera de la acción del Quebracho. Esos recuerdos no eran simples; cada imagen visual estaba ligada a sensaciones musculares, térmicas, etcétera. Podía reconstruir todos los sueños, todos los entre sueños", así describe Jorge Luis Borges a su personaje, Funes el memorioso, quien, al caerse de un caballo, "perdió el conocimiento; cuando lo recobró, el presente era casi intolerable de tan rico y tan nítido, y también las memorias más antiguas y más triviales".

Según Carlos Baratti, Funes suele mencionarse como el paradigma del memorioso, sin embargo, más que un don, lo de Funes era una desgracia. Se trataba, en realidad, de una patología.

"La memoria de Funes presenta características que la acercan a la exhibida por un paciente (el señor S) estudiado durante más de treinta años por el neurólogo ruso Alexander Luria, uno de los fundadores de la neuropsicología moderna", dice Baratti. Al igual que el señor S, Funes no podía diferenciar lo concreto de lo abstracto, tenía grandes dificultades para formar "un sencillo concepto general como perro, para lo que hay que olvidar tantas propiedades individuales de tantos perros concretos", según afirmaba Luria. Precisamente, para Funes, el perro de las tres y catorce (visto de perfil) no era el mismo que el de las tres y cuarto, visto de frente. El "memorioso" no era capaz de pensar. "Pensar es olvidar diferencias, es generalizar, abstraer", decía Borges.

La posibilidad de que la memoria, ante la evocación, abra sus compuertas y quede expuesta a ser reformulada, o borrada, hace pensar en que nada impediría eliminar recuerdos indeseados, o más aún, perjudiciales para la calidad de vida de una persona, por ejemplo, el recuerdo de una violación, de la tortura o de haber pasado por un campo de concentración.

Pero este fenómeno que se produce en los animales, ¿puede darse también en los seres humanos? Maldonado pudo responder esa pregunta. Para ello, diseñó un experimento que pone a prueba la memoria declarativa, es decir, aquella memoria exclusiva de los seres humanos, que es posible verbalizar, y de la cual se tiene conciencia. (Ver recuadro: *La memoria en aprietos*)

"Demostramos con el experimento que la memoria declarativa, memoria humana por excelencia, podía hacerse lábil. No interferimos con ningún tipo de droga sino con otro aprendizaje", asegura Maldonado.

Muchos investigadores aceptan hoy la idea de que la memoria antigua se reconsolida o actualiza en la evocación y que, si se interfiere en ese momento (mediante fármacos o a través de un nuevo aprendizaje), existe la posibilidad de destruirla o de mejorarla. De este modo, se abre el camino para lograr desvanecer los recuerdos traumáticos.

No obstante, Baratti duda de que una memoria pueda borrarse del todo. "Mientras el sujeto viva, uno no puede estar seguro de que un recuerdo determinado no existe más", sostiene.

Por su parte, el doctor Mariano Boccia, investigador del Conicet en la FFyB, señala: "Cuando una persona sufre una lesión en el cerebro y tiene una amnesia, con el tiempo recupera parte de la memoria perdida", y prosigue: "en esos casos, tal vez esté alterado el mecanismo de evocación".

Memoria de elefante

Lo que es un hecho es que las memorias de un elefante, de un hombre o de un cangrejo, si bien son diferentes, comparten principios básicos de organización y funcionamiento.

"El estudio de la memoria es apasionante –reconoce Boccia–, pero, para alcanzar una aplicación, falta mucho". Pero, al menos, ¿se podrá mejorar la memoria? "¿Para qué?", replica Baratti, quien, al referirse a casos históricos de personas que mostraron tener una memoria prodigiosa, destaca: "Todos se convirtieron en personajes de circo". (Ver recuadro: *Funes ¿el memorioso?*)

Ahora bien, cuando la memoria empieza a flaquear, ¿no sería bueno poder recuperarla, o reforzarla? "No tenemos la pastilla mágica, salvo que se trate de una amnesia debida a un golpe en la cabeza o a un proceso vascular, que puede resolverse con fármacos", dice Baratti. "La solución es el entrenamiento, uno de los grandes descubrimientos del manejo terapéutico de enfermedades neurodegenerativas es motivar a la persona".

¿Cuál es el futuro de los estudios de la memoria? "Vamos a seguir conociendo nuevos mecanismos, se estudiarán nuevas formas de aproximación a los fenómenos, y se podrá determinar qué compartimos con otros organismos, pero de ahí a pensar en un fármaco que pueda acelerar los procesos, o borrar recuerdos, pienso que estamos lejos de eso", dice Mariano Boccia. Y concluye: "No debemos dejar de pensar en el peligro que entraña la posibilidad de borrar recuerdos".

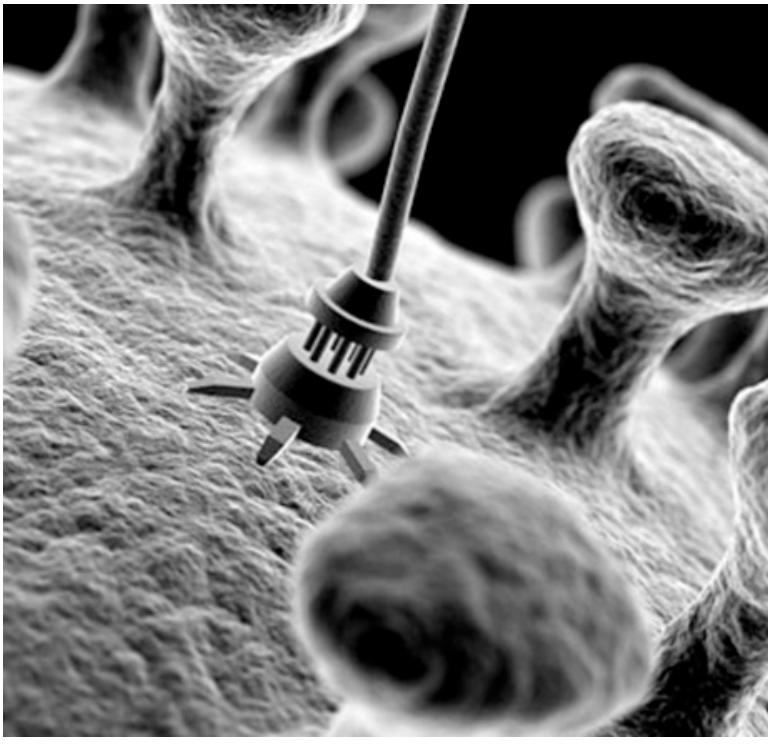
Por su parte, el doctor Maldonado destaca la importancia de alcanzar un conocimiento detallado de los mecanismos de la memoria: "Antes se creía que la memoria, una vez consolidada, no se podía modificar y cada nuevo aprendizaje requería la formación de una nueva mecanismo extraordinario, compartido por las distintas especies, que permite modificar y actualizar la memoria vieja", concluye.

Nanotecnología

La grandeza de lo pequeño

Cecilia Draghi | cdraghi@de.fcen.uba.ar

En el mundo ya se dispone de unos 600 productos nanotecnológicos, desde medicamentos hasta juguetes antibacterianos. En la Argentina, entre otros proyectos, se trabaja en procesos para capturar contaminantes, envases inteligentes biodegradables y telas con nanopartículas de plata que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos. Sin embargo, son muchos los problemas aún no resueltos.



Nanobalas medicinales que apuntan certeramente al tumor sin destruir células sanas. Nanotubos de carbono, el material más rígido sobre la tierra que, dispuesto en un chaleco antibalas, impide que el disparo llegue al blanco. Nanoesponjas que permiten detectar tóxicos y aniquilarlos al ser expuestos a la luz. Nanopartículas que inhiben el crecimiento de hongos o bacterias y sirven para desarrollar telas para quemados, sin riesgo de infecciones. Éstas son sólo algunas de las posibilidades o promesas del diminuto mundo nano, en el que se invierte a lo grande. ¿Un ejemplo? El Nanoscience and Nanotechnology Initiative, un emprendimiento creado en Estados Unidos por Bill Clinton, estima una inversión de un billón de dólares para el 2015.

"La nanotecnología es invasiva en todas las áreas: salud, energía, materiales, electrónica… En todo lo que se pueda imaginar, habrá una aplicación de la nanotecnología, porque es una forma de pensar la naturaleza en pequeña escala", destaca el doctor Ernesto Calvo, especialista en electroquímica molecular e investigador principal del Conicet en el Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) de la FCEyN.

Por su parte, en la misma institución, la profesora Sara Aldabe-Bilmes sostiene: "Mi impresión es que la nanociencia y la nanotecnología tienen cierta similitud con el *boom* de la física del sólido o de la física nuclear en los 50-60, que generaron un cambio tecnológico pero no un cambio

conceptual. Pero, por ahora, está muy por detrás del salto que representan la biología molecular o la informática".

Desde la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA-Constituyentes), el doctor Galo Soler Illia avizora que en el futuro nada será igual. "Dado que la nanotecnología permite el control sobre la materia a una escala que antes era impensable, la promesa es que vamos a cambiar la civilización. Es una de las grandes revoluciones", enfatiza.

Pensar a lo grande en dimensiones mínimas. Basta imaginar un milímetro, dividirlo en un millón de partes iguales, y tomar una de ellas: un nanómetro, es decir la millonésima parte de un milímetro. Ésta es la unidad de medida en que se mueve este diminuto escenario, que puede ser cubierto con holgura por un solo cabello, con su grosor de 80 mil nanómetros. Este minúsculo nanocosmos no deja de maravillar a los científicos, no sólo por sus posibles y siderales repercusiones en la vida cotidiana, sino porque es un universo nuevo a explorar. "El mundo en nanoescala se comporta siguiendo leyes que se conocen desde hace casi 80 años, pero sólo en los últimos 20 años fue posible desarrollar herramientas para estudiarlo", historia el doctor Calvo, y recuerda el discurso que abrió los ojos a esta dimensión.

Fue el 29 de diciembre de 1959, en la cena anual de la Sociedad Americana de Física. A los postres, el físico Richard Feynman pronunció su célebre conferencia "There´s plenty of room at the bottom", algo así como "hay sitio de sobra en el fondo". "¿Por qué no podemos escribir los 24 volúmenes de la Enciclopedia Británica en la cabeza de un alfiler? –se preguntó– Si magnificamos el diámetro de la cabeza del alfiler 25.000 veces, su área iguala a todas las páginas de la Enciclopedia Británica. Por lo tanto, todo lo que necesitamos hacer es reducir el tamaño de las cosas. ¿Podemos hacerlo? Sí, hay mucho lugar en el fondo para hacer las cosas más chicas y no existe ninguna limitación en las leyes de la física para fabricar máquinas que a su vez fabriquen otras máquinas más pequeñas y finalmente puedan fabricar objetos del tamaño de los átomos y moléculas".

Casi sesenta años después, el discurso de Feynman, galardonado con el Nobel en 1965, resuena con fuerza, y es considerado uno de los padres de la nanotecnología, aunque por entonces no se la conocía. Faltaban todavía unas décadas. Y Calvo destaca el aporte brindado por la química a comienzos de los años 90, cuando concluyó la Guerra Fría, tras la caída del muro de Berlín. "Durante la presidencia de Bill Clinton hubo una gran discusión en Estados Unidos sobre el destino de la química, porque ya no había que fabricar armas químicas, y había que limpiar los arsenales. La química fabricó sustancias maravillosas como los antibióticos o permitió la revolución verde con los fertilizantes, pero también generó tóxicos que van a la atmósfera e interfieren en el ciclo de ozono. Quedó un estigma: 'Los químicos ensuciaron el mundo´. Pero son los químicos los que mejor pueden limpiarlo", relata Calvo.

El debate reunió a congresales, representantes de las academias de ciencias y de las universidades. "De esa discusión –dice– surgen dos novedades: la química verde (no contaminante) y la nanotecnología". La física y la química se juntan. "Desde Feynman, los físicos dicen que se pueden achicar las cosas, y los químicos señalan que podemos fabricar esas cosas. Es un cambio de paradigma", subraya.

Este nacimiento marcará su estilo, la de ser una actividad altamente interdisciplinaria. "Es una encrucijada de muchas ciencias que están convergiendo y dando algo mucho mayor, casi inabarcable. Es como ese libro, en el relato borgiano, del cual uno abre dos páginas y siempre hay una nueva en el medio", describe Soler Illia.

Instrumentos que permiten seguir de cerca a las moléculas. Centro de Microscopía Avanzada, Pabellón I, Ciudad Universitaria

Físicos, químicos, biólogos o ingenieros enfrentan no pocas dificultades. Cada uno, con sus definiciones y paradigmas, aunque trabajen en laboratorios vecinos o se crucen en pasillos, parecen vivir en galaxias lejanas. Y el planeta nano los reúne a todos ante el mismo reto. "El problema es lograr un lenguaje común", remarca Calvo.

Razones del boom

Hoy, nanociencia o nanotecnología son sinónimos de innovación. Fabricar productos nano es ubicarse en la avanzada, adelantarse al futuro. Pero, en verdad, el hombre lo viene haciendo desde hace siglos, aunque sin saberlo. Por ejemplo, los vitraux de las catedrales son uno de los primeros productos nano. Se trata de vidrios combinados con nanopartículas de oro que por efecto de la luz recrean variados colores.

Por su parte, Aldabe-Bilmes historia que "hace unos 150 años, Michel Faraday sintetizó nanopartículas de oro sumamente estables, tal vez basándose en ideas de Paracelso", y agrega: "Pero hasta hace unos veinte años no se pensó en posibles aplicaciones".

Para el doctor Calvo, "los químicos desde siempre hicieron nanotecnología, porque trabajaron en el tamaño de las moléculas, con muchísimas moléculas. Pero ahora se puede manipular la materia a nivel de una sola molécula o un átomo", y compara: "Nuestros dedos son muy grandes para manejar moléculas, que son muy chicas. Pero en los años 80 y 90 se desarrollaron herramientas, como los microscopios de efecto túnel y de fuerza atómica, que junto con diversas técnicas permitieron manipularlas. Ahora, esto se hace en cualquier laboratorio. Si yo decía esto en 1970, cuando estudiaba química, me enviaban a un manicomio".

En el pabellón I de la ciudad Universitaria, en el Centro de Microscopías Avanzadas (CMA), hay una serie de instrumentos que hacen posible seguir de cerca a las moléculas. "Por ejemplo, el de fuerza atómica permite no sólo ver las moléculas de a una, sino también preservar su estructura y su función. Es decir, uno puede observar cómo operan en su estado nativo, sin estar deshidratadas o desnaturalizadas", explica la doctora en bioquímica Lía Pietrasanta, coordinadora del CMA, de la FCEyN.

Observar cómo actúan en la vida misma los átomos o las moléculas abrió la puerta a controlar la materia en una escala inasible hasta hace apenas un par de décadas. La llave fue una serie de herramientas, casi se diría un abultado llavero compuesto por el microscopio de túnel y de fuerza atómica, métodos de autoensamblado molecular, espectroscopías de una sola molécula, fotolitografía, entre otros.

"El desarrollo de estas herramientas maravillosas es lo que provoca el boom en los últimos veinte años, porque permiten entender lo que se hace. Antes se hacían nanoobjetos, pero no se sabía cómo funcionaban", precisa Soler Illia. "Hoy se puede trabajar y dominar la escala nanométrica. Sin dominio, se está a merced de la suerte. Es la misma diferencia entre la química orgánica actual, que permite diseñar moléculas, y la que hacían en el pasado los alquimistas. Ellos ponían cosas y veían qué pasaba, no tenían el control", compara.

La importancia del tamaño

La dimensión nano tiene sus particularidades. Las características que se consideran inmutables en una escala no lo son en otra. "Las propiedades físicas y químicas de los objetos dependen sobre todo de su tamaño", señala Calvo. De ahí, el color rojo de una suspensión de nanopartículas de oro.

El mismo material en mínima cantidad no se comporta igual que a lo grande. "El oro de un lingote es estable, pero una nanopartícula del preciado metal no lo es. "Los nanomateriales son en esencia inestables", indica Soler Illia. En la dimensión nano se registran fenómenos inimaginables en otra escala, como en la del mundo cotidiano en la que jamás veríamos a simple vista un anillo de oro rojo intenso. En este mundo nada es como lo conocemos habitualmente, y se puede alcanzar de dos modos. "Uno es la miniaturización. Tomo un lápiz y lo hago más chico, más chico y más chico. Esto lo saben hacer los ingenieros, pero hay un límite hasta donde se puede ir. En tanto, el otro es en sentido inverso, de abajo para arriba o *bottom-up*. Tomo los átomos y con eso armo una molécula y con ésta, nanoladrillos y formo estructuras", describe Calvo.

Nanotubos, nanohilos, nanopartículas, multicapas moleculares son algunos de los objetos nanoscópicos a los que echan mano los científicos en la tecnología que surge a partir de la nanociencia, que se ocupa de objetos de entre 1 y 100 nanómetros. Para la conquista de este mundo de proporciones pequeñas, sólo el gobierno norteamericano destina por año más de mil millones de dólares a la investigación, algo comparable a lo que dedicó para que el hombre llegara a la Luna.

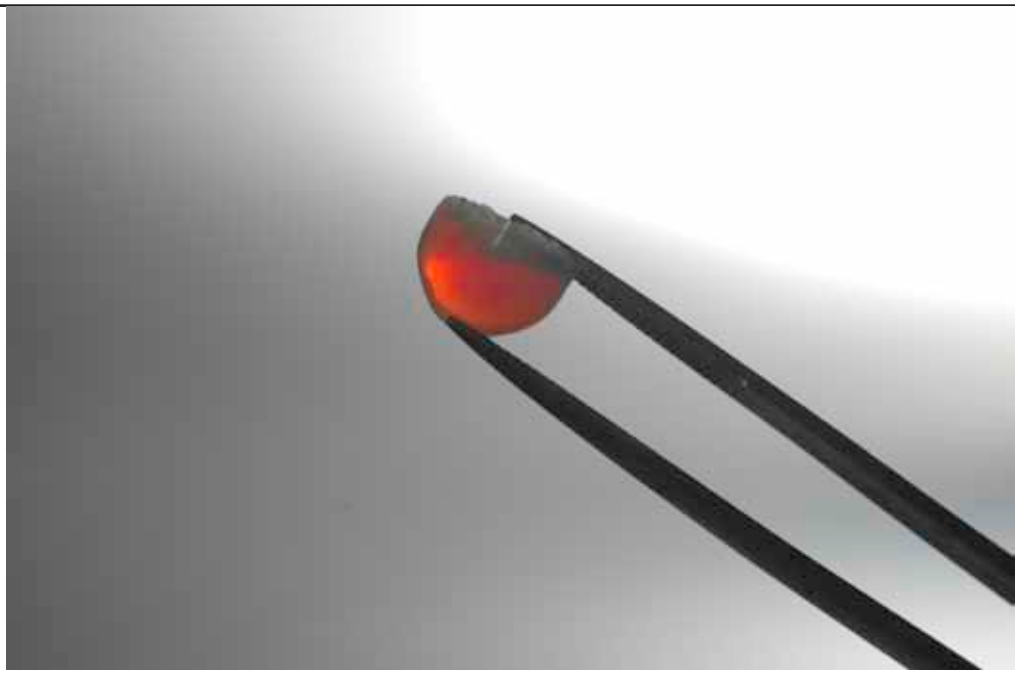
Hoy, ya estamos en contacto con algunos de los logros. "En este momento, existen unos 600 productos nanotecnológicos en el mundo, desde medicamentos hasta raquetas de tenis, pasando por ositos de peluche antibacterianos", cuantifica Soler Illia.

Las vidrieras de las perfumerías son una prueba de ello. "De hecho, el mayor número de patentes por nanopartículas lo tiene una empresa de cosméticos. Luego le siguen las petroleras, con los catalizadores", indica Calvo.

La nanomedicina no se queda atrás. Cuando una persona diabética mide su glucosa

¿En qué se diferencia un lingote de una nanopartícula de oro?

Si el oro de un lingote es estable, no lo es una nanopartícula del mismo metal. "Para un átomo de oro no es lo mismo estar metido en el centro de un lingote, rodeado de un sinnúmero de compañeros oro, feliz porque está en su medio; a que se halle en el borde de un lingote con la nada del otro lado y con moléculas que le pegan latigazos constantemente. No le gusta estar así y tiende a cambiar", personifica el doctor Galo Soler Illia. Si el oro se modifica por estar en la superficie de un lingote, es de imaginar todo lo que el material cambiaría cuando aumenta la relación entre el área y el volumen, como sucede en una nanopartícula.



en su casa con un detector electrónico, en realidad está usando nanopartículas como reactivo de diagnóstico. En este tema, en el 2001 el equipo del INQUIMAE, dirigido por Calvo, fue elegido entre cientos en el mundo por la firma Motorola para estudiar este sensor molecular.

En este momento, ese grupo de estudio está trabajando en telas con nanopartículas de plata que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos, lo cual es de utilidad para pacientes con heridas o quemaduras, porque impiden el desarrollo de infecciones. "Ahora tenemos un proyecto con una empresa textil de medias, porque se podría hacer un producto que evita el mal olor o el pie de atleta", ejemplifica Calvo.

La nanotecnología da tela para cortar. Por ejemplo, ropa con materiales inteligentes que no se ensucian. "Si un pantalón argentino, que se mancha si le cae café, cuesta lo mismo que uno de fabricación china, que no se mancha, ¿cuál voy a comprar?", se pregunta Calvo, y advierte: "Si no entendemos las nuevas tecnologías, vamos a perder el mercado. Esto no se detiene con barreras arancelarias, porque ahora nuestro país no tiene oferta de este producto".

El cuidado del ambiente también está en la mira. "Todos los procesos para capturar contaminantes requieren compuestos con muchísima superficie disponible. Nosotros hacemos materiales que en un gramo tienen mil metros cuadrados de superficie. Se puede llevar una cancha de fútbol en el bolsillo", compara Soler Illia.

Los doctores Aldabe-Bilmes y Soler Illia trabajaron en una membrana para detectar moléculas en bajas cantidades. "Una especie de portero molecular que permite el paso a algunas moléculas, y a otras, no. Una de las aplicaciones es para estudios de laboratorio al permitir análisis más rápidos, baratos y precisos", agrega Soler Illia. La lista de posibilidades es larga. Por ejemplo, desarrollaron nanopartículas de un material que absorbe fenoles, que son contaminantes. En verdad, los destruye al estar en contacto con la luz. Como si fuera poco, este producto se recicla y puede volver a usarse.

Desde el Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos del departamento de Física de FCEN-UBA, Silvia Goyanes trabaja en colaboración con el doctor Roberto Candal (INQUIMAE), con la mirada puesta en nanotubos de carbono y han desarrollado un equipo para producirlos a escala de laboratorio. "Los nanotubos de carbono (tubos de diámetro del orden de unos pocos nanómetros) se vienen estudiando desde 1991, año en el que se descubrieron, debido a sus excepcionales propiedades físico-químicas generadas por su tamaño. Estos, introducidos en otro material, por ejemplo un plástico, dan origen a nuevos materiales, con propiedades únicas, por ejemplo, tienen gran capacidad para absorber vibraciones y podrían servir para reducir el zumbido de parlantes y mejorar la performance de motores de autos y aeronaves", enumera Goyanes. Otra línea que estudia este equipo, en conjunto con la doctora Bernal, de la Facultad de Ingeniería de la UBA, "consiste en desarrollar un prototipo de envase inteligente biodegradable basado en almidón y nanotubos de carbono. El envase podrá sensar modificaciones en los productos que envuelva, por ejemplo alimentos", puntualiza.

Algunas de las posibilidades vienen acompañadas por no pocas dificultades a su paso, como señala Aldabe-Bilmes: "Las fantasías están proyectadas en la construcción de dispositivos electrónicos en la nanoescala, ya sea para informática o sensores; y la construcción de dispositivos para explorar o remediar el interior de seres vivos a nivel celular. Creo que ambos aún están lejos de aplicarse, por la falta de reproducibilidad de los nanosistemas complejos, tema que aún no ha sido resuelto".

Y concluye: "Sin embargo, en las próximas décadas es posible que se hagan circuitos con nanocables y nanotransistores que permitan reducir el tamaño de las computadoras, aumentando su capacidad de memoria y velocidad de procesamiento de datos".

Espacio nano

"En los últimos años hemos abierto el espacio nano. En el 2004 se crearon cuatro redes en la Argentina", describe Ernesto Calvo. Esta iniciativa, que reúne a 300 investigadores coordinados por los doctores Carlos Balseiro, Roberto Salvarezza, Bruno Maggio y Alberto Lamagna, surgió de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, y financia el viaje y la estadía para el intercambio de científicos.

Asimismo, imitando la estructura del Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología, se creó el Centro Argentino-Brasileño de Nanotecnología. "Esto permitió hacer escuelas en nuestro país y en Brasil", puntualiza Calvo.

Y aún hay más. "Hemos propuesto hacer un centro virtual de nanotecnología sumando al Instituto Balseiro, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) de La Plata, y los departamentos de Física y Química de la FCEyN. Este Centro Virtual ha sido aprobado el 19 de marzo con una financiación de 3 millones de dólares en equipamiento", anticipa.

Células progenitoras

Las madres de la ilusión

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

Se las enuncia como una entidad única pero, en realidad, existen diferentes tipos de células madre, como así también, diferentes mitos y realidades acerca de sus posibles usos terapéuticos. Mientras los especialistas advierten sobre las promesas falsas de los tratamientos ofrecidos, y sus riesgos, numerosos grupos privados hacen negocio con el desconocimiento y con la desesperación.

"Está instalado en el público que las células madre curan, y ahí es donde está el riesgo de que la gente sea engañada", advierte el doctor Fernando Pitossi, profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA), investigador del Conicet, y coordinador del grupo multidisciplinario creado recientemente para tratar de responder algunas preguntas básicas sobre este tema: "Por ejemplo, si las terapias con células madre en el área de neurología, cardiología u oncología tendrán alguna utilidad en el futuro", señala Pitossi (ver recuadro "Preguntas sin respuesta").

Si bien en el ámbito científico también se las identifica como células "troncales", "progenitoras" o "stem" (por su nombre en inglés), el vocablo "madre" es el que las ha popularizado y, tal vez, el que hace que sean percibidas como "buenas para todo". Pero, lo cierto es que su utilización terapéutica puede tener consecuencias graves para la salud.

Madre no hay una sola

Todos los seres humanos provenimos de una única célula, llamada cigoto, que se forma cuando un óvulo es fecundado por

un espermatozoide. El cigoto es la célula madre por excelencia pues, a través del proceso de diferenciación, puede dar origen a todas las diferentes células, tejidos y órganos que conformarán nuestro cuerpo. Por eso se dice que es *totipotente*.

El cigoto se divide rápidamente dando lugar a dos nuevas células, que también se dividen para formar cuatro, que a su vez originan ocho, y así sucesivamente hasta que -aproximadamente cinco o seis días después de la fecundación- conforman una esfera hueca, del tamaño de un grano de arena, que contiene unas 150 células, y que se denomina blastocisto. Esa "pelota" está integrada por dos tipos de células: las que darán origen a la placenta, y las denominadas células madre embrionarias. Estas últimas, tienen la capacidad –proceso de diferenciación mediante- de producir cualquier tipo de célula, excepto las de la placenta. Por eso, ya no se las considera totipotentes, sino *pluripotentes*.

A medida que el embrión se desarrolla, las células madre embrionarias se reproducen y se diferencian, originando distintas poblaciones celulares, que tienen una potencialidad de generar tejidos cada vez más restringida. Es decir, con el desarrollo, las células se especializan y pierden la pluripotencialidad. Así, por ejemplo, surgen las células madre hematopoyéticas, que sólo pueden dar origen a las células sanguíneas (glóbulos rojos, glóbulos blancos, y plaquetas), o las células madre neurales, que producen exclusivamente los distintos tipos celulares que conforman el sistema nervioso. Estas diferentes poblaciones de células madre especializadas subsisten a lo largo de toda nuestra vida, formando "nichos" en algunos tejidos. Son las denominadas células madre adultas, que pueden reponer a aquellas que se pierden en los distintos órganos como consecuencia de un recambio normal, de lesiones, o enfermedades.

Las investigaciones con células madre utilizan tanto las embrionarias como las adultas. La gran ventaja de las primeras es su pluripotencialidad, es decir, su capacidad de generar cualquier tipo de tejido pero, paradójicamente, esa es también una de sus desventajas, porque es muy difícil controlar esa potencialidad: "Por ejemplo, cuando uno quiere obtener un determinado tipo de neurona, puede suceder que aparezca mezclada con células musculares y de hueso", cuenta Pitossi, y añade: "Otra desventaja de las células madre embrionarias es su poder tumoral".

Preguntas sin respuesta

Ante la multitud de promesas, y la falta de conocimiento acerca de la posible efectividad de las células madre para tratar enfermedades cardiológicas, neurodegenerativas, o el cáncer, varios grupos de investigación de la Argentina decidieron unirse para efectuar un estudio multidisciplinario que dé respuesta a algunas preguntas básicas sobre el tema.

"Queremos saber qué célula madre es la óptima para obtener un beneficio terapéutico de un tratamiento dado, y qué características particulares posee esa célula madre", revela Fernando Pitossi, coordinador del grupo. "También queremos saber qué factores determinan el estado de diferenciación de una célula madre, y qué factores del órgano recipiente de las células madre son importantes para lograr un mayor efecto terapéutico", completa.

Con un subsidio del Programa para Áreas Estratégicas (PAE) otorgado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica, el proyecto prevé estudios en animales, sin pasar a la etapa de ensayos clínicos. "Son muchos actores pensando lo mismo al mismo tiempo, y eso da una ventaja cualitativa", se entusiasma Pitossi.

Los integrantes de esta asociación son: la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA, la Fundación Instituto Leloir, la Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia (FLENI), la Fundación Universitaria Dr. René G. Favaloro, la Facultad de Ciencias Biomédicas de la Universidad Austral, el Hospital de Pediatría Prof. Dr. Juan P. Garrahan, Inis Biotech S.A., Biosidus S.A, Therafarma S.A , y la Fundación Pérez Companc.

"Nuestra línea de investigación está dirigida a analizar cuáles son las señales intracelulares, y los genes involucrados, para mantener las propiedades esenciales de las células madre", consigna la doctora Alejandra Guberman, representante de la FCEyN en el grupo.

En cuanto a las células madre adultas, el científico señala que, si bien tienen la desventaja de su menor potencialidad, son ventajosas en tanto "se tiene un acceso más fácil, pues no involucran ningún debate ético" (ver recuadro: "Ni cosas ni personas").

Deseo y decepción

El hecho de que las células madre se renueven ilimitadamente y que, además, bajo ciertas condiciones experimentales, se las pueda inducir a que se conviertan en células con funciones especiales, tales como células musculares cardíacas, neuronas, o células de páncreas que produzcan insulina, ha despertado la fantasía de que podrían utilizarse para curar el Parkinson, el Alzheimer, la diabetes, o el daño cardíaco provocado por el infarto, entre muchas otras dolencias. "Es análogo a lo que sucedió con la terapia génica en los años ´80, en que se pensaba que transfiriendo genes a las células se podía curar cualquier enfermedad. Sin embargo, todavía no hay un tratamiento con terapia génica que haya pasado la última fase clínica de experimentación. Y con las células madre está ocurriendo algo parecido", consigna Pitossi, que integra la Comisión Asesora en Terapias Celulares y Medicina Regenerativa de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

"Yo no pondría demasiadas expectativas en esta tecnología, y hay que decir claramente que hoy esto no sirve para nada", declara el doctor Andrés Carrasco, profesor de embriología en la Facultad de Medicina de la UBA, investigador -y ex presidente- del Conicet, y también integrante de la Comisión Asesora de la ANPCyT.

Según Carrasco, existen inconvenientes técnicos de difícil resolución. En principio, que "las células madre son muy delicadas, y es muy probable que al inyectarlas se mueran, por lo cual, en realidad, actuarían como placebos". Pero, según el experto, el problema mayor es la gran heterogeneidad de las células madre y, por lo tanto, la dificultad para obtener un tipo celular puro: "Las células madre que se obtienen tanto de un embrión como de un determinado tejido adulto no son todas iguales, porque su potencialidad de diferenciarse y dar origen a uno u otro tipo celular depende del lugar que ocupen en ese nicho. Es decir, que una célula madre dé origen a células musculares, óseas o sanguíneas, dependerá de las relaciones que tenga con sus células vecinas", explica. Y advierte: "Ya no se puede hablar de tratamiento con células madre como si fueran todas lo mismo".

Tanto Carrasco como Pitossi coinciden en que "la ciencia todavía está en pañales en esto", y dan algunos ejemplos: "Supongamos que, algún día, se pudiera controlar la diferenciación y se lograra obtener un tipo celular puro y, además, en cantidades suficientes para un tratamiento. En ese caso, si se quisiera regenerar tejido nervioso para curar una enfermedad neurológica, como el Parkinson o el Alzheimer, no sólo habría que reemplazar a las neuronas que se están muriendo sino que, al mismo tiempo, habría que lograr que las neuronas que uno agrega se conecten correctamente con el resto", ilustra Pitossi, que dirige un grupo de investigación en células madre de sistema nervioso.

A su vez, Carrasco comenta que muchos de los tratamientos experimentales que se inician con pacientes "de pronto se cierran en un silencio absoluto, y todos sabemos que eso es porque algo pasó en el medio", y agrega: "El problema es que todavía no conocemos bien cómo se comportan estas células, y ya hemos visto muchos experimentos con animales que resultan en muertes masivas, o en desarrollos tumorales".

Para Carrasco, dentro del mundo científico se generaron demasiadas expectativas respecto del uso terapéutico de esta tecnología: "Se pensaba que la terapia con células madre iba a tener rápida aplicación, pero me parece que ahora hay un gran desánimo entre quienes trabajan en esto".

Hijos de mala madre

Pese a la gran incertidumbre que exhibe el campo científico en cuanto al uso terapéutico de las células madre, varios grupos privados ofrecen terapias y promesas de cura para un espectro muy variado de enfermedades, que incluye a la diabetes, el Parkinson, el Alzheimer, o la esclerosis múltiple, entre muchas otras.

"Sabiendo lo compleja que es la regeneración del sistema nervioso, escuchar que hay clínicas que prometen tratamientos con células madre para esas patologías ya pasa del asombro a la bronca", confiesa Pitossi. "En general, son clínicas de la Argentina que funcionan asociadas con otras similares del exterior", revela Carrasco.

Según los investigadores, el modo en que actúan estas empresas tiene dos serias consecuencias. Por un lado, le crea falsas expectativas al paciente, y puede producirle un daño y, por otro lado, afecta a la investigación científica en este campo: "Las terapias experimentales que se hacen incorrectamente producen malos resulta-

Ni cosas ni personas

En la Argentina, quienes hacen investigación con células madre no utilizan embriones humanos. El primer país del mundo en autorizar la experimentación con embriones humanos fue Inglaterra, donde se permite usar aquellos que tienen menos de 14 días desde la fecundación, que se considera el período preimplantatorio. "La Comisión Asesora de la ANPCyT no ha fijado una posición ética respecto del origen de las células madre. Ese es un problema cultural, y la ciencia no puede responder esa pregunta. La ciencia estudia, no predica", opina Andrés Carrasco.

"Es un debate ideológico y no científico", coincide la bioeticista Susana Sommer, y opina: "Un embrión no es una persona, pero tampoco es una cosa, porque uno no lo compra ni lo vende, como no se compran ni se venden órganos".

dos, y eso le cierra las puertas a los ensayos clínicos bien protocolizados que podrían ser útiles en el futuro", sostiene Pitossi, y da un ejemplo: "Han llegado a inyectar células madre para tratar la calvicie, y lo único que lograron fue generar tumores en el cuero cabelludo".

La desesperación que provoca una enfermedad incurable, sumada al desconocimiento de la ineficacia de estas terapias, conduce a las personas afectadas a una situación de vulnerabilidad. "El Estado debe proteger a la población para que no sea un conejillo de Indias de prácticas que, claramente, no sirven para nada", afirma Susana Sommer, bióloga, y profesora de ética en la UBA.

Para intentar cubrir ese vacío legal, el 28 de mayo de 2007 el Ministerio de Salud dictó la resolución Nº 610/07, por la cual dispuso que el INCUCAI actúe como organismo fiscalizador de toda investigación relacionada con el implante de células. En este contexto, quien quiera efectuar una terapia con células madre deberá contar con un protocolo experimental aprobado por ese Instituto (ver recuadro: "Cuestión de protocolo").

Cuestión de protocolo

Un ensayo clínico es un estudio sistemático que utiliza seres humanos voluntarios, que sigue en un todo las pautas del método científico, y que tiene como objetivo evaluar la seguridad y eficacia de un producto o procedimiento. Por eso, debe seguir protocolos muy estrictos. Sin embargo, "hay gente que sigue haciendo cosas que no debe hacer", advierte Jorge Peralta, asesor científico del Comité de Docencia e Investigación del INCUCAI, el organismo encargado de fiscalizar las terapias experimentales con células madre, y que, a la fecha, ha aprobado un solo protocolo de experimentación (presentado en el año 2005 por el cardiólogo Luis de la Fuente): "Sabemos que existen otros estudios, pero por aquí no han pasado", comenta Peralta, y explica: "nosotros tomamos conocimiento de lo que se presenta acá".

La anarquía reinante en el campo de la experimentación en humanos con células madre llevó al Ministerio de Salud a dictar la Resolución Nº 1490/2007, que aprueba la *Guía de las Buenas Prácticas de Investigación Clínica en Seres Humanos*: "Son normas éticas y de procedimiento, pero no tiene fuerza de ley. Nosotros no tenemos poder de policía", reconoce Peralta.

La única respuesta al vacío legal que existe en este campo es un proyecto de ley que crea el Registro de Bancos Privados de Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical y Placenta, que tiene media sanción del Senado.

Además de la necesidad de tener la aprobación oficial, los procedimientos con células madre están sujetos a normas éticas ampliamente aceptadas por la comunidad científica: "Ante todo, los estudios experimentales deben ser gratuitos, porque no se le puede cobrar a una persona que presta su cuerpo para algo que no se sabe si va a funcionar", recalca Sommer, "por otro lado, el paciente debe leer y firmar un "consentimiento informado", en el que se le explican los alcances reales que tiene la práctica a la que va a someterse", completa.

La madre que lo parió

Hace más de 30 años que se sabe que la sangre obtenida del cordón umbilical luego del parto contiene células hematopoyéticas. Son células madre adultas con capacidad para generar todos los tipos celulares sanguíneos, y que han demostrado eficacia para tratar ciertas dolencias: "Sirven para enfermedades hematológicas y oncológicas de la sangre, pero también para algunas enfermedades metabólicas y del sistema inmune", explica la médica Ana del Pozo, directora del Banco de Sangre del Hospital Garrahan, el único centro público del país que almacena células madre de cordón.

Hasta hace algunas décadas, las progenitoras hematopoyéticas se obtenían de la médula ósea, un tejido que se encuentra en el interior de ciertos huesos del cuerpo, como los del cráneo, el esternón, la pelvis y las vértebras. Pero, de a poco, la sangre de cordón umbilical se está convirtiendo en la fuente

Tanque donde se guardan, congeladas, las células madre de cordón. Hospital Garrahan. Foto: Leandro Córdoba.

preferida. Esto se debe a que presenta algunas ventajas comparativas: por un lado, se obtiene de manera más sencilla (en vez de tener que punzar un hueso de un donante -para lo cual hay que aplicarle anestesia general-, la recolección se efectúa "dejando sangrar" la parte del cordón que queda unida a la placenta, luego de que aquel ha sido cortado); por otro lado, la sangre de cordón puede ser almacenada más fácilmente y, por lo tanto, estar disponible en un banco de sangre, lo cual evita tener que convocar donantes para casos de urgencia.

Estas ventajas técnicas, sumadas a la creciente popularidad que han adquirido las células madre, han hecho que, últimamente, hayan proliferado los bancos privados que, dinero mediante, ofrecen criopreservarlas como un "seguro biológico" para el recién nacido. Desde sus sitios en Internet, estas empresas publicitan sus servicios apoyadas en "recientes investigaciones" de muy dudoso valor científico, según las cuales –sostienen- las células madre se comportan "como si tuvieran la potencialidad de regenerar otras células vitales para el organismo, como neuronas, células cardíacas, hepáticas, del páncreas, etc.". De esta manera –pregonan- la sangre del cordón es un "tesoro" que le asegurará al bebé "protección para siempre" ante "numerosas enfermedades".

"Lo cierto es que todavía no está claro si existe la transdiferenciación, es decir, si realmente de una célula de médula ósea o de cordón se puede obtener una célula de otra estirpe como, por ejemplo, un cardiomiocito, una neurona, o una célula pancreática", refuta Pitossi.

Dudas

La Comisión Asesora en Terapias Celulares y Medicina Regenerativa de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica responde consultas sobre tratamientos con células madre a través de la siguiente dirección de correo electrónico: cacm@agencia.secyt.gov.ar

Por su parte, Ana del Pozo afirma que, aun en el supuesto poco probable de que en algunas décadas pudiera lograrse que estas terapias funcionen en los seres humanos, "desde un punto de vista médico, guardar la sangre de cordón en un banco privado es absolutamente injustificado", recalca. Para sostener esa afirmación, del Pozo brinda algunos argumentos: "En primer lugar, no se sabe cuánto duran congeladas esas células, y sí se sabe que, con el tiempo, van perdiendo viabilidad. Tampoco hay estudios acerca de si la criopreservación a largo plazo puede alterarlas genéticamente". Por otro lado, la médica explica que, en el supuesto de que alguien necesitara en algún momento de células madre hematopoyéticas propias, no hace falta tener guardadas las de cordón porque, en ese caso, se podrían utilizar las que el individuo lleva en su médula ósea: "No hay razones científicas que sugieran un mayor potencial de las células de cordón frente a las de médula ósea", manifiesta. Además, la especialista explica que el número de células madre que puede contener una unidad de sangre de cordón "en general alcanza para receptores de hasta 50 kilos, en cambio, cuando se colecta de médula ósea, se puede sacar lo que se necesita".

Finalmente, y tras advertir que, en el caso de los niños, no está recomendado utilizar las células madre del propio paciente para tratarle un cáncer o un desorden inmune "pues esas enfermedades tienen una base genética", Ana del Pozo informa que sólo es aconsejable almacenar la sangre de un hijo cuando en la familia hay otro niño que tiene, o ha tenido, alguna de las enfermedades que hoy pueden tratarse con trasplante de médula ósea. "Sin embargo, hay que saber que existe una posibilidad del 25% de que el próximo hijo sea compatible con su hermano enfermo", aclara, "por otro lado, la probabilidad de necesitar las células para uso propio es de 1 en 20.000 para los primeros veinte años de vida", añade.

La madre de todos

Frente a la muy escasa probabilidad de uso de las células que se guardan de manera privada, el banco público emerge como una alternativa solidaria: "Aquí tenemos un objetivo asistencial, y estamos para responder a las necesidades de pacientes reales, y quienes donan lo hacen de manera altruista, para cualquier persona que pueda necesitarlo", destaca la bióloga Cecilia Gamba, coordinadora del laboratorio de procesamiento del Banco Público de Sangre de Cordón, del Hospital Garrahan, institución que forma parte de la Bone Marrow Donors Worldwide, una red internacional que, a la fecha, reúne casi 300.000 unidades de sangre de cordón, y más de doce millones de donantes voluntarios de médula ósea.

Todos los especialistas entrevistados expresaron su posición a favor de la disponibilidad pública de las células madre porque –sostienen- ello posibilita el acceso de toda la población.

Y hay algo más, según advierte Carrasco: "En el hipotético caso de que, en el futuro, la terapia con células madre pueda cumplir con las promesas que hacen actualmente los bancos privados, hay que saber que, muy probablemente, esa tecnología será tan costosa que muchos de los que conservaron las células congeladas no podrán pagarla". |

CIENTIFICOS
INDUSTRIA ARGENTINA
El programa de la ciencia vuelve
a la televisión pública con nuevos
informes, secciones y columnistas.
Con la conducción de Adrian Paenza.
LUNES 20.00hs
tv.pública

Juan Carlos Tedesco, ministro de Educación

"Hay que enseñar a aprender"

Por Armando Doria y Ricardo Cabrera

Acompañó a Daniel Filmus como viceministro durante su gestión en el Ministerio. Cristina Fernández lo volvió a convocar, pero esta vez para estar al frente de la educación nacional. Juan Carlos Tedesco es licenciado en Ciencias de la Educación de la UBA y ocupó importantes lugares directivos en la UNESCO. También fue docente universitario, hizo investigación y publicó varios libros y trabajos sobre la enseñanza. En esta entrevista, detalló los principales lineamientos de la gestión que recién comienza y trazó un análisis de la problemática educativa actual en los tres niveles.

"La educación es fundamental para el futuro del país" es una frase repetida hasta el hartazgo. ¿Qué valor tiene para este gobierno?

Hoy creo que podemos mostrar que no es simplemente una frase. Si uno mira la evolución de la inversión en educación que hizo la Argentina en estos últimos años, se advierte que la frase ha sido acompañada con una política de asignación de recursos muy significativa. Estamos cumpliendo la Ley de Financiamiento Educativo, que pide que lleguemos al año 2010 con el 6 por ciento del PBI para la educación, cosa que va a suceder.

¿Cuál es la línea rectora de su gestión?

El Plan de Ministerio es cumplir la Ley, las metas y los plazos, y las estrategias en buena medida están definidas por la Ley de Educación y la de Financiamiento Educativo o la de Enseñanza Técnico-Profesional.

¿En cuanto a objetivos más precisos?

Por un lado, tenemos los objetivos en términos de cobertura, hacia la base del sistema educativo, con una política de expansión de la educación inicial y que involucra los primeros años de vida. Y esto es muy importante, porque todos sabemos que en términos de equidad social lo fundamental se juega antes de que los chicos lleguen a la escuela: es en esos primeros años en que el desarrollo cognitivo y el desarrollo personal es decisivo.

¿Usted observa desigualdad en la instancia inicial?

Claro, ahí es donde hay más desigualdad.

Es evidente que los sectores medios y altos de la población ya resolvieron el problema de la educación inicial vía la enseñanza privada y, de esa manera, entran muy temprano y sin problemas a las instituciones de socialización, mientras que en los sectores populares no tienen esta posibilidad y entonces los chicos están solos en su casas o están con parientes, o en instituciones muy precarias. Es por eso que la Ley define que sala de cuatro años es obligatoria para el Estado, que debe proveer una oferta pública y gratuita de educación inicial.

¿Cuál es el principal limitante al respecto?

Ahí tenemos un problema serio de infraestructura. Hay que construir en las escuelas primarias salas de cuatro años. Se está avanzando también con ofertas en los primeros años de vida, que no pasan necesaria ni exclusivamente por el Ministerio de Educación: hay una política interministerial, junto con Desarrollo Social, con Salud, de expandir los programas de educación en los primeros años.

Es imaginable que entre los objetivos está también la enseñanza media...

Por supuesto. Otro punto es la obligatoriedad de la escuela secundaria, y eso también está en la Ley, por eso digo que nuestro objetivo principal es hacerla cumplir. Ahora tenemos que aspirar a que todos los jóvenes terminen la secundaria: hasta los 17 años tendrían que estar en la escuela. Ahí el desafío de cobertura es importante y pasa en buena medida por infraestructura. Pero sabemos que hoy en día no va a ser posible expandir la cobertura si no cambiamos la calidad, si no hay cambios institucionales en la oferta pedagógica, que hagan que el acceso a estos niveles de enseñanza sea un acceso real y que los chicos se queden en la escuela. Por eso estamos trabajando continuamente en políticas de aumento de la cobertura, de aumento de la expansión cuantitativa: cambios que afecten a los procesos pedagógicos y a los contenidos. En el fondo, a lo que se enseña, quién lo enseña y cómo se enseña.

¿El proyecto educativo nacional está necesariamente asociado a la política económica?

Es un problema político de unidad de sentido. Acá lo que está en juego no es un proyecto educativo, sino un proyecto de sociedad: lo que está en juego es que la política económica, por ejemplo, sea una política basada en la generación de empleo; si no, por más que desde Educación tengamos un proyecto, sería inútil.

¿Considera que la propuesta económica favorece la política de su ministerio?

En los últimos cinco años pasamos de una situación en la cual la escuela tuvo que llegar a atender emergencias, y ocuparse centralmente de dar de comer a los chicos, a poder estar discutiendo el tema de la comida como parte de una propuesta pedagógica: hoy nos preocupa la doble escolaridad, la jornada completa. Hace cinco años no podíamos pensar en eso.

Esos niveles de emergencia social puede que hayan disminuido, pero no desaparecieron.

Sí, esos casos siguen existiendo y también existen los comedores escolares que dan de comer. Y también seguimos dando subsidios a las familias de bajos recursos para que puedan llevar a sus hijos a las escuelas y puedan comprar sus libros. Aspiramos a que estos aspectos de la política educativa, encarados con un criterio de satisfacción de las necesidades básicas, vayan disminuyendo, ocupando un lugar menos central. Si temas como las becas o el comedor escolar para que los chicos tengan qué comer siguieran ocupando un lugar importante, será porque algo estará saliendo mal, habrá un problema de fondo.

¿Las carencias en infraestructura también son una variable limitante?

Por supuesto. Estamos terminando en estos meses con un plan de construcción de 700 escuelas que se comenzaron en el gobierno anterior y en estos días se firma un decreto por un nuevo crédito del BID para iniciar otra tanda de construcción de 1000 escuelas, en dos etapas.

Desde el Ejecutivo se intenta instalar el conocimiento científico en un lugar preferencial, y eso involucra a la educación en todos sus niveles. Si el diagnóstico acerca de la educación inicial es preocupante, ¿se puede asegurar un desarrollo científico serio?

Justamente, la seriedad del proyecto se pone de manifiesto por el carácter integral, sistémico, no es sólo focalizar en la investigación científica de punta en algunas áreas, sino mejorar la enseñanza de la ciencia en todos los niveles, considerando que si logramos una masificación de la en-

señanza de la ciencia vamos a tener muchos más científicos que si nos movemos con una elite. Queremos mejorarla desde la escuela y por eso este año ha sido declarado "Año de la enseñanza de la ciencia", que tiene un valor movilizador.

Se necesitan profesionales especializados en muchas áreas. ¿Es posible dar una respuesta rápida a una demanda que parece requerir una mejor formación desde los niveles iniciales ?

Mientras uno resuelve la emergencia con soluciones de emergencia, tiene que ir preparando la solución de mediano y largo plazo. Hay que hacer las dos cosas. Si nos negamos a atender la emergencia, el desarrollo a largo plazo tampoco se va a dar, las inversiones no van a venir. Si los sectores de punta no encuentran respuesta a sus problemas aquí, se van a otro lado. Hay que trabajar en ambas cosas a la vez sin sacrificar una o la otra, y ahí está el gran desafío de la función pública. De la misma manera, también es muy difícil tomar decisiones en función de las diferentes demandas. Como ha habido tantos años de desinversión y tanta crisis, hoy tenemos un exceso de demandas.

El tema es que esas demandas suelen ser legítimas.

Todo es urgente y necesario: el jardín de infantes y el preescolar es necesario expandirlos porque, si no, tenemos condiciones de desigualdad; la primaria hay que mejorarla; la secundaria es obligatoria, entonces hay que expandirla; la universidad es decisiva, la investigación, el posgrado; hay que construir, invertir en infraestructura, equipar, mejorar el salario a los maestros. Todo eso es necesario y los recursos no alcanzan, entonces siempre hay que estar tomando decisiones que implican postergar. Y esto, en un país donde los índices de confianza son muy bajos, donde nadie confía en que, si espera, le va a llegar, todos quieren ser primeros en la atención a la demanda. En ese contexto hay que moverse, no es el mejor, pero confío en que en poco tiempo las cosas se vayan poniendo en su lugar.

¿En qué políticas se apoyaría el desarrollo del conocimiento científico?

El objetivo es empezar desde muy temprano, por eso hay medidas de fondo como la modificación de los diseños curriculares de la escuela primaria para incluir más horas de enseñanza de las ciencias. Tenemos planes muy serios de articulación con las universidades y con los científicos. Por un lado, las universidades son formadoras de profesores y todos sabemos que, si bien los profesores egresados de las universidades tienen un muy buen manejo de su disciplina, no necesariamente lo tienen de la enseñanza de esa disciplina, en especial si pensamos en la escuela secundaria que es, hoy en día, muy difícil de abordar, con alumnos no tan preparados para aceptar el oficio de alumnos y en un momento social y cultural donde los jóvenes están atravesados por patrones culturales muy distintos a los de los adultos.

¿Cuál sería el aporte de los científicos?

Querríamos que se acerquen a la escuela secundaria y rompan con ese modelo, esa representación, de que la ciencia y la matemática es para muy pocos, para los que están dotados de habilidades especiales. Esto no puede ser así, porque al ser declarada obligatoria la escuela secundaria, todos tienen que saber matemática y ciencias, no sólo algunos. En el modelo anterior de educación, si un chico fracasaba en matemática y dejaba la escuela, era un problema de él, no del sistema. Hoy ya no: la educación secundaria ahora es obligatoria, y si un chico fracasa el problema es del sistema educativo, que se tiene que hacer cargo de eso.

¿Qué otras instancias puede ocupar la gente de ciencia?

Si uno mira los libros de lectura de la escuela primaria de principios del siglo XX, se va a encontrar con grandes intelectuales como autores de los textos. Marcos Sastre, Joaquín V. González, Carlos Octavio Bunge escribían libros para la escuela primaria porque sabían que ahí se estaban formando los ciudadanos. Por eso sería muy bueno que los científicos importantes de este país se preocupen también por la enseñanza de la ciencia en la escuela primaria y secundaria, que la enseñanza comience a tener un poquito más de prestigio entre los científicos, que hoy no la tiene. Para un científico formado en la universidad, no es una actividad que goce de un gran prestigio ni recibe por eso ningún incentivo... No hay una política de incentivar esa actividad, y lo mismo pasa con la divulgación científica. Creo que esto es un tema sobre el cual hay que trabajar.

> *Hoy día, el concepto de autonomía no puede tener el mismo sentido que para los reformistas del 18, necesitamos una universidad autónoma pero responsable socialmente*

¿Cuál es la agenda para proyectar una nueva Ley de Educación Superior?

Lo que se viene es un debate, una gran discusión que nos permita llegar a un texto de Ley producto de la consulta. Tenemos que buscar cuáles son los puntos en los cuales exista el mayor nivel posible de consenso como para que la Ley refleje eso y sea legítima, pueda tener sustentabilidad en el tiempo.

Uno de los temas centrales es la autonomía. ¿Considera que merece una redefinición?

Hoy día todos sentimos que el concepto de autonomía no puede tener el mismo sentido que para los reformistas del 18, necesitamos una universidad autónoma pero responsable socialmente. Hay que ver en qué medida esto se puede determinar en una norma legal o no, pero hay que discutir, lo mismo que hay que discutir todos los temas que vinculan a la universidad con la investigación, el sector productivo, y el resto del sistema educativo.

Existe una tensión en el ámbito universitario en relación con el modelo que asocia enseñanza con investigación y el que plantea que es posible enseñar sin investigar, representado en gran medida por las universidades privadas.

Acá creo que hay que ser capaz de distinguir diferentes campos disciplinarios: no es lo mismo el papel de la investigación si uno está en la física, en la biología, en el derecho o en administración de empresas. No podemos hacer una amalgama y tratar en forma homogénea campos que son muy diferentes. De todas maneras, es cierto que hoy en ninguna área es posible enseñar si no se está en la punta y si no se sabe muy bien cómo se producen los conocimientos. Ya no es como antes, que lo que uno aprendía en la universidad servía por muchos años de vida profesional. La educación ya no es una etapa de la vida donde uno estudia y no trabaja, y después va a trabajar y ya no estudia: esa división se terminó. Por eso, lo que la universidad tiene que enseñar es el oficio de aprender.

¿Entonces considera que no hay dos modelos opuestos?

A mí me parece que esos modelos ya están un poco superados por la propia realidad de lo que es hoy la distribución del conocimiento: tenemos que ir hacia modelos donde estas dos dimensiones se articulen. Hay que pensar que, con enseñanza secundaria obligatoria, en los próximos cinco o diez años la demanda por acceso a los estudios superiores y a la universidad se va a incrementar exponencialmente, y a la vez que se expanda, habrá que diversificar el sistema, que pueda haber espacio para varias opciones, no necesariamente una única. Creo que la Ley debería cubrir esto asegurando niveles óptimos de calidad en lo que sea: en enseñanza, en investigación, en las dos cosas al mismo tiempo.

¿Está planeado un llamamiento al debate como se proyectó para la Ley Nacional de Educación?

Claro. Y va a ser muy interesante buscar la participación en el debate de los actores que no pertenecen al sistema universitario o científico-tecnológico, porque los que pertenecen naturalmente van a participar, pero tendremos que ver cómo hacemos para que participe el resto de la ciudadanía.

Energía nuclear

Uranio pobre:
¿Desarrollo o alineamiento?

Por Verónica Engler | veronicaengler@yahoo.com.ar

En los reactores nucleares de investigación argentinos ya no hay uranio altamente enriquecido, un material susceptible de utilizarse en armas de destrucción masiva. De esta manera, nuestro país honra los compromisos asumidos como miembro de una iniciativa de EEUU, *lanzada hace 30 años como parte de las políticas de no proliferación. Pero también se promueven innovaciones que se destacan a nivel mundial.*

Hace apenas unos meses, en noviembre pasado, la Argentina terminó de restituir a Estados Unidos el uranio altamente enriquecido (HEU, por sus siglas en inglés), que en su momento ese país le había proporcionado para utilizar como combustible en alguno de los reactores nucleares de investigación nacionales, como el RA6 del Centro Atómico Bariloche y el RA3 del Centro Atómico Ezeiza, ambos de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Con este último envío (la restitución había comenzado en el 2000) los reactores argentinos quedan libres de material susceptible de ser utilizado con fines bélicos, y, sobre todo, terroristas, que es lo que más se temía luego de los atentados a las Torres Gemelas en septiembre de 2001. Porque con apenas 18 kilogramos de HEU es posible manufacturar un arma de destrucción masiva, riesgo que no se corre con otros combustibles, como el uranio de bajo enriquecimiento (LEU, por sus siglas en inglés).

La minimización de las reservas mundiales de HEU para usos civiles fue el objetivo del Programa de Enriquecimiento Reducido para Reactores de Investigación y Testeo (*Reduced Enrichment for Research and Test Reactors*, RERTR), lanzado hace justo 30 años por EE.UU. (a través de su Departamento de Energía), preocupado entonces por el auge de los movimientos guerrilleros en todo el mundo, y por el intento de algunos países de desarrollar sus propias bombas atómicas.

El programa RERTR (ver EXACTAmente Nº25, 2002), en su momento, formó parte de las políticas de no proliferación de armas en un contexto internacional cuyo rumbo había sido delineado, en la década del 60, a partir del Tratado de No Proliferación Nuclear (TNPN).

"El tratado fue siempre asimétrico", afirma Alexander Glaser, doctor en física por la Universidad de Tecnología de Darmstadt (Alemania) y actualmente investigador en el Programa de Ciencia y Seguridad Global de la Universidad de Princeton (EE.UU.).

Glaser –también integrante del *International Panel on Fissile Materials* (IPFM), un grupo internacional de expertos en control y no proliferación de armas nucleares– se refiere en particular a derechos que el mismo Tratado prescribía, pero que fueron, de alguna manera, vulnerados debido a un sistema de "seguridad global" que se fue modelando, sobre todo, por las tensiones que generaban las potencias nucleares del momento –China, EE.UU., Francia, Gran Bretaña y la URSS-.

Por ejemplo, el artículo 4 del tratado estipula "el derecho inalienable de todas las partes del Tratado a desarrollar investigación, producción y uso de energía nuclear para propósitos pacíficos, sin discriminación". Derecho que muchos países vieron limitado al prescindir de HEU para usos civiles, mientras que otros, más comprometidos en la carrera armamentista –en especial EE.UU. y la ex URSS- continuaban utilizando y realizando desarrollos sin limitar los usos de estos materiales considerados peligrosos.

Hasta los ataques terroristas perpetrados en septiembre de 2001, EE.UU. no había asumido compromisos significativos con respecto a sus propios reactores de investigación, pero sí había requerido que las otras naciones tuvieran dispuestos los cambios necesarios lo antes posible.

"Los esfuerzos de los Estados Unidos en convertir reactores (para que puedan utilizar uranio de bajo enriquecimiento como combustible) han sido percibidos como un Caballo de Troya para minar mucho más el artículo cuatro del Tratado", señala el experto de Princeton. "Yo creo que esto es engañoso, aunque acuerdo totalmente en que el Tratado de No Proliferación está en crisis, en particular por la falta de progreso con respecto al desarme. Sin embargo, pienso que el RERTR es un programa importante que merece total ayuda internacional".

De acuerdo con el Reporte 2007 preparado por el panel internacional, más del 99 por ciento de las reservas mundiales de uranio altamente enriquecido (HEU) está en manos de los estados que poseen armas nucleares. De éstos, sólo el Reino Unido y los EE.UU. dieron a conocer públicamente el tamaño de sus stocks de HEU. "Las estimaciones de las tenencias nacionales restantes son por lo general bastante inciertas- dice el informe-. Estimamos que las reservas globales de HEU suman más de 1700 toneladas métricas (tm: una tonelada métrica equivale a 1000 kilogramos)".

Debido a la nebulosa informativa que hay sobre el tema, los expertos reconocen un margen de error de 300 tm, principalmente debido a la falta de datos oficiales sobre los inventarios de HEU en Rusia. "Aunque el HEU de uso civil actualmente representa sólo un pequeño porcentaje del total global del HEU, (esta cantidad) sería suficiente para (construir) más de mil armas de tipo nuclear", concluye el reporte.

Si bien la mayor cantidad de este uranio se encuentra repartido entre los EE.UU. y Rusia, como legado de sus desarrollos durante la Guerra Fría, en la actualidad hay 100 ciudades de 40 países que tienen cantidades variables de HEU.

Resquicios para el desarrollo

El programa RERTR plantea, en principio, dos desafíos científico-tecnológicos: la producción de nuevos combustibles y la adecuación de los reactores de investigación para que puedan funcionar con uranio de bajo enriquecimiento. El compromiso con este tipo de iniciativas puede resultar para muchas naciones "periféricas", como la Argentina, una posibilidad de desarrollo para la industria nuclear o, simplemente, una forma de alineamiento político con EE.UU.

"Ya desde los '70, por lo menos, el gran logro de la política exterior de Estados Unidos es haber conseguido identificar los 'peligros' globales con sus intereses económicos", señala Diego Hurtado de Mendoza, doctor en física de la UBA y actualmente director del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia "José Babini", de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Y menciona, como antecedente en el área nuclear, a comienzos de los cincuenta, el programa "Átomos para la Paz", pues tanto la URSS como EE.UU. proveyeron de uranio altamente enriquecido a muchas naciones para reactores de investigación de uso civil

"En lo que hace al desarrollo tecnológico de otros estados -continúa Hurtado de Mendoza- , el carácter dual de toda tecnología, sus potenciales usos para la guerra o para fines pacíficos, fue siempre el argumento para obstaculizar desarrollos y mantener posiciones de ventaja comercial. Esto hace que sea imposible deslindar alineamiento político de cooperación. A esto se suma que la Argentina tiene una historia de relaciones conflictivas con los Estados Unidos, que la obligan a negociar en puntas de pie". Y subraya: "Tomando este marco amplio, yo destacaría la tenacidad de científicos, ingenieros y técnicos del área nuclear local, incluida la empresa INVAP, que siempre han encontrado 'resquicios' para continuar trabajando y aportando innovaciones".

Uno de estos resquicios por donde se abrió camino el desarrollo científico nacional, observa Hurtado de Mendoza, se vislumbró a partir de una limitación concreta. "El RERTR se inicia justo en el momento en que la Argentina logra su primera exportación importante de tecnología nuclear: la venta de una planta para investigación y producción de radioisótopos a Perú -historia el investigador de la UNSAM-. Fue precisamente en ese momento que Estados Unidos canceló la provisión de uranio enriquecido a la Argentina. Esto dejaba sin combustible al reactor de investigación que se estaba intentando vender a Perú. Pero la CNEA fue pionera en su propuesta de rediseño de reactores de investigación para bajo enriquecimiento".

El proceso de conversión de un reactor de HEU a LEU requiere de una adecuada programación en la que priman cinco ítem: minimización del costo; que el reactor no disminuya sus prestaciones (o si las disminuyera, que sea muy poco); que funcione igual de bien o mejor que antes de la conversión; que la seguridad no se vea afectada; y, por último, tener disponible un combustible para poder convertir el reactor.

Uno de los 55 reactores convertidos desde que el programa RERTR comenzó a funcionar, en 1978, fue el TRR de Irán, a fines de la década del 80. "INVAP participó de la conversión del reactor iraní TRR", cuenta Verónica Garea, responsable de Seguridad e Impacto Ambiental de INVAP. "A partir del proyecto de Argelia (mediados de la década del 80), todos los reactores diseñados y vendidos por INVAP usaron combustible LEU".

2001: año bisagra

"Se han convertido por año muchos más reactores desde que el programa empezó a recibir fondos más adecuados, después de los atentados del 11 de septiembre de 2001", reconoce Pablo Adelfang, un químico egresado de la FCEyN-UBA, que en la actualidad se desempeña como Líder del Grupo de Reactores de Investigación de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés).

De acuerdo a lo programado, se planea remozar más reactores en la próxima década que en las tres precedentes. Si todo funciona correctamente, para el 2018 se habrán convertido en total 129 reactores.

"El RERTR dejó de ser un programa aislado, porque todas las iniciativas para minimizar el contenido de HEU se engloban en un programa más grande que se llama *Global Threat Reduction Initiative* (GTRI, Iniciativa para la Reducción de la Amenaza Global)", cuenta Adelfang.

Este programa fue creado en 2004 para acelerar la reducción de las reservas HEU y plutonio en varios frentes. Al respecto, Alexander Glaser ofrece cifras más que elocuentes. "El presupuesto de la GTRI fue de más de 100 millones de dólares en 2007, y, de éstos, 32 millones fueron para el programa RERTR, cifra que representa un 30 por ciento más de lo que había recibido en 2006, y 430 por ciento más de lo recibido en 2003". Antes de septiembre de 2001 el presupuesto histórico de este programa era bastante inferior, por lo que se explica que en los últimos años se haya acelerado notoriamente la conversión de reactores, pero también el desarrollo de nuevos combustibles.

"Convertir un reactor cuesta alrededor de un millón de dólares. Por eso, la tasa de conversión se ha incrementado desde aproximadamente un reactor y medio por año, que era lo que históricamente se hacía, a cinco reactores en 2006 y seis en 2007", detalla Glaser.

Todavía hay alrededor de 30 reactores dentro del programa RERTR que están a la espera de que se terminen de desarrollar nuevos combustibles para poder dejar de utilizar HEU. Para eso, varios países trabajan cooperativamente en el desarrollo de combustible de muy alta densidad, como el uranio molibdeno. La Argentina forma parte de este grupo internacional, junto a Rusia, EE.UU., Alemania, Francia, Canadá y la República de Corea. Además, nuestro país se destaca por ser el primero en eliminar el uso de HEU en la fabricación de molibdeno 99, que es uno de los más importantes radioisótopos de uso medicinal.

"Hay dos tipos de uranio molibdeno: uno que se llama disperso, que está cerca de ser calificado; y el otro es el monolítico, el de máxima densidad, que se usaría para convertir aquellos reactores muy exigentes. Todavía se están resolviendo problemas de fabricación. Se ha avanzado mucho, pero los nuevos combustibles no van a estar calificados hasta el 2010", puntualiza Adelfang.

Horacio Taboada, Jefe del programa del Ciclo del Combustible Nuclear de la CNEA, considera que el programa RERTR "ha contribuido a la no-proliferación nuclear al haber provisto soluciones técnicas, como el siliciuro de uranio (para la producción de LEU) que posibilitaron la conversión de gran número de reactores experimentales de núcleos de uranio altamente enriquecido a núcleos de bajo enriquecimiento sin comprometer el desempeño de dichos reactores".

Según detalla el experto, esta conversión se basa en reemplazar materiales como el aluminuro u óxido de uranio enriquecido por siliciuro. "Todavía resta estudiar la conversión de algunos reactores para los cuales la densidad del siliciuro no alcanza para la conversión de esos núcleos, lo cual motiva la búsqueda de materiales combustibles más densos como el uranio molibdeno".

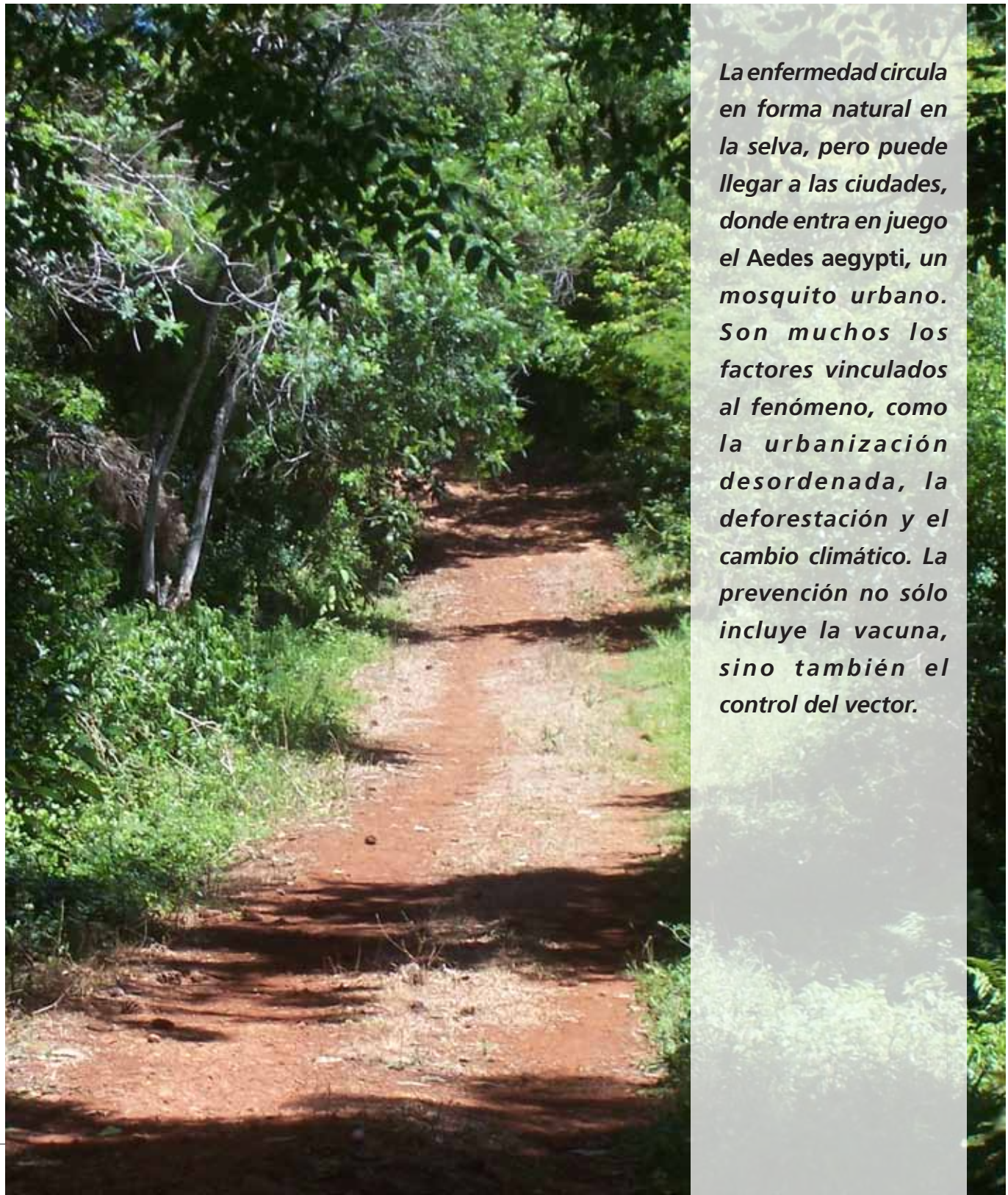
"Se ha progresado muchísimo -agrega Adelfang- y Argentina está muy bien posicionada internacionalmente en este campo".

Si se considera el aumento en el precio de los hidrocarburos y las preocupaciones crecientes por el cambio climático, no parece exagerada la estimación de los expertos en la materia que esperan se triplique la capacidad nuclear global antes de 2050, a pesar de los altos costes de capital que todavía tiene la energía atómica. Suponiendo que esta conjetura se realice, aunque sea en parte, los emprendimientos científicos orientados a generar una industria nuclear segura pueden observarse como una opción, además de políticamente responsable, más que interesante desde el punto de vista económico. |∃

La fiebre que viene de la selva

Alarma amarilla

Por Carla García Nowak | carlanowak@gmail.com



La enfermedad circula en forma natural en la selva, pero puede llegar a las ciudades, donde entra en juego el* Aedes aegypti*, un mosquito urbano. Son muchos los factores vinculados al fenómeno, como la urbanización desordenada, la deforestación y el cambio climático. La prevención no sólo incluye la vacuna, sino también el control del vector.

Mosquito Aedes aegypti, vector del dengue y de la fiebre amarilla.

Mosquitos, urbe, selva, deforestación, cambio climático, monos, vacunas, viajantes, especies exóticas, globalización y comercio mundial. ¿Pueden estos conceptos aparentemente disociados conjugarse ante una misma amenaza? La fiebre amarilla, una enfermedad viral aguda e infecciosa que desde hace 40 años no se hacía escuchar en la Argentina, los arroja sobre la mesa y plantea una nueva discusión.

Entre 1870 y 1871, una gran epidemia de fiebre amarilla azotó Buenos Aires, e instaló definitivamente el tema de la salud pública en el debate político. De unos 190.000 habitantes que tenía la ciudad en aquel momento, murieron 14.000. Se colmaron los hospitales, se habilitaron lazaretos provisorios, se despobló la zona que actualmente ocupa San Telmo y Montserrat, y la gente emigró hacia la zona norte. En tanto, el gobierno nacional decretó feriado en todos los ministerios y oficinas públicas; se cerraron bancos, escuelas, iglesias y comercios. Mientras que el índice normal de fallecimientos diarios no llegaba a veinte, hubo momentos en que murieron más de quinientas personas por día.

Para que esa epidemia sucediera fue necesario, además de la presencia del virus de la fiebre amarilla, el *Aedes aegypti*, mosquito que actuó como vector. Cuando este fenómeno epidémico sucede en las ciudades, se habla de fiebre amarilla urbana (FAU), mientras que cuando ocurre en las selvas, y son otras las especies de mosquitos que actúan como vectores, se lo llama fiebre amarilla selvática (FAS).

Se sabe que las especies exóticas pueden afectar la salud pública, sin embargo, es poco conocido que el vector del la FAU es una especie exótica vinculada, en particular, al tráfico de esclavos. El doctor Nicolás Schweigmann, investigador del departamento de Ecología, Genética y Evolución de la FCEyN-UBA, señala que el *Aedes aegypti* tiene su origen en África, en la selva de Etiopía. Este insecto se criaba en huecos de árboles y plantas, y, aparentemente, sus larvas fueron transportadas en los toneles de agua que llevaban los ingleses en sus barcos, junto con el cargamento de esclavos. Cuando atracaban en algún puerto, el mosquito se instalaba.

Estos insectos siguieron la ruta del hombre, se adaptaron, se domiciliaron en las poblaciones, y se convirtieron en un fenómeno exclusivamente doméstico. Los mosquitos traídos por los ingleses prefieren la sangre humana, probablemente porque venían en los barcos, donde sólo había gente.

Cuando la fiebre entra a la ciudad

La FAU ocurre cuando un *Aedes aegypti* pica a una persona con el virus de la fiebre amarilla en su sangre (período de viremia) y adquiere la infección. Luego, cuando este mosquito pica a una persona susceptible, le transmite la enfermedad, que ya puede propagarse, según explica el doctor Ricardo Gürtler, investigador del Laboratorio de Eco-Epidemiología de la FCEyN.

Actualmente, en Buenos Aires, como en muchas otras ciudades del país, no existe la fiebre amarilla urbana. Sin embargo, debido a la proliferación y extensión de la distribución geográfica del mosquito *Aedes aegypti,* también vector del dengue, aumenta el riesgo de un brote y hasta de una epidemia ante la llegada del virus a la urbes pobladas con personas susceptibles a él, es decir, las que no fueron inmunizadas con la vacuna contra la enfermedad.

"Nuestra preocupación en Buenos Aires es que llegue una persona con el virus en su sangre e infecte a los mosquitos que tenemos acá. Hemos dejado que se instale el *A. aegypti*, está preparado el campo para que entre el virus y se propague la enfermedad", advierte Nicolás Schweigmannn.

Cuando se dan brotes de fiebre amarilla en una ciudad, la transmisión es muy rápida, pues afecta a muchas personas en muy poco tiempo. El especialista recuerda que, "cuando Buenos Aires tenía 190 mil habitantes, murieron 14 mil personas y se enfermaron 60 mil en sólo 100 días".

En el caso de la persona contagiada en el parque provincial Piñalito -en el nordeste de la provincia de Misiones-, el responsable no fue el *A. aegypti,* sino que se trataría de alguna de las dos especies de mosquitos -*Haemagogus* y *Sabethes*-, que viven en ambientes muy húmedos de la selva, donde actúan como vectores de la fiebre amarilla.

Refugio en la selva

"Cuando uno está en la selva y no escucha los gritos de los monos, es porque algo está pasando. Esos grandes silencios dicen que hay fiebre amarilla", alerta Schweigmann.

Esta enfermedad, en la naturaleza, circula principalmente entre primates, ellos son los verdaderos reservorios; es el caso de los monos Carayá -*Alouatta caraya* y *Alouatta fusca* (caraya rojo)-, que mueren fácilmente de fiebre amarilla. Pero hay otras especies de primates que pueden servir de reservorios con diferente competencia para el virus.

Gürtler advierte que "el hombre entra en la selva para deforestar, construir caminos -como sucede en Brasil, en la selva amazónica-, construir represas, criar ganado, explotar la minería, o para cazar, y produce una invasión del medio silvestre".

En Misiones, en el Parque Natural Piñalito, hay señales de epizootias –epidemia en la fauna silvestre–, ya que han aparecido mu-

chos monos muertos. “Los orígenes de las epizootias pueden ser múltiples, ya que circulan otros virus diferentes del de la fiebre amarilla. Y en este caso particular, la epizootia en el norte de Argentina es concurrente con otras en más de cien localidades en Brasil, donde han informado que tienen alta mortalidad de monos”, indica Gürtler.

Además, agrega, la fiebre amarilla selvática funciona como una oleada, es decir, se propaga como una onda, porque el virus es tan letal que no puede persistir en una misma zona, ya que mata a gran cantidad de monos. Al morir éstos, el virus se queda sin reservorios.

Entonces, ¿cómo se mantiene el virus? A través del contacto en cadena entre monos susceptibles e infectados que se hallan en condiciones favorables para la transmisión (monos, mosquitos, vegetación, clima). La epizootia funciona como una lengua de fuego que se desplaza en un incendio en un pastizal o bosque seco. El fuego no puede persistir donde se quemó todo el pastizal o el bosque.

En la selva el virus circula en forma permanente. Gürtler detalla: “si una persona se infecta en la zona de riesgo (hábitat silvestre) y, mientras tiene viremia –durante unos pocos días- viene para Buenos Aires y es picado por un *A. aegypti,* se podría generar un pequeño brote local”.

Existe un cierto riesgo de que la fiebre amarilla se urbanice, porque la gente que va a la selva sale de ella y vuelve al pueblo o a la ciudad y allí hay abundancia de *A. aegypti*. Es lo que ocurrió en Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) en 1997. En uno de los focos de fiebre amarilla recientes en Paraguay, existen dudas sobre cuál fue el vector responsable de los casos locales, ya que encontraron Haemagogus además de abundancia de *A. aegypti* alrededor de las viviendas de los enfermos. “Hay que investigar si son casos urbanos o selváticos”, destaca Gürtler.

Además, es claro que las ciudades avanzan y crecen sobre la selva. Al respecto, Schweigmann comenta que “en una ciudad de la provincia de Corrientes, hay monos en los árboles de las calles, lo cual acerca la posibilidad de la urbanización de la fiebre amarilla”.

Una compleja trama

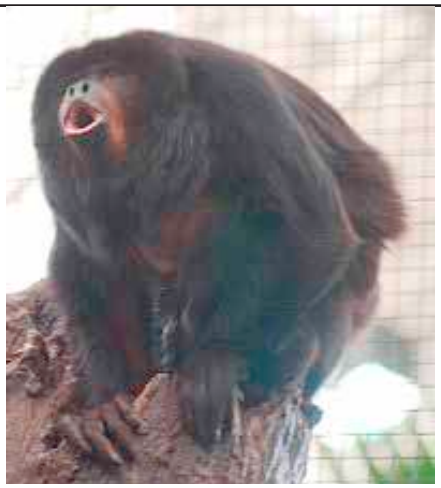
Desde 1967 no se notifican casos de fiebre amarilla en humanos en la Argentina. Pero ¿por qué ahora regresa? Para Gürtler, “no está claro por qué resurge la fiebre amarilla en la Argentina después de tanto tiempo, pero hay evidencias que vinculan estos brotes con la urbanización desordenada, la deforestación, la degradación ambiental y el cambio climático. Algunas de estas probables causas tienen más asidero que otras”.

Por otra parte, el especialista, que también estudia el Chagas y el dengue en Clorinda (Formosa), señala que “las características de extrema letalidad del virus de la fiebre amarilla la convierten en una enfermedad aguda, no crónica como el Chagas, sino que funciona en forma más parecida a la de la rabia silvestre y otras enfermedades que ocurren en ciclos y se mueven por ondas. Es decir, hay períodos en que baja mucho la incidencia y la enfermedad parece desaparecer”.

Para saber acerca de esos ciclos y de su circulación es necesario montar un sistema de vigilancia y monitoreo. “En Brasil y Venezuela se monitorea la ocurrencia de muertes frecuentes en la población de monos”, agrega.

Por su parte, Schweigmann, que está realizando el monitoreo de mosquitos en Costanera Sur, asegura que nunca se ha encontrado al vector *A. aegypti en* ambientes silvestres de la ciudad de Buenos Aires. “Creemos que ello se debe a que no está bien adaptado; y los propios depredadores se los comerían por la gran diversidad que hay en esos ambientes”.

Pero, ¿por qué proliferan en los domicilios? “En las casas en general no hay una gran biodiversidad, no hay una fauna im-



Mono aullador negro (Alouatta caraya). Reservorio del virus de la fiebre amarilla. Se lo encuentra en Paraguay, Bolivia, Brasil y norte de Argentina.

portante de insectos, por eso se piensa que se adapta tan bien. Además prefieren la sangre humana", explica.

Según detalla el especialista, una de las zonas más infectadas de *A. aegypti* es Chacarita hasta la general Paz, ya que allí encuentra sangre humana en un tipo de construcción especial: casas con jardín.

"Así es como no se encuentra en microcentro, en la zona de Belgrano, en Retiro, en aeroparque o en el puerto o donde hay alta concentración poblacional. O sea, no hay donde no hay gente, o donde hay mucha gente", indica.

El camino de la prevención

"Lo que observamos es que las campañas, propagandas y difusión no alcanzan, porque sirven mientras se insista de manera constante, pero una vez que se cortan, pierden utilidad", comenta Schweigmann.

Y agrega, "El tema de los tachitos, de los platos bajo maceta, todo aquello que tiene que ver con el ordenamiento ambiental domiciliario en algún momento va a tener que ser parte de nuestra educación. Quizás sea obligatorio después de una gran epidemia cuando muera mucha gente".

Para Schweigmann, "es fundamental que la población elimine la chatarra que tenga en los jardines. También en los cementerios, que pongan arena en los cacharros, descartar lo viejo y no dejarlo arriba con la boca mirando al cielo. Lo mismo con las escuelas, los baldíos donde hay autos acumulados por más de diez años, que se convierten en criaderos de mosquitos y otras especies como ratas".

Otro factor de prevención es la vacunación. "La vacuna es efectiva, bastante segura y barata, y la frecuencia de reacciones adversas es baja", asegura Gürtler.

La vacuna puede prevenir los brotes de FAU. "La única manera real y efectiva de prevenir cuando uno viaja a una zona de riesgo –subraya– es aplicarse la vacuna con el tiempo indicado, al menos 10 días antes de llegar al lugar de riesgo". La segunda medida preventiva es no entrar en contacto con el mosquito, es decir, usar repelentes. La revacunación, según la OMS, debe hacerse cada diez años. "Volver a aplicarse una dosis en menor tiempo puede provocar efectos colaterales, como reacciones autoinmunes".

Asimismo, Schweigmann explica que "si uno no sale de Buenos Aires, es mas riesgoso sufrir un efecto colateral por la vacuna que sufrir la fiebre amarilla. Pero si se viaja a una zona de riesgo, como por ejemplo Misiones, conviene vacunarse".

Sin embargo, apunta que en las ciudades la verdadera prevención es el control del vector. "Si no tuviéramos A. *aegypti* en Buenos Aires, sería imposible que se diera un brote en la ciudad. Tenemos el vector por desidia, por desconocimiento, porque no miramos nuestra casa como parte del ambiente, y porque no tenemos educación ambiental", sentencia.

Es importante tener en cuenta que, según describe Gürtler, el virus de la fiebre amarilla no es erradicable, porque circula en la naturaleza en ausencia del ser humano y en forma independiente de éste. "Es lamentable que en los medios se haya prometido 'la definitiva eliminación de la fiebre amarilla' –destaca–, sin aclararle al público cómo funciona este sistema".

Según el especialista, habría que montar un sistema de vigilancia que monitoree y permita detectar si existe una onda de propagación de la epizootia, y así implementar o reforzar el plan de vacunación. |∃

Etapas de la enfermedad

Por Lilian Ferré
lilian@bg.fcen.uba.ar

"La fiebre amarilla es una enfermedad infecciosa de origen viral, cuyos síntomas son muy variables y dependen de la forma clínica que presente el paciente", explicó el doctor Jorge Benetucci, jefe del Departamento de Infecciosas del Hospital Muñiz. "El periodo de incubación es de 3 a 6 días y el comienzo es brusco, con fiebre alta, escalofríos, intensas cefaleas, náuseas, vómitos, dolores musculares y postración", describe el infectólogo, y destaca que "estas características se corresponden con la etapa en que hay virus circulante". La enfermedad continúa con una "etapa roja", en la cual rostro y cuello toman un tono carmesí. La calma sobreviene luego, con una falsa mejoría de horas o días, tras los cuales resurge con más fuerza en la última fase, aguda o de intoxicación. Benetucci, que también es profesor en la Facultad de Medicina de la UBA, enumera los síntomas: fiebre intensa, hemorragias gastrointestinales e ictericia (que definen la "etapa amarilla"), producto de severas lesiones hepáticas. "Estas se acompañan de delirio, oliguria, a veces falla renal, caída de las plaquetas en sangre, aumento de la urea y creatinina, y la presencia de hipoglucemia, acidosis y shock, son elementos de muy mal pronóstico, que llevan a la muerte", afirma.

Hasta el presente, no existe un tratamiento eficaz. En los casos graves puede indicarse un tratamiento de soporte: rehidratación, administración de oxígeno, antitérmicos y protectores gástricos para evitar hemorragias. Las personas que logran vencer la enfermedad "quedan con inmunidad definitiva", asegura Benetucci.

La Teoría cumple sesenta años.

Últimas noticias del Big Bang

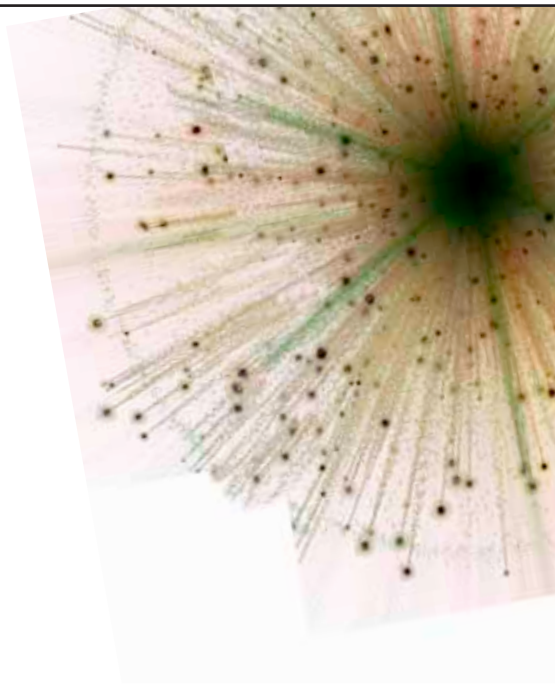
Por Guillermo Mattei | gmattei@df.uba.ar

La Gran Explosión ocupó un volumen increíblemente pequeño, y no fue una explosión. Los objetos que se expandieron a partir de ella incluyeron también al espacio y al tiempo. Lo que ocurrió antes de cumplirse una milésima de segundo es objeto de especulaciones que involucran sofisticadísimas ideas y métodos científicos. Aquí, algunos detalles actualizados de uno de los mayores desafíos del conocimiento humano.

"La evolución del Universo es comparable a una traca de fuegos artificiales que acaba de concluir: unas pocas chispas, cenizas y humo. Situados en una pavesa ya enfriada, vemos como los soles se apagan, e intentamos recrear el esplendor desvanecido del origen de los mundos", describía metafóricamente en 1927 el astrónomo y sacerdote belga Georges Lemaître. La teoría del átomo primigenio del abate Lemaître atribuía a la enorme explosión de un núcleo increíblemente denso, que contenía toda la materia existente dentro de una esfera, unas 30 veces mayor que el Sol, como el origen de nuestro Universo.

El germen de esta idea residió en las observaciones astronómicas de 1920 de Edwin Hubble, que establecían que las galaxias distantes se alejaban de nosotros, y en la demostración de 1922 del matemático y meteorólogo ruso Alexander Friedmann, quien encontró que la teoría de la Relatividad General de Einstein era compatible con un universo ilimitado y en expansión. Si experimento y teoría sugerían que el Universo estaba expandiéndose, era lógico pensar que provenía de un estado anterior de mayor densidad.

En los '40, el astrofísico ruso, nacionalizado estadounidense, George Gamow perfeccionó la idea del abate al sostener que el Universo había evolucionado a partir de un estado de alta temperatura de modo que, en la actualidad —tal como la pavesa de Lemaître—, ésta debía rondar apenas



los cinco grados kelvin por encima del cero absoluto. Las observaciones y mediciones astronómicas de mediados de los `60 y, con mayor refinamiento, de principios de los `90 confirmarían estas predicciones. Un hermoso ejemplo del doble juego de la teoría y del experimento.

Eppure si espande

En 1938 un profesor de Cambridge le comentaba a un reciente graduado en física: "En 1926, hasta un estudiante mediocre podía realizar un trabajo importante en física fundamental. Ahora ni siquiera los muy buenos pueden encontrar problemas relevantes que resolver". Semejante sentencia de boca de Paul Dirac, uno de los padres de la mecánica cuántica, no era para dejar pasar, pensó Fred Hoyle, y decidió aplicar sus conocimientos de física nuclear a las estrellas. Y Fred Hoyle pasó a la historia de la física menos por aportar al entendimiento del Universo que por haber sido un ejemplo de cómo funciona la contraposición de argumentos, modelos e ideas en una ciencia natural formalizada. Según el físico británico Martin Rees (Universidad de Cambridge): "Hoyle, el astrofísico más creativo y original de su generación, defendió su idea científica al mismo tiempo que contribuía a las de sus teorías rivales". Lo paradojal es que esto no es una paradoja dado que la matemática es el lenguaje con el que se escribe la ciencia y el experimento, el que habilita el diálogo con la Naturaleza.

Hoyle se había especializado en el estudio de la formación, evolución y proporción de los átomos de la tabla periódica en nuestro Universo. Desde esta perspectiva, en 1948 conjeturó que vivimos en un Universo estacionario, a pesar de la expansión global, donde la inmutabilidad está sostenida por una creación continua de materia que generaría nuevas galaxias. Esta idea asaltó a Hoyle saliendo del cine luego de ver la película "La muerte de la noche", cuyo final retoma la primera escena, en un sugerido e implícito sinfín de la trama.

Durante quince años los astrofísicos confrontaron ideas, argumentos, observaciones y experimentos entre Universo en expansión y Universo estacionario. Desde su trinchera, Hoyle no escatimaba recursos mediáticos, usuales luego en la mayoría de las personalidades de trascendencia pública del siglo XXI: elocuencia, imaginación, carisma, sentido publicitario y capacidad para convencer. En 1948, en su habitual columna radial de divulgación científica, Hoyle trató de ridiculizar a la teoría del Universo en expansión de Lemaître y Gamow usando jerga callejera: así, desde hace sesenta años, el término Gran Explosión (*Big Bang* en inglés) es uno de los más repetidos fuera y dentro de la física.

En su libro "Antes del principio", Martin Rees asegura que la idea de que nuestro Universo ha estado expandiéndose desde un segundo después de su origen, específicamente desde el momento en que empezó a formarse el elemento helio de la tabla periódica, debe tomarse tan en serio como las inferencias relativas a la historia primitiva de la Tierra a partir de los datos geológicos y de los registros fósiles, pruebas igualmente indirectas e, incluso, menos cuantitativas. Sin embargo, sobre lo que le ocurrió al Universo antes de cumplir su primer segundo de vida, no es posible decir lo mismo.

¿Explosión o rebote?

La imagen de un universo actual en expansión induce a pensar que, en el pasado, todo, pero absolutamente todo, estaba más cercano, comprimido o junto. Retrotraer la expansión —*pasar la película al revés*—, en términos de la física mejor conocida por los especialistas, llevaría a una situación en la cual toda la realidad habría ocupado un volumen nulo y así su densidad de energía habría sido infinita. A los físicos, les perturba que toda la estructura del conocimiento, adquirido con esas leyes establecidas, fracase justo en ese punto que, en términos más técnicos, se denomina una *singularidad*.

Sin embargo, en su edición de agosto de 2007, la revista *Nature* publica las conclusiones del trabajo del cosmólogo alemán Martin Bojowald, que propone reemplazar la tradicional idea de la Gran Explosión por la del Gran Rebote (*Big Bounce*) para esa conflictiva etapa primigenia de un Universo con solo milisegundos de edad. Bojowald es uno de los principales referentes de la llamada Gravedad Cuántica de Bucle, una reciente aplicación de la Mecánica Cuántica a las ecuaciones de la Relatividad General, que se presenta a sí misma como el formalismo teórico capaz de sobrellevar las dificultades conceptuales que ocasiona la eventual singularidad del Big Bang. En este marco, la estructura, en algún sentido *atómica*, del tejido espaciotemporal en los primeros instantes del Universo obligaría a la gravedad a ser repulsiva, en lugar de atractiva, como ocurre hoy día, y eso motorizaría la expansión posterior. Es más, la conjetura indica que el Universo de tamaño mínimo (no nulo ya) y energía máxima de partida sería la fase terminal de otro Universo, *previo* al nuestro, que habría

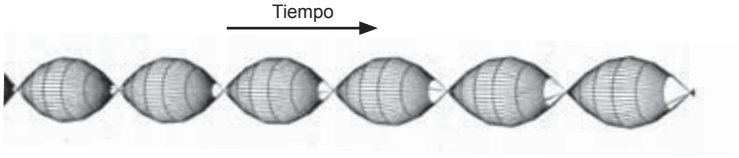
El problema del Big Bang, ¿es el problema de la Física?

Lee Smolin es un físico teórico especializado en gravedad cuántica o en la parte de la física que trabaja en combinar la teoría cuántica de la microfisica con la Relatividad General de los efectos gravitatorios de objetos astronómicos supermasivos. Esta combinación de ideas y herramientas matemáticas resultaría vital para entender la intimidad del Big Bang antes del primer segundo de vida del Universo.

Sin embargo, además de sus méritos como especialista en el tema, Smolin acaba de desatar una polémica que podría ser epistemológica si no fuera porque algunos colegas le adjudican una intencionalidad relacionada con una presunta disputa por protagonismo académico.

"Los grandes físicos de inicios del Siglo XX, Einstein, Böhr, Schrödinger, Heisenberg, Mach, Boltzmann o Poincaré, pensaban a la física teórica como una empresa filosófica: primero las ideas, luego los cálculos", explica Smolin. De todas maneras, los problemas filosóficos no habían desaparecido ni mucho menos cuando, en las primeras décadas del siglo pasado, la Mecánica Cuántica no hizo más que aumentarlos. Sin embargo, los éxitos de la física subatómica relegaron las cuestiones de los fundamentos en beneficio de una ola pragmática que tuvo, en consideración de Smolin, su clímax en la academia estadounidense de los `40 con los renombrados físicos Feynman, Dyson y Gell-Mann. Según Smolin, 'calláte y calculá', era la recomendación más frecuente a los físicos en formación de parte de sus mentores. Sin embargo, este estilo científico dio lugar a éxitos experimentales colosales, por ejemplo en física de partículas, aún con una teoría no todo lo formalmente consistente que era deseable. "Los caminos de la investigación en física que no pasaban por los fundamentos y el rigor formal solo fueron seguros mientras modelos y observaciones se alimentaron mutuamente pero, desde los '80, eso se acabó", afirma Smolin.

Por su parte, el matemático y cosmólogo inglés Roger Penrose opina: "Probablemente los problemas de la unificación de las leyes básicas y de la descripción cuántica de la gravedad en el Big Bang estén entrelazados con el de los de los fundamentos de la Mecánica Cuántica", y Smolin redobla: "Si Penrose está en lo cierto, cientos de físicos teóricos que ignoran los problemas fundacionales están perdiendo su tiempo". Pero no todo es apocalíptico para Smolin: una de las pocas ramas de la física que, en su opinión, retomaría contraculturalmente el viejo estilo de comenzar por los pilares de la teoría es la de la Computación Cuántica, tanto en su versión teórica como experimental.



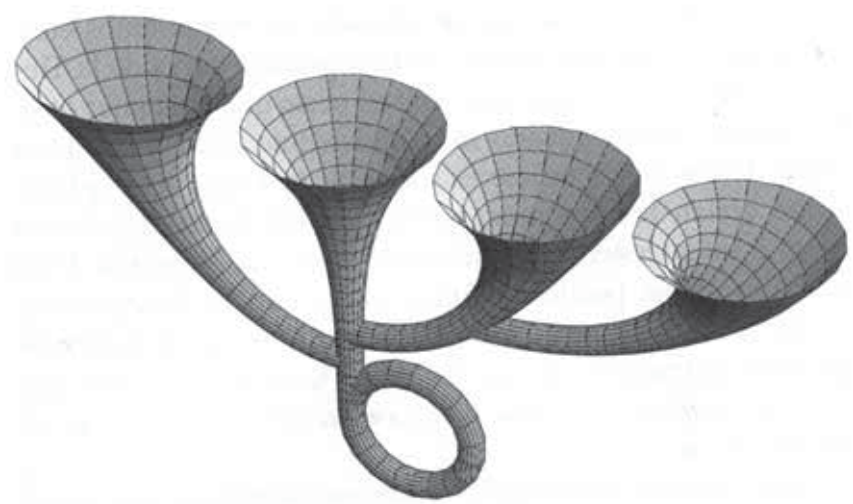
Universo oscilante: Sucesión de explosiones y contracciones de universos sucesivos.

acabado contrayéndose hasta ese extremo (Ver Figura. "Universo oscilante"). Adicionalmente, Bojowald asegura que ni siquiera podría hablarse de un *Eterno Retorno* ya que, en cada resurrección, operaría algo así como un olvido cósmico de los parámetros característicos. A diferencia de los cultores de la teoría competitiva en esos pliegues tan remotos de la realidad –la teoría de cuerdas–, Bojowald está ansioso de confrontar sus conclusiones con las observaciones que proveerá la Misión Planck (Agencia Espacial Europea) y la Antena Espacial de Interferometría Láser (NASA) que, en los próximos años, intentará testear algunos emergentes del comportamiento cuántico del Universo primitivo.

Otro modelo físico que pretende eludir la fastidiosa singularidad inicial lo aportó, a fines de los `90, Richard Gott (Universidad de Princeton), quien hipotetizó que el Universo pudo haberse creado a sí mismo. En este caso, el ejercicio de retrotraer la evolución a épocas pretéritas no llevaría a una singularidad sino a ramificaciones de un tronco común del espaciotiempo por las que evolucionarían varios universos paralelos y, aún más, a bucles cerrados que se podrían recorrer, tan eterna e ilimitadamente como un viaje sin interrupciones por el ecuador terrestre (Ver Figura: "Universo que se crea a sí mismo"). Un bucle cerrado de la estructura espaciotemporal permitiría que "el Universo sea su propia madre", según palabras de Gott. En este caso sería apropiado decir adiós a la causa primera de Tomás de Aquino, ya que cualquier suceso siempre tendrá uno que lo preceda, y al temor al infierno de las magnitudes infinitas, dado que curvando el espaciotiempo lo suficiente, según dicta la Relatividad General, no habrá necesidad de pensar en una caprichosa singularidad de partida.

Estado del arte

El profesor e investigador especialista en el tema del Departamento de Física de la FCEyN, Esteban Calzetta, explica: "Si el estado caliente y denso de los orígenes del Universo



Universo que se crea a sí mismo: Modelo en el que cada universo engendra otros universos, de modo que un bucle (una especie de rosca de Pascua) permite que un universo sea su propia madre. Es decir, no hay un punto inicial, sino un bucle.

surge de una explosión primordial, o si hay etapa previa de un universo cíclico que, en algún momento, recolapsó, rebotó y dio lugar a nuestras vidas en un mundo renacido, no hay evidencia. Sólo podemos especular. Y, en toda especulación, es inevitable la entrada de los prejuicios de cada uno."

El modelo del Big Bang es evolutivo: el Universo se expande en un sentido más profundo que el coloquial, cambia su geometría, su contenido se separa, se enfría y se diluye. Si uno pasa esta película evolutiva al revés, indefectiblemente se encuentra con una singularidad. "Si esa extrapolación es válida o no, realmente no se sabe", admite Calzetta y agrega: "es posible que la extrapolación deje de valer y haya que cambiar la física que describe ese momento."

"Hablar de Universo en expansión implica hablar en términos de física clásica: espacio tiempo curvo y temperaturas bien definidas que evolucionan, básicamente, siguiendo las ecuaciones de la Relatividad General de Einstein. Sin embargo, hubo un universo previo donde convivieron algunas manifestaciones de tipo cuántico, tal como el desbalance entre el número de partículas y antipartículas, y un entorno geométrico que los físicos podían considerar en forma clásica. Pero aun antes de este escenario, habría habido una etapa hipotética en la cual tanto la geometría como la materia obedecían leyes cuánticas, que no sabemos bien cuáles son ni disponemos de vestigios observables directos y contrastables", explica Calzetta.

Antes del primer milisegundo, probablemente la riqueza de sucesos físicos ocurridos sea inimaginable, pero la física relevante es aún motivo de especulación entre físicos matemáticos y cosmólogos cuánticos. Desde el primer milisegundo hasta el millón de años existe abundante evidencia cuantitativa y la física involucrada se comprende satisfactoriamente. Desde el primer millón de años hasta la actualidad aparecen estructuras en el Universo que son emergentes de leyes básicas pero cuya complejidad las hace muy difíciles de abordar (tanto como los problemas meteorológicos o ecológicos, por razones similares).

Sesenta años después de la provocación lingüística de Fred Hoyle en una radio londinense, que dio origen al término Big Bang, los físicos han trabajado mucho, han aprendido mucho y queda mucho por descubrir acerca de la génesis del Universo. En palabras del astrofísico de origen indio Subrahmanyan Chandrasekhar acerca de esperar un día soleado para subir al Everest y ver completa la cordillera de los Himalayas. "Ninguno de nosotros puede esperar una visión comparable de la naturaleza y del universo que nos rodea. Pero eso no quiere decir que sea mediocre o humilde permanecer en el valle inferior y esperar a que el Sol surja sobre el Kinchinjunga". |∃

DIRECCION DE ORIENTACION VOCACIONAL de Exactas

- Exactas va a la escuela: charlas gratuitas de divulgación científica y paneles de investigadores de la Facultad de Exactas en los colegios.
- Programa de Experiencias Didácticas: prácticas en los laboratorios para alumnos secundarios.
- Visitas y recorridas por los laboratorios de la Facultad.
- Charlas sobre cada una de nuestras carreras.

La Dirección de Orientación Vocacional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA organiza todas estas actividades pensadas para alumnos de los últimos años de los colegios secundarios.
Con distintas prácticas, todas ellas apuntan a difundir las carreras de ciencias entre quienes estén próximos a realizar su elección vocacional.

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

Pasión por la ecología

Científico todo terreno

Cecilia Draghi | cdraghi@de.fcen.uba.ar

Todo ser vivo –camine o no- atrae la atención de Rubén Darío Quintana, del Grupo de Investigaciones sobre Ecología de Humedales (GIEH), de la FCEyN. No importa si se halla cerca del trópico o del Polo Sur. Aquí se dan detalles de cómo es un día de campaña en sitios tan dispares.

Durante seis años vivió veranos en Primavera, la base científica argentina ubicada en la Antártida, y tiritó con temperaturas de hasta 30º C bajo cero. Allí siguió de cerca los pasos de pingüinos y tomó nota de cualquier ser vivo que se animara a echar raíces en el gélido continente. Pero no fue su único destino. A miles de kilómetros de distancia y con calor agobiante, lo aguardaban también los carpinchos en esteros y pantanos de la Mesopotamia y el delta del Paraná, para que estudiara sus rastros. Es que el doctor en biología Rubén Quintana es un científico todo terreno.

Sol abrasador o frío pétreo, un desierto blanco con tormentas de nieve, o un vergel con copiosas lluvias son los escenarios dispares que lo han tenido como observador con la misma curiosidad intacta ante la naturaleza. Y un objetivo claro desde chico: quería ir a la Antártida. “Cuando surgió esta posibilidad fue alucinante y me terminé yendo seis años seguidos. No podía dejar de ir”, recuerda.

La primera campaña fue en el verano del 90-91. La idea era participar como integrante de un grupo de ecología terrestre, "que en ese momento –aclara- no había en la Argentina", con el fin de generar información para el plan de manejo del área circundante a la base Primavera. Este lugar fue declarado por el Tratado Antártico como Sitio de Especial Interés Científico por sus excepcionales valores biológicos y, entre otras restricciones, prohíbe el ingreso de turistas. Allí, por un período de tres meses en promedio, estaría su hogar, al que nunca resultó demasiado fácil llegar.

Una de las opciones para arribar más rápido a destino es en avión de Buenos Aires a Río Gallegos. De allí se sigue a bordo de un Hércules hasta la base Marambio, de donde se continúa en barco (en ese entonces era el rompehielos Irízar, hoy en reparación tras un incendio). La navegación llega hasta donde los hielos lo permiten. Y, por último, un helicóptero hace el tramo final del buque a la costa.

"Esta es la combinación mas rápida, aunque lo de rápido siempre es relativo. A veces no se puede descender en Marambio porque la pista, que está sobre un suelo congelado, no está en condiciones de permitir un aterrizaje. En los últimos años, el frío no es tan intenso y, algunas veces, el avión no puede aterrizar o despegar si los suelos no están lo suficientemente congelados. Una vez, tuvimos que regresar hasta Buenos Aires, por las malas condiciones del tiempo", detalla.

Otro de los caminos posibles era hacer gran parte de la travesía en barco, en ese entonces a bordo del Irízar, un buque de casi una cuadra de largo. "El Irízar equivale a un edificio de varios pisos. De todos modos, por más grande que fuera, en medio de una tormenta a la altura de las islas Georgias, era una cáscara de nuez en medio de un mar embravecido", relata acerca de uno de los días quizás más largos de su vida.

"Durante horas y horas se caía todo en el barco. Estábamos alojados en enfermería y había más gente que camas. Un compañero nuestro estaba en un colchón en el suelo, y lo veíamos pasar de una punta a la otra ante el bamboleo del barco. Se deslizaba como si fuera una alfombra mágica. En un momento –describe- el buque hacía un movimiento raro, como de golpeteo. Quería saber de qué se trataba pero, por supuesto, no se podía salir a ninguna cubierta. Logré subir al puente de mando, arriba de todo. Pero las olas cubrían la proa por completo, el barco desaparecía bajo el agua, no se veía nada. Ese movimiento y ruido que me inquietaba era cuando el barco volvía a salir del agua en medio de olas enormes. Por la cara del capitán parecía que no era una tormenta más".

No faltaron vicisitudes a lo largo de las seis campañas realizadas, pero el recorrido inaugural fue especial. "El buque quedó en el medio del mar congelado. Roto el hielo alrededor del barco, todos los mamíferos que estaban por ahí abajo salieron a la superficie a respirar. Había orcas, ballenas, focas. Vi unas focas subidas a un pedazo de hielo. Las orcas querían que las focas se cayeran al agua para comérselas. Entonces esos gigantescos animales se tiraban de panza para desestabilizar el bloque de hielo. Las focas debían hacer equilibrio e ir de un lado para el otro", recuerda.

Pero todavía no había pisado el destino final. "El barco atraca bastante afuera de la costa, y sólo se observan glaciares y nieve. A la base se va en helicóptero. Y de pronto, algo que no olvidaré jamás. Ahí me di cuenta por qué le decían Primavera. El aparato en vuelo hace una curva y de golpe aparece una cosa verde brillante por los musgos y líquenes. Era un oasis en medio de tanto blanco. Y los témpanos en la caleta eran increíbles", recalca.

Si te olvidaste algo, perdiste

Al fin había llegado a destino. En realidad, el viaje empezó mucho antes de la fecha de partida. "Son campañas bastante laboriosas de preparar, porque hay que llevarse todo lo que uno necesita. Si te olvidaste algo, perdiste", define.

Más allá del equipamiento necesario, Quintana debió cumplir, antes de partir, con exámenes físicos y psicológicos para determinar si estaba en condiciones de tolerar las exigencias antárticas. "El hielo tiene sus secretos. En un glaciar, hay que tener cuidado con las grietas. También las rocas se cubren muchas veces con una capa de hielo, y uno patina. Siempre está el riesgo de quebrarse un hueso. Es un ambiente particular. A nivel psicológico es fuerte. Hay quienes no se adaptan a estar en una comunidad aislada. Algunos se angustian o reaccionan mal", indica. No faltaron casos de quienes provocaron un incendio en un rapto de desesperación.

Si bien, para algunos, estar en un clima hostil, conviviendo con uno mismo y los demás sin demasiada escapatoria, puede resultar un gélido infierno, para Quintana la Antártida era como una terapia. "Me desenchufaba de todo. El primer año coincidió con la guerra de Irak. En Buenos Aires, CNN atormentaba con las imágenes. Pero, cuando llegamos a la base, parecía otro planeta, sin televisión, ni radio, nada.

Lo único que se escuchaba era el grito de los pingüinos o de otras aves", rememora.

Mundo pingüino

En medio de un silencio raro, que, de tan profundo, tiene sonido, Quintana y su equipo de trabajo hurgaron en la vida cotidiana de los pingüinos. "Un animal adulto queda en el nido, mientras otro va al mar a alimentarse. Hicimos un seguimiento de 24 horas. Por ahí, a uno le tocaba levantarse a las 2 de la mañana, e ir a verlos. Nos poníamos en un punto donde el camino era muy, muy angosto, entonces sólo podían pasar de a uno. Y ahí, los podíamos contar. Estos animales no se asustan del ser humano, pero se aterrorizan con los helicópteros. Propusimos que no hubiera sobrevuelos en el área porque era un impacto importante sobre las aves", señala.

Se trata de una colonia de unas mil parejas de pingüinos papúas, monogámicos, simpáticos y amigables. "Las crías son curiosas. Cuando estás un rato en el hielo, vestido de naranja vienen a ver quién sos, a picotear la ropa".

Organizados para la crianza, los pingüinos, al igual que los humanos, tienen guarderías para los pequeños. Éstos quedan al cuidado de un puñado de adultos, mientras el resto va al mar en busca de alimento.

Otro hecho que atrajo su atención es la ceremonia de recambio de nido. "El pingüino que espera no se va enseguida, sino que, ante la llegada del reemplazo, lleva a cabo una serie de reverencias, y luego cada uno va al lugar que le toca. El que estaba en el nido sale, y toma su lugar el que venía del mar".

Tampoco faltan padres apabullados por las demandas infantiles. "Al principio, las crías son como pollitos. Luego son tremendos pollos, muy gordos, más que los pingüinos adultos, y les exigen a los padres que les den comida. Éstos no quieren saber nada. Es posible ver a un adulto correr y, atrás, un pollo gordo, desesperado para que le den alimento. En una ocasión, vi a un padre pingüino tirarse al agua y cruzar la laguna hasta el otro lado. El hijo no se animaba a nadar, e iba caminando bordeando la costa. Cuando por fin alcanzaba el lugar a donde estaba su padre, éste volvía a zambullirse para escaparse de los reclamos de la cría. Horas haciendo esto".

Además de estos problemas domésticos, tampoco faltan peligros, como los encuentros con leopardos marinos. "Estos depredadores esperan a los pingüinos en las inmediaciones de la bajada al mar y, cuando pueden, los atrapan. Abren su boca y casi se lo comen entero de un bocado. Son bravos. Han corrido a científicos. Hace poco –historia- en una base en las Shetlands, murió una bióloga inglesa. Le mordió una pierna, la llevó para lo profundo del mar, y la ahogó".

Un día en otro planeta

Tomar nota de todas las observaciones, leer, escribir trabajos, escuchar música, compartir juegos y ver películas en la video de la base formaba parte de la agenda cotidiana. Además de poner en práctica el sistema que reparte la limpieza de los espacios comunes.

¿Cambia la visión de la vida ir a la Antártida?

- Sí, creo que hay un antes y un después. Te abre mucho la cabeza en algunas cosas. Aprendés a convivir intensamente. Te encontrás un poco con vos mismo. Conocés uno de los lugares más lindos del planeta. Una amiga me decía: 'somos privilegiados¨. A veces, aunque tengas el dinero, no podés vivir todos esos días ahí.

En forma simultánea a las campañas antárticas, Quintana hacía su tesis sobre los carpinchos en el delta del Paraná, a casi cuatro horas de lancha partiendo desde Tigre. "Era un cambio bastante brusco pasar de la Antártida al Paraná Guazú", comenta.

¿Es amistoso el carpincho?

- Depende del lugar. En Villaguay, en Entre Ríos, como los dueños los protegían, uno podía estar a tres metros, y no se iban. En otros lugares, en que son cazados por el cuero o para comérselos, huyen despavoridos apenas te ven.

Este tipo de campaña es distinta a la antártica, pero igual suceden imprevistos. "Fuimos a hacer nuestro trabajo de campo y cuando volvimos al campamento veo con simpatía a un chanchito. Cuando nos acercamos, vemos una chancha enorme y un montón de chanchitos que salen y rajan la tela de la carpa. Se habían comido todos los víveres. Hasta las latas dejaron mordidas", relata.

Más que observaciones directas, Quintana busca signos del carpincho, como huellas, heces, comederos o senderos. Del estudio realizado de las heces se dedujo la dieta del animal.

Hoy sigue realizando trabajos de campo en zonas de humedales, como Iberá, en Corrientes, o el Delta del Paraná. Los mosquitos, el calor agobiante o el frío que cala los huesos en invierno son sus compañeros de tareas. Su oficina queda en un rincón de la naturaleza, y no la cambia por nada en el mundo. ⊢∃

Realismo científico (Primera parte)

Gregorio Klimovsky | Guillermo Boido

En este artículo, los autores se centran en la polémica filosófica acerca de si las teorías científicas dicen o no algo sobre el mundo, y analizan diferentes posturas frente a la "realidad" de las entidades teóricas, aquellas que no son directamente observables.

Ya en el primer artículo de esta serie (véase *Exactamente* Nº 36, "¿Tiene problemas filosóficos la ciencia?") mencionamos la polémica entre aquellos que sostienen una posición *realista* a propósito de las teorías científicas y quienes adoptan un punto de vista *antirrealista*. Presentemos ahora el problema desde otra perspectiva. En la investigación científica aparecen hipótesis y teorías que, además de referirse a entidades *observables*, mencionan también entidades *inobservables* o *teóricas*, tales como campos electromagnéticos o partículas elementales. Para referirnos a las primeras, hablamos de *términos observacionales* (o empíricos), y para hacer lo propio con las segundas, de *términos teóricos*. Ninguna ciencia llega a un nivel explicativo importante si no emplea términos teóricos; por ello, la modesta ley de Boyle (que menciona sólo términos empíricos) es mucho menos poderosa en cuanto a poder explicativo que la teoría cinética de los gases (que además de términos observables incluye otros que son teóricos, tales como "moléculas", "velocidad de las moléculas", "energía cinética promedio por molécula", etcétera).

Las preguntas que desencadenan el problema del realismo son tales como: *¿existen* las entidades teóricas? Es decir: los términos teóricos ¿denotan *algo* que se encuentra en la realidad? ¿O son meros *rótulos* vacíos de significado? Los *realistas* darán respuesta afirmativa a las dos primeras preguntas; los *antirrealistas* lo negarán y dirán que, por el contrario, los términos teóricos carecen de significado o referencia, es decir, sólo aceptarán una respuesta afirmativa a la tercera pregunta. Es evidente que, desde el punto de vista filosófico, lo que aquí está en juego es la eventual relación existente entre las teorías científicas y el mundo al que se las pretende aplicar. Los realistas dirán que las teorías, al menos en cierta medida, aspiran a describir *cómo es* el mundo. Los antirrealistas afirmarán que dicha pretensión es temeraria, utópica. El filósofo Ian Hacking, con humor, presenta el problema del siguiente modo: "El realista científico dice que los mesones y muones son tan "nuestros" como los monos y las albóndigas. Todas esas cosas existen. [...] El antirrealista discrepa. Podemos conocer el comportamiento fenoménico de las albóndigas y los monos, pero hablar de muones es cuando mucho una construcción intelectual para la predicción y el control [de la naturaleza]. Los antirrealistas acerca de los muones son realistas respecto de las albóndigas".

Existen muchas posiciones antirrealistas, algunas de las cuales, desde posturas extremas, llamadas genéricamente *relativistas*, sostienen que las teorías son meros discursos dependientes del contexto histórico, y que los cambios de teorías con el transcurso del tiempo serían simplemente cambios de discurso, cada uno de los cuales, para una época y un grupo social determinado, hablarán de "mundos" distintos e incompatibles entre sí con igual legitimidad. Esta tesis, desarrollada en la segunda mitad del siglo XX, es francamente discutible. Por ello nos limitaremos a considerar una posición antirrealista más moderada, llamada *instrumentalista*. El instrumentalista sólo aceptaría la realidad de *lo observable*, pero afirma que la ciencia no puede ir más allá. Por tanto, no admite que los términos teóricos se refieran a *algo*, y los considera meras ficciones de utilidad que permiten predecir nuevos fenómenos a partir de otros ya conocidos: las teorías serían, por tanto, solo *instrumentos* que nada dicen acerca de la realidad pero que son indispensables para la predicción de sucesos que acontecen en la naturaleza y en la sociedad. Ambas posiciones admiten la capacidad de predicción de las teorías, en particular porque una predicción precisa hace factible la aplicación de la ciencia a la tecnología. Pero aquí terminan las pretensiones del instrumentalista, mientras que el realista va aún más allá al afirmar que las teorías hablan (o al menos pretenden hablar) acerca del mundo real.

La polémica filosófica acerca de si las teorías científicas nos dicen o no algo acerca de la realidad tiene una larga historia y sigue siendo asunto central en la filosofía de la ciencia actual. En el próximo número ofreceremos algunos ejemplos históricos ilustres a propósito de la controversia y, a la vez, ciertos argumentos que se pueden esgrimir en favor de la posición realista o bien, por el contrario, de la tesis opuesta. |∃

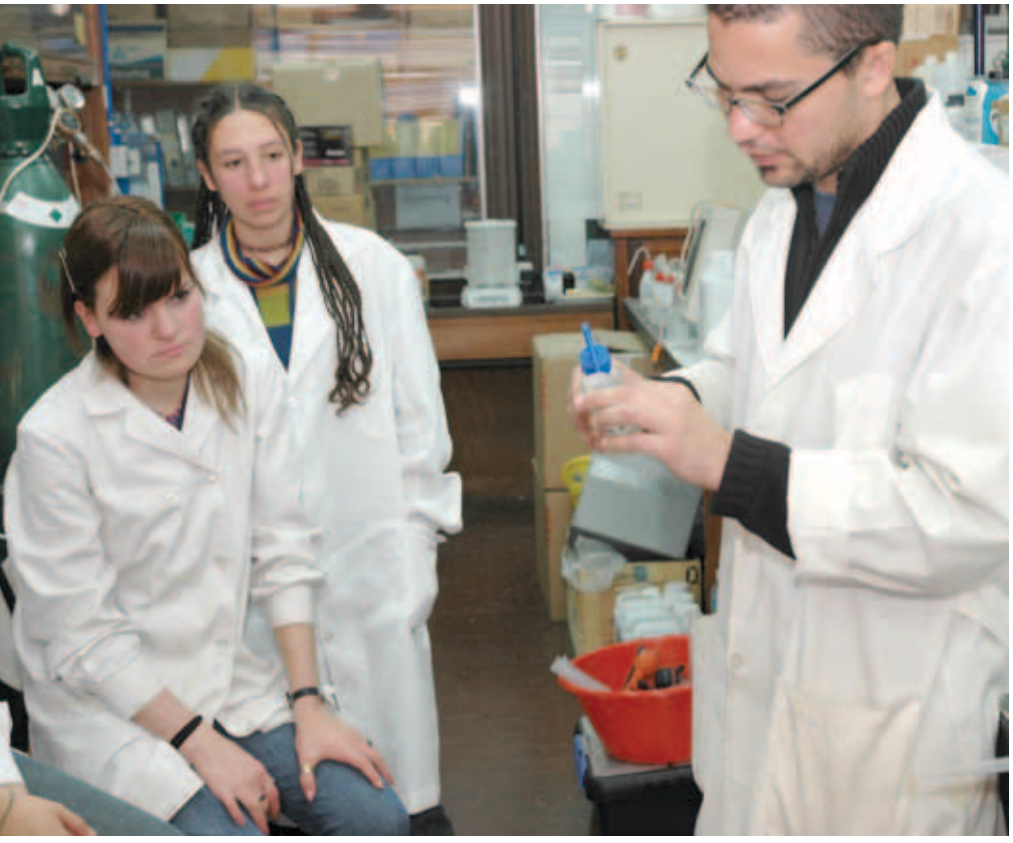
En este grabado alemán del siglo XV, el personaje parece asumir la posición del realista: más allá de lo observable (el Sol, la Luna, los árboles), es posible acceder a la "maquinaria que hace andar el universo" que se ve a la izquierda.

2008, año de la enseñanza de las ciencias

De Exactas al colegio

Por Armando Doria | mando@de.fcen.uba.ar

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales tiene ejercicio en la vinculación con la escuela media. Para sumarse al año de la enseñanza de la ciencia, la propuesta es integrar los nuevos proyectos –como Ciencia en Marcha o Red de escuelas– con los tradicionales –Semanas de las Ciencias, Experiencias Didácticas– en un solo programa que permita optimizar la llegada a los docentes y alumnos del colegio secundario.



El término *leit motiv* se suele utilizar para definir una recurrencia que cumple la función de eje temático en una composición. El gobierno nacional decidió que un *leit motiv* de su gestión pública pase por la ciencia y lo puso de manifiesto con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y, además, con la designación de un científico destacado como Lino Barañao al frente del mismo. En ese marco puede leerse la designación de 2008 como "Año de la enseñanza de las ciencias"

Si bien el año de las ciencias empezó hace rato (el 1ro de enero), la mayor parte de las instituciones referentes del sistema científico todavía no usaron los bombos y los platillos para realizar anuncios. De hecho, la mayor parte, por ahora, se los guarda.

Por su parte, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales rompió el hielo e hizo el lanzamiento público de su propuesta, enmarcada en lo que se dio a llamar "Programa de enlace escuela, ciencia y universidad".

El Programa contempla actividades novedosas y otras que llevan varios años de trayectoria y ya se convirtieron en clásicos. "El programa busca, en primer lugar, organizar todas las actividades que se realizan en Exactas en un marco institucional con el objetivo de darle mayor coordinación, coherencia e impacto", explica el decano Jorge Aliaga.

Público en general, docentes y alumnos secundarios son los destinatarios que prevé el programa y, por lo tanto, son múltiples sus estrategias de aproximación. "Proyectamos llegar a los destinatarios mediante actividades de popularización y divulgación de la ciencia, alfabetización científica y orientación vocacional", indica Aliaga y explica que la "popularización" refiere a la "difusión de información clave sobre

la ciencia, que es necesario poner a disposición de la comunidad", y la "alfabetización" es una tarea educativa que consiste en buscar que "los ciudadanos adquieran y manejen el pensamiento científico". Y en todas las instancias de intervención está presente, como telón de fondo, el objetivo de promover las carreras de la Facultad.

La situación nacional

La educación es el baluarte del futuro nacional y la ciencia es el motor imprescindible para el desarrollo de un país: dos frases marmóreas que, habitualmente, se derraman de la boca de la dirigencia política. Y la falta de acción seria y concreta durante décadas convirtió a la educación, más que en un recurso ilimitado y poderoso, en una "problemática".

El año pasado, la denominada Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, creada por el Ministerio de Educación, presentó su informe de situación; un informe, por supuesto, negativo y lleno de urgencias. Además del diagnóstico -dadas las funciones de la Comisión- el informe incluye recomendaciones con metas puntuales para revertir la situación.

"Cuando en noviembre de 2007 estábamos terminando de delinear los nuevos proyectos y el marco general del programa de enlace, se conoció el informe elaborado por la Comisión convocada por el Ministerio de Educación, en la que trabajaron varios docentes de Exactas", comenta Aliaga. Asimismo, indica el decano que, al ver el informe, advirtió una "enorme coincidencia entre el diagnóstico y propuestas que se presentaban y nuestras acciones tradicionales y proyectos". Más tarde, cuando el gobierno nacional dispuso que 2008 fuera el año de la enseñanza de las ciencias, "decidimos aprovechar el momento y hacer un lanzamiento integrador que diera más relevancia a la iniciativa".

Tarea de años

Si hablamos de llegada a la escuela media, Exactas tiene mucho para contar. Como ejemplo, la revista EXACTA*mente* se encuentra en circulación desde 1994. Esta publicación de divulgación científica tiene su principal destinatario en los docentes secundarios (llega en forma gratuita a 1500 escuelas de nivel medio y 100 profesorados) y, en todos estos años, ha tenido muy buena recepción.

Las Semanas de las Ciencias son otro de los hitos de la popularización del conocimiento. Cada disciplina tiene su semana anual en la que los departamentos docentes se abren a los colegios, y cientos de alumnos y docentes presencian charlas, participan de actividades interactivas y hacen recorridos por los laboratorios. Todos los años, las semanas reúnen unos 12 mil alumnos y 400 docentes.

La Dirección de Orientación Vocacional de Exactas también concretó una serie de propuestas que ya son un clásico, como las Experiencias Didácticas, donde estudiantes de los últimos años del secundario investigan en los laboratorios, junto a los científicos, o el programa Científicos por un Día, en el que los chicos pasan, durante una jornada, por las distintas instancias que involucra la investigación científica, abordando un objeto de estudio desde la óptica de distintas disciplinas.

Por su parte, tanto los departamentos docentes como el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC) llevan adelante proyectos relacionados con la difusión y la enseñanza de las ciencias. Una señera y otra de reciente creación, las Olimpíadas Argentinas de Química y la de Ciencias de la Tierra, que se realizan a través de los departamentos correspondientes, son también actividades de importancia en la vinculación con la educación media.

Desde el 2006, la Facultad integró las propuestas relacionadas a la educación y difusión de la ciencia en un área nueva, la de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media, que depende de la Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar (SEGB). El nuevo secretario adjunto de la SEGB es el biólogo Leonardo Zayat, quien expresa que el programa de enlace "es un reflejo de esta política unificada que nos facilita la comunicación con los actores externos e internos. Entre los objetivos de nuestra gestión se encuentran, por un lado, aumentar la cantidad de destinatarios que intervienen en las actividades y, por otro, incentivar la participación de un mayor número de estudiantes, graduados y profesores de la Facultad", indica Zayat, que intenta que Exactas "esté cada vez más presente fuera de los límites de Ciudad Universitaria". A su vez, considera que Exactas "tiene mucho para aportar en lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias".

Al respecto, el decano Aliaga coincide en que "una de las contribuciones más importantes que podemos hacer es trabajar para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias. Puede pensarse que, si el país necesita más científicos, la solución es cambiar la perspectiva que tienen los estudiantes sobre la ciencia. Pero, en realidad,

aun para aquellos alumnos que no pisarán jamás esta Facultad, tener una mentalidad formada a través del pensamiento científico es un cambio que impactará en su futura inserción como ciudadano".

Lo nuevo: las escuelas en la mira

A la hora de articular un programa con actividades específicas para el mejoramiento de la enseñanza y la percepción de la ciencia, la Facultad no sólo sumó las propuestas tradicionales sino también otras recién nacidas, entre ellas, Ciencia en Marcha, Red de Escuelas y un programa de adaptación a la Facultad para los ingresantes al CBC.

Ciencia en Marcha es una propuesta itinerante en la que un equipo de científicos y educadores llega a una escuela para convertirla durante una semana en la base de operaciones. El proyecto, que se encuentra en sus comienzos, incluye actividades interactivas para alumnos, docentes y la comunidad en general, y se realiza en forma conjunta con el Ministerio de Educación y el de Ciencia.

De acuerdo con el análisis de Zayat, "hay muchas escuelas que tienen muy buena recepción para este tipo de iniciativas y, en particular, varias de ellas participan de nuestras actividades desde hace varias temporadas. Nuestro objetivo es que cada vez más escuelas conozcan lo que Exactas tiene para ofrecerles y puedan acercar a sus alumnos y docentes. Esperamos que el año de la enseñanza de las ciencias contribuya a incrementar el interés de las escuelas en vincularse con la Facultad". Asimismo, destaca que, "por razones obvias, tenemos especial interés en priorizar la participación de las escuelas públicas. En este sentido, el proyecto de Red de Escuelas prevé la formación de una red de 20 escuelas públicas de la Ciudad de Buenos Aires y los dos primeros cordones del conurbano en las que la Facultad se propone mejorar la enseñanza de las ciencias a través de una batería de herramientas".

El programa Red de Escuelas tiene como objetivo central generar un polo de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias e inserción universitaria en un grupo de colegios distribuidos en el Área Metropolitana. En concreto, los docentes, graduados y estudiantes de la Facultad participarán en tareas de capacitación de profesores de ciencias y en orientación vocacional e inserción universitaria. "El concepto de ´red´ -explica Zayat- tiene que ver con que las experiencias que tengan lugar en una escuela podrán ser replicadas en otras durante el período de desarrollo del programa. Además, si logramos alcanzar los objetivos satisfactoriamente, en una segunda etapa, el tamaño de red aumentaría". Como dato destacado, Red de Escuelas contempla un plan de tutorías y becas durante el CBC para cumplir objetivos de inclusión e inserción universitaria.

Cómo se lleva adelante

El "Programa de enlace escuela, ciencia y universidad" agrupa las iniciativas de popularización y articulación promovidas desde la gestión de la Facultad y coordinadas en su mayoría desde la SEGB, siempre con la colaboración de docentes e investigadores de la Casa.

Para poder establecer y desarrollar un proyecto como el actual, es necesario contar con personal y, en el caso de que no se pretenda un voluntariado, con presupuesto. "De todas las actividades que estamos impulsando desde la SEGB, hay dos que aún no tienen financiamiento asegurado: Red de Escuelas y el Programa de Ingresantes", explica Aliaga. Respecto del primero, sostiene que "hace un año que estamos trabajando en su financiamiento, porque es muy ambicioso. Creemos que puede tener un éxito importante, pero no se puede hacer con voluntarismo". Respecto del Programa de Ingresantes, que puede significar un impacto inmediato sobre la matrícula, indica que, "si bien todavía se encuentra en una etapa de evaluación, "no sería tan costoso".

Pese al tiempo transcurrido, el decano guarda esperanzas: "pensamos que podemos tener la seguridad del financiamiento durante el próximo mes. Siendo 2008 el año de la enseñanza de las ciencias, estoy seguro que de alguna forma se va a conseguir".

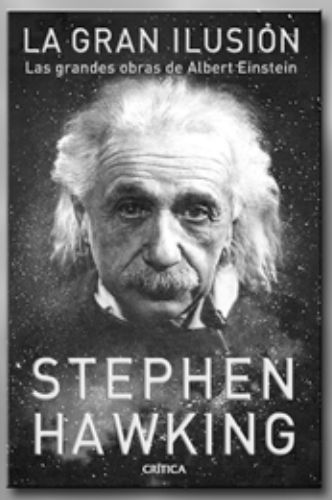
Todas y cada una

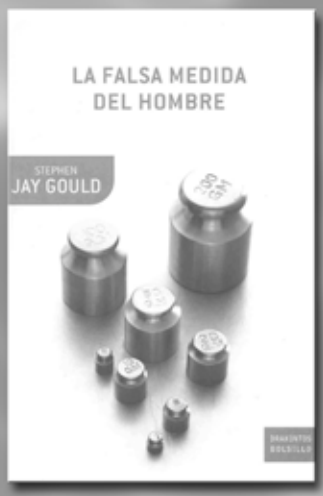
Las actividades que se enmarcan dentro de las propuestas para el año de la enseñanza de las ciencias son las siguientes:

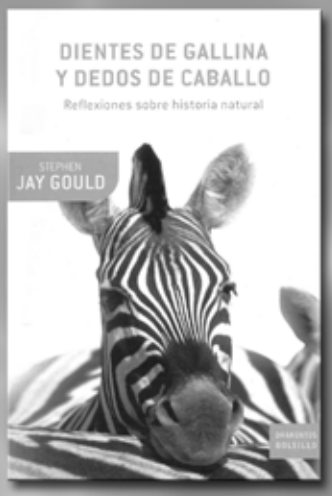
- Revista Exactamente
- Semanas de las ciencias
- Divulgadores
- Exactas va a la escuela
- Talleres de Ciencia
- Científicos por un día
- Investigando a los científicos
- Experiencias didácticas
- Ciencia en marcha
- Red de escuelas
- Programa ingresantes
- Olimpíadas Argentinas de Química
- Olimpíadas Nacionales de Cs. de la Tierra
- Actividades departamentales
- Actividades del CEFIEC

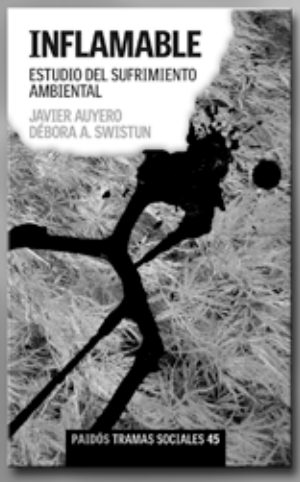
En la entrada "Año de la enseñanza de las ciencias" de la página web de la Facultad http://exactas.uba.ar se encuentra la descripción y alcance de cada una de las actividades, lo mismo que la información para contactar a los responsables de cada una de ellas.

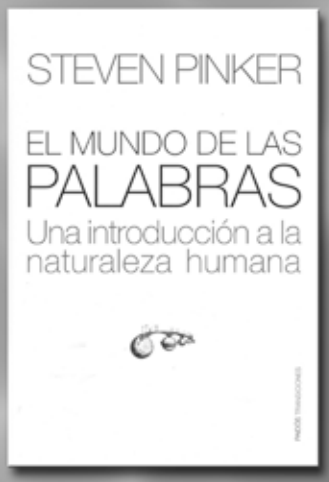
ciencia y cultura

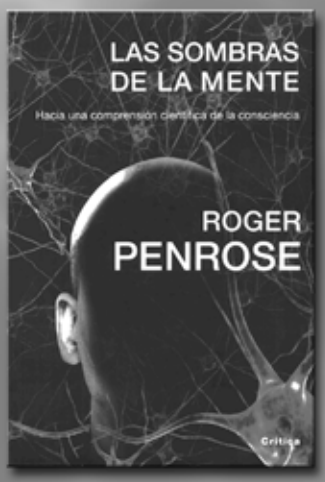


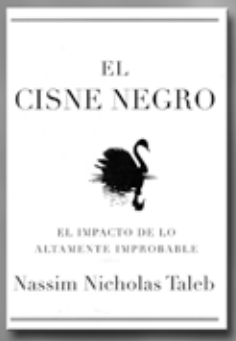












Encuentre los libros de ciencia en todas las librerías del país.

AREA PAIDOS Editorial Ariel CRÍTICA PAIDÓS Grupo Planeta

Defensa 599 - 1º piso • Tel: (54 11) 4331-2275 • difusion@areapaidos.com.ar

¿Qué es la sensación térmica?

Responde la doctora Claudia Campetella, investigadora en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la FCEyN.

La sensación térmica (ST) es un valor objetivo que representa la temperatura que siente nuestro cuerpo ante un determinado ambiente, caracterizado principalmente por la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. En otras palabras, depende de la relación entre el calor que produce el metabolismo del cuerpo y el que éste disipa hacia el ambiente. Si es mayor el primero, la sensación es de calor; si es mayor el segundo, la sensación es de frío.

Las variables que intervienen en el cálculo tienen diferente peso según se trate del invierno o del verano. En los meses fríos, el factor más importante es la velocidad del viento, y se calcula para temperaturas inferiores a 10º C y vientos superiores a 6 km/h. La pérdida de calor del organismo es tanto mayor cuanto mayor es la diferencia entre la temperatura de la piel (32º C) y la temperatura del ambiente. Esta diferencia se concentra en una capa de aire que rodea al cuerpo, y que posee sólo algunos milímetros de espesor, llamada capa límite.

La transferencia de calor hacia el ambiente se realiza por dos mecanismos: radiación y convección.

Cuando hay viento, la capa límite es removida en forma constante, dejando la piel más expuesta a la temperatura ambiental. Nuestro cuerpo "gasta" tiempo y energía para calentar otra capa de aire, que luego será removida nuevamente. Como consecuencia de esto, puede disminuir la temperatura de la piel y el cuerpo sentirá más frío. Para llegar a la fórmula final en el cálculo de la ST se tiene en cuenta, entre otros factores, un prototipo de rostro humano (que es la parte expuesta al aire), la transferencia de calor, así como la resistencia térmica de la piel, y se asume que la persona está en movimiento.

Durante los meses cálidos, cobra importancia la humedad relativa. Cuando ésta es elevada, el valor de la ST excede al de la temperatura del aire. En este caso la ST cuantifica la dificultad que el organismo encuentra para disipar el calor producido por el metabolismo interno, y la incomodidad asociada con una humedad excesiva. La evaporación del sudor es el principal mecanismo que tiene nuestro cuerpo para disipar calor. Cuando la humedad relativa es elevada, la tasa de evaporación es menor y por lo tanto aumenta la sensación de incomodidad. En verano, la ST es mayor a la temperatura cuando ésta supera los 26º C y la humedad relativa es mayor al 40%. En tanto que, cuando la humedad relativa es menor, aumenta la evaporación y por lo tanto nuestro cuerpo pierde calor y la ST disminuye.

El viento también se incluye en los cálculos, pero, según su velocidad, puede aumentar o disminuir el valor de la ST. Si esta velocidad supera los 10 km/h, la ST tiende a aumentar levemente, y disminuye si la velocidad es menor.

¿Cómo cambia de color el camaleón?

Responde el doctor Enrique M. Rodríguez, investigador del Conicet y profesor en el Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la FCEyN

Los camaleones son reptiles, en general de pequeño tamaño, que poseen la notable habilidad de cambiar rápidamente de color en distintas situaciones. Si bien los niveles de luz, la tonalidad del entorno y la temperatura influyen en la coloración de estos animales, trabajos recientes indican que los rápidos cambios de color de los camaleones, mediados por el sistema nervioso, se relacionan principalmente con la comunicación social dentro de la misma especie. Así, se ha visto que una coloración azulada o púrpura está relacionada con el cortejo, mientras que, cuando el camaleón expresa una coloración amarillenta o rojiza, le advierte a sus congéneres que está dispuesto a dar batalla por el alimento u otros recursos.

La diferente coloración que pueden adoptar estos animales está dada por células cargadas de pigmento, denominadas cromatóforos y ubicadas en la dermis. Existen distintos tipos de cromatóforos dérmicos; en una primera capa están presentes los xantóforos y eritróforos, que contienen pigmento amarillo o rojo, respectivamente. Por debajo de éstos, se encuentran los iridóforos, que poseen guanina, sustancia que refleja longitudes de onda correspondientes al azul. Estas células se encuentran a su vez rodeadas por melanóforos, que poseen el pigmento oscuro melanina. Mediante la migración por microtúbulos, todos estos pigmentos pueden expandirse o contraerse dentro de las células, aumentando o disminuyendo de esta manera la superficie coloreada. Por diferentes combinaciones de los pigmentos que se expanden o contraen en un momento determinado, el camaleón consigue una rica paleta cromática en su superficie corporal. Por ejemplo, si los pigmentos amarillos se encuentran expandidos, y al mismo tiempo la melanina cubre los iridóforos, la coloración neta será amarillenta, pero si la melanina se contrae, permitiendo que se refleje luz azul desde los iridióforos, el resultado será una coloración verdosa. Entre las combinaciones posibles de estos pigmentos se consiguen incluso tonalidades ubicadas en el ultravioleta, invisibles al ojo humano, pero perfectamente visibles para los camaleones.

Las enseñanzas del Maestro Ciruela

Síndrome *nerd*

Tengo una manía (una tara, si prefiere..., no me ofendo). Consiste en estimar compulsivamente: voy caminando por la calle y, sin pensarlo ni quererlo, me pongo a estimar el volumen del edificio de enfrente, o la aceleración de un colectivo, o el costo de reposición de esas veredas, o cualquier cosa que termine en una cantidad... Usté me entiende.

Por lo que tengo averiguado, no soy el único al que le pasa. Mayoritariamente le ocurre a los físicos, matemáticos y, en alguna medida, a ingenieros y arquitectos. No es necesario tener el título en la pared... se lleva adentro. Seguramente es parte del síndrome *nerd*, lo cual, no es un padecimiento.

Es cierto que suele provocar risa y no pocas veces es motivo de burla. Hace tiempo, viajando de Puerto Mont a Ancud, mientras esperábamos la embarcación a la isla, tuve la feliz idea de deducir en voz alta la cantidad de transbordadores que hacían la travesía cuando la demora entre uno y otro era de 25 minutos. Desde entonces, cada vez que me sustraigo pensativo en la calle, mi esposa me pregunta bajito ¿gordo... cuántos transbordadores?

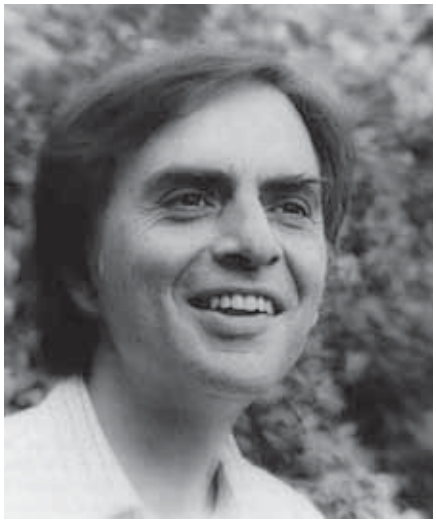
Lejos de molestarme, reparo en que grandes descubrimientos de la ciencia se hicieron porque sus autores tenían la misma compulsión y sabían aprovecharla. El universo se nos presenta enormemente configurado en relaciones entre cantidades. Quien no cuente, quien no se haga una idea somera sobre cantidades, quien no advierta las proporciones... se pierde la cara más visible del universo.

Por eso yo siempre les hago hacer a mis apreciados estudiantes ejercicios de estimaciones: ¿cuánto puede valer la constante elástica de un resorte de suspensión de un automóvil? ¿A cuánto equivaldrá el área de piel de un adulto humano? ¿Qué cantidad de agua cabría en la cancha de River?

-¿Por qué no de Boca? -me respondió irrespetuosamente en una oportunidad un mocoso demasiado ignorante- Mire, muchacho... yo sé que usted me quiere llevar al terreno de las groserías, pero no lo va a conseguir. Sepa que todo tiene su explicación didáctica: yo ya estimé que su promedio no alcanzaría para aprobar el curso, de modo que pretendo que se vaya familiarizando con el barrio, porque seguramente va a tener que pasar varias vacaciones por acá, mientras sus compañeros descansan en la playa.

¡Habráse visto!

La Frase memorable



"Vivimos en una sociedad profundamente dependiente de la ciencia y la tecnología y en la que nadie sabe nada de estos temas. Ello constituye una fórmula segura para el desastre. "

Carl Sagan

SEMANAS DE LAS ciencias

FACULTAD de CIENCIAS EXACTAS y NATURALES
Secretaria de Extensión, Graduados y Bienestar

CALENDARIO 2008

- **Semana de la MATEMÁTICA:** 8, 9, 10 y 11 de ABRIL
- **Semana de las CIENCIAS DE LA TIERRA:** 14, 15 y 16 de MAYO
- **Semana de la FÍSICA:** 3, 4, 5 y6 de JUNIO
- **Semana de la COMPUTACIÓN:** 3, 4 y 5 de SEPTIEMBRE
- **Semana de la QUÍMICA:** 1, 2 y 3 de OCTUBRE
- **Semana de la BIOLOGÍA:** 28, 29, 30 y 31 de OCTUBRE

Las actividades se realizan en el Pabellón I y II de Ciudad Universitaria.

Para mayor información comunicarse al Tel: 4576-3337/3399. int. 47

Por correo electrónico:
semanas@de.fcen.uba.ar
http://exactas.uba.ar

Primeras Olimpíadas Nacionales de Ciencias de la Tierra

Este año se lanzan las Olimpíadas Nacionales de Ciencias de la Tierra, que organiza la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. El objetivo inmediato es promover y mejorar la enseñanza y aprendizaje de la geología, la meteorología y la oceanografía en las escuelas y colegios de la Argentina. De esta forma se espera despertar y desarrollar en los alumnos el interés por la problemática científico-ambiental, que abarca tanto el aspecto esencialmente científico del conocimiento de la Tierra como los aspectos de la conciencia social en cuanto a su cuidado.

El programa también se ocupará de seleccionar representantes argentinos para su participación en las competencias internacionales.

Lo que se espera es vincular a las personas que tienen como interés común las ganas de obtener conocimientos relacionados con las ciencias de la Tierra, compartir experiencias, fomentar el intercambio de información, ideas y trabajos. Fundamentalmente, crear lazos de amistad.

Los temas que se abordan en la Olimpíada son los relacionados con el mar, la tierra y la atmósfera. En lo que se refiere al mar y la atmósfera, se incluyen: cambio climático, corrientes marinas, la hidrología y sus aplicaciones, ciclones y anticiclones, tormentas severas, tornados, huracanes, entre otros. En cuanto a las ciencias de la tierra, los tópicos abarcan: volcanes y sus productos, terremotos y peligrosidad sísmica, levantamiento de montañas, movimiento de los continentes, tectónica de placas, rocas y minerales de aplicación, yacimientos petroleros y minerales metálicos, historia de la vida sobre la Tierra, paleontología, entre muchos otros.

Información: http://www.oact.fcen.uba.ar/

El Conicet cumplió medio siglo, y estrena presidenta

El 5 de febrero se cumplieron los primeros cincuenta años del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Ténicas (Conicet). El mismo día, en 1958, un grupo de pioneros encabezado por el doctor Bernardo Houssay -que una década antes había recibido el Premio Nobel- fundaba la institución que transformaría totalmente la actividad científica en el país. El objetivo era profesionalizar la carrera del científico, es decir, demostrar que la investigación era una profesión y que se podía vivir de ella.

Las doce personalidades convocadas por Houssay para formar el primer directorio -que incluía a Luis Federico Leloir (más tarde, también premio Nobel), Eduardo De Robertis, Eduardo Braun Menéndez, Lorenzo Parodi, Ignacio Pirosky, Rolando García, Alberto Sagastume Berra, Venancio Deulofeu, Félix González Bonorino, Humberto Ciancaglini, Alberto Zanetta, y Fidel Alsina Fuentes- dieron el puntapié inicial a un organismo que hoy está integrado por 5216 investigadores, 2700 técnicos y 123 centros de investigación en los que se producen anualmente 6000 trabajos publicados en revistas especializadas.

El Conicet nació en un momento en que los consejos de investigación eran considerados una necesidad. Antes existía la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, obra del periodista Carlos Silva, que había sido creada por un grupo de profesores de la Facultad de Ciencias Exactas en un bar de la avenida Callao. Hasta 1962 llegó a dar 48 becas. Desde 1951 hubo un Consejo Nacional de Investigaciones Técnicas y Científicas, que desapareció en 1955.

Actualmente, entran al Conicet unos 1.700 becarios por año, y también entran investigadores, porque se descongeló la planta. Sin embargo, el crecimiento edilicio está retrasado: faltan por lo menos 150.000 metros cuadrados de laboratorios, cuyos planes ya fueron presentados.

Una mujer en la presidencia

La nueva presidenta del Conicet es Marta Rovira, doctora en Física, egresada de Exactas. Fue directora del Instituto de Astrofísica y Física del Espacio. Es la primera mujer que alcanza el escalón más alto de este organismo.

Mujeres en ciencia

Ana Belén Elgoyhen, investigadora independiente del Conicet y profesora de la Facultad de Medicina de la UBA, fue una de las cinco científicas, que recibieron en Paris el Premio L'Oréal-Unesco 2008 para las Mujeres de Ciencia. El lauro se debió a "su contribución a la comprensión de los fundamentos moleculares de la audición". Este premio, instituido en 1998, se otorga anualmente a una representante de cada continente. Cada laureada recibe 100.000 dólares.

"Recibo este honor, pero debo compartirlo con quienes pusieron amor, tiempo, conocimiento y recursos que me hicieron llegar a este lugar, como mujer y como científica: el colegio Santa Catalina, la Universidad de Buenos Aires, el Instituto Salk de Estados Unidos, el Conicet -que todavía nos da identidad a los científicos argentinos-, mis colegas y amigos del Ingebi y de la Facultad de Medicina, que hacen el trabajo diario más simple y disfrutable, mis colaboradores externos, y mi familia: tengo el privilegio de que hoy esté aquí conmigo", afirmó Elgoyhen al recibir la distinción en la sede de la UNESCO en París de manos de Koïchiro Matsuura, Director General de la UNESCO, y Sir Lindsay Owen Jones, Presidente de L'Oréal.

Elgoyhen recibe la distinción de manos de Matsuura y Owen-Jones Foto: Christian Fournier/ Gentileza L´Oreal

Es la segunda vez que una científica argentina recibe el premio por América Latina. Asimismo, en la categoría de "Becadas Internacionales", fue seleccionada Carolina Trochine, investigadora radicada en Bariloche y dedicada al estudio de la calidad acuífera de los lagos del sur. La beca es de 40.000 dólares

Con motivo de conmemorarse la primera década del premio, las 52 científicas galardonadas en estos diez años firmaron un acta de compromiso de diez puntos, entre los que figuran la promoción de la investigación, el apoyo a las mujeres jóvenes y la promoción de la ciencia en beneficio del progreso.

Premio al Periodismo Científico

El ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, el doctor Lino Barañao, acompañado por la secretaria de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, la doctora Ruth Ladenheim, encabezó la ceremonia de entrega del "Premio Nacional al Periodismo Científico 2007", llevada a cabo el viernes 25 de abril en el Salón Ramón Carrillo del MinCyT.

Los trabajos ganadores fueron seleccionados por un jurado constituido por periodistas científicos de reconocida trayectoria: Nora Bär, Alejandra Folgarait, Diego Golombek, Guillermo Lobo y Leonardo Moledo.

El certamen estuvo dividido en cinco categorías: gráfica, televisión, radio, web e inéditos. En el rubro "radio", fue premiado el periodista Gabriel Stekolschik, del Centro de Divulgación Científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Eudeba cumple años

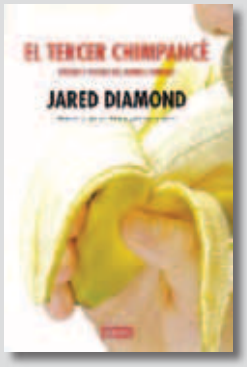
En abril de 1958 nació Eudeba, por decisión del rector Risieri Frondizi y del Consejo Superior de la UBA. *Libros para todos* fue el eslogan de su creación, y sin duda los objetivos trascenderían a toda la sociedad.

Los editores elegidos para el proyecto fueron Arnaldo Orfila Reynal y Boris Spivacow, "los mejores, que construyeron con tal solidez los cimientos de Eudeba que permitieron que la editorial sobreviviera 50 años en un país que no se caracteriza por la duración de los emprendimientos", señala Leandro de Sagastizábal en su libro *50 años de libros para todos*.

La propuesta, que aún se mantiene, preveía la edición de tratados, manuales, series sobre didáctica y educación, obras de consulta, de teoría e investigación, extensión cultural de textos clásicos y literatura americana, y una colección de divulgación.

El tercer chimpancé

Origen y futuro del animal humano
Jared Diamond
Barcelona, 2007
Debate, 543 páginas



Sobre el origen de la humanidad se han escrito mares de tinta. Los hallazgos se apilan, se superponen; la información es cada vez más vasta; y día a día más disciplinas se suman a las mismas discusiones. Se hacía necesario un libro como éste en el que Jared Diamond –con visión abarcativa y una agudeza arrasadora- pasa en limpio todo el caótico fárrago de conocimiento acumulado sobre el origen de nuestra especie.

En un texto francamente multidisciplinario Diamond no cesa de extraer conclusiones: una tras otra, cada una más provocativa que la anterior. El poder de síntesis y la claridad expositiva ayudan a recuperar el sentido cabal de tanta información, su verdadero significado.

Con un fuerte acento en los aspectos más humanos -del animal que somos-, el autor dedica capítulos asombrosos al origen de la lengua, a la aparición de nuestro singular ciclo sexual reproductivo, a los posibles cometidos del arte, al dudoso beneficio de la agricultura, al indudable apego a las drogas. Un lugar especial reciben el ansia conquistadora, la recurrencia del genocidio, y la capacidad de destruir el medio ambiente.

El tercer chimpancé (revisado y ampliado) es la edición castellana de su primer libro, al que le brotaron tres hijos: *Por qué es divertido el sexo; Armas, gérmenes y acero;* y *Colapso.*

La mente

Introducción a las ciencias cognitivas
Paul Thagard
Buenos Aires, 2008
Katz, 381 páginas

La mente, Introducción a las ciencias cognitivas, es lo que sugiere su título: un manual interdisciplinario sobre esta nueva ciencia en la que convergen tantas disciplinas diferentes. Psicología, biología, neurología, genética, filosofía, computación, lingüística, antropología y algunas otras; en la intersección de todas ellas florece esta nueva disciplina que reclama su lugar propio e independiente en la cresta de la ola más avanzada del conocimiento.

Paul Thagard, que proviene de una formación inicial en filosofía y enseña computación y ciencias cognitivas en Michigan y en Princeton, dedica esta obra a reordenar tanto alboroto. Uno a uno, los capítulos van sumando piezas en una suerte de epistemología práctica que le contará al lector neófito de qué va la cosa, y al adentrado le permitirá tomar distancia, observar en perspectiva y acceder a una comprensión más acabada.

El texto incluye un recorrido por las diferentes teorías subyacentes que guían –o guiaron- el abordaje de la mente: desde la lógica empírica, la inducción, la analogía, las imágenes, hasta las redes neuronales artificiales y la computación. Resúmenes, guías de búsqueda en la web, glosarios, bibliografías y listas de variada naturaleza terminan de configurar el formato de manual de este libro diferente.

Leloir

Una mente brillante
Alejandro C. Paladini
Buenos Aires, 2007
EUDEBA, 256 páginas

Un libro de lujo que no es un lujo, sino una necesidad. *Leloir, Una mente brillante* viene a llenar un vacío injustificable. En 1970 la mayoría de los argentinos se asombraron por el otorgamiento del Premio Nobel a un desconocido: Luis Federico Leloir. Su trabajo, oscuro y en condiciones muy desfavorables, había pasado inadvertido hasta ese momento, y aún hoy su contribución a la ciencia bioquímica no es lo suficientemente valorada en su país.

Un texto variado, completo, que aborda la vida profesional, científica y la dimensión humana vista por quien fuera uno de sus discípulos, Alejandro Paladini, el autor, con quien compartió la aventura del conocimiento.

Además de un surtido anecdotario -entretenido y delicioso- se destaca el pormenorizado derrotero del trabajo científico que lo consagró. Cómo y por qué elegía Leloir sus temas de investigación, qué proyección tuvieron, qué impacto en el momento en que se dieron a conocer. No faltan las explicaciones técnicas, breves, exactas, acompañadas de las fórmulas, tal como el Nobel las concibió.

En suma: un libro que no debe faltar en las bibliotecas de las escuelas secundarias argentinas, que será el deleite de los profesores de química, primero, y del resto de la comunidad después.

La paradoja de la sabiduría

Cómo la mente puede mejorar con la edad
Elkhonon Goldberg
Barcelona, 2007
Crítica, Drakontos, 382 páginas

En este libro se aborda desde todos los flancos posibles la aparente paradoja de la sabiduría que llega (a muchas personas) con la edad. El autor es neurobiólogo, y reparte su vida profesional entre la clínica y la investigación; de modo que conoce vívidamente la realidad incuestionable del deterioro mental que traen los años. Sin embargo no sólo reconoce una sabiduría típica de la madurez: la describe, la caracteriza, y se aventura a explicar cómo y por qué emerge, con hipótesis científicas de apariencia robusta y enorme simplicidad.

En pos de esta argumentación *La paradoja de la sabiduría* se erige como un texto de divulgación científica de excelente factura. La claridad de las explicaciones, en tono familiar y cotidiano, hacen que la rigurosidad científica fluya sin entorpecer la lectura.

Resulta obvio que Elkhonon Goldberg está viviendo esa etapa de la inteligencia y la sabiduría de la cual se ocupa el texto, porque el abordaje profundo y brillante de la problemática de la mente lo convierte en un libro enfáticamente recomendable para todo científico (y todo lector lego) interesado en las ciencias cognitivas. Ya lo había dicho el Viejo Vizcacha, que el diablo sabe por diablo, pero más sabe por viejo.

40 años de informática en el Estado argentino

Pablo Fontdevilla, Arturo Laguado y Horacio Cao
Buenos Aires, 2007
Eduntref, 164 pág.

Este año se cumplen 40 años de la creación del CUPED, el Centro Único de Procesamiento Electrónico de Datos, el primer centro informático con que contó la administración pública central. El libro *40 años de informática en el Estado argentino* brinda un valioso aporte a la historia de la informática nacional a través del caso del CUPED, que se vuelve paradigmático a la hora de establecer una cronología acerca de cuatro décadas llena de hitos tanto para la sociedad y el Estado como para la tecnología misma. En los años que recorre el libro, el país vivió períodos de grandeza y extrema pequeñez, horror y esperanza. Al mismo tiempo, las grandes máquinas de cómputos terminaron diluyéndose en el hiperespacio donde las nuevas computadoras pueden compartir información y recursos.

El CUPED, que funcionó bajo la órbita de la Secretaría de Seguridad Social del Ministerio de Bienestar Social, fue también una instancia de desarrollo de tecnología informática que, a su vez, aprovecharon otras oficinas del Estado: ANSSES, el PRODE, censos de población y vivienda pasaron por su ciencia, lo mismo que los datos arrojados en la investigación de la CONADEP en 1984. "40 años…" es, ante todo, un testimonio nacido de voces involucradas con la problemática.

Historia de la luz

Susana Gallardo
Colección Estación Ciencia
Capital Intelectual, 134 pág.
Buenos Aires, 2007

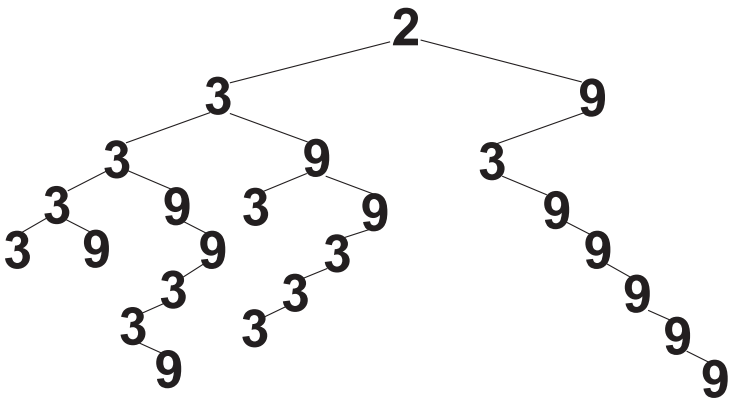
La luz tiene su historia, atravesada no sólo por el conocimiento científico sino también por las especulaciones que generaron mitos a su alrededor. En este nuevo libro de la colección Estación Ciencia, Susana Gallardo cubre esa historia recurriendo a toda su experiencia como divulgadora, rastreando decenas de fuentes, hablando con riguroso cuidado de un tema que, si bien puede parecer sencillo, es tan complejo como significativo en la historia del pensamiento.

La autora elige el tradicional orden cronológico para contar. Parte de los mitos más antiguos sobre el fenómeno vital de la luz y, al avanzar en las centurias, va incorporando al texto las consideraciones de la ciencia sobre el tema. La luz vista como fenómeno divino, explicada por la física aristotélica, entendida como materia, como onda, como ambas cosas, analizada bajo la lupa de la relatividad general.

La luz generó conocimiento junto con la necesidad y el deseo de saber qué cosa era, de dónde provenía y cómo era posible manejarla. Fueron muchos los que tuvieron algo para decir: Zoroastro, Tales, Platón, Descartes, Newton, Eisntein. Y varios, incluso, aportaron conocimientos geniales. "Historia de la luz" funciona como un muy buen compendio que permite organizar en nuestras cabezas la peripecia –todavía inacabada– de una de las grandes inquietudes de la humanidad.

Una extraña clase de árboles

El árbol de la figura (en el sentido en que lo dibujan los científicos de la computación con las hojas para abajo) tiene una propiedad que lo hace único en su género. ¿Cuál es esa propiedad que lo define? ¿Por qué esta formado sólo por esos números?



Como pista podemos decir que este árbol tiene mucho que ver con los números primos, y para poder explorar y jugar con árboles como el de la figura podemos servirnos del PARI, un soft de cálculo matemático desarrollado en la Universidad de Bordeaux. Es de dominio público, y se puede descargar de la siguiente página en versiones para Linux y Windows.

http://pari.math.u-bordeaux.fr/download.html

El PARI tiene una gran potencia de cálculo para trabajar con números enteros. Puede saber con mucha rapidez si un número de decenas de cifras decimales es primo. También es capaz de factorizar con mucha rapidez, aunque esta tarea en algunos casos es mucho más difícil que la primera.

Solución

El árbol está formado de tal manera que empezando del 2 y bajando por cualquiera de sus ramas se obtiene un número primo concatenando o pegando todos los números que se van recorriendo, incluido el 2 que es el menor primo. 2, 23, 29, 233, 239, 293, 2333, 2339, 2393, 2399, 2939, 23333, ...
No aparecen otros dígitos decimales porque un primo de más de un dígito sólo puede terminar en 1, 3, 7 o 9 pero como empezó en 2, no pueden aparecer 1 o 7, porque obtendríamos un múltiplo de 3 que no es primo.

Curiosidades matemáticas

Erich Friedman, matemático estadounidense de la Universidad Stetson de Florida, EEUU, mantiene un excelente sitio de matemática recreativa junto con un problema del mes en el que invita a toda la comunidad de internautas a proponer soluciones. http://www.stetson.edu/~efriedma/mathmagic/

Como a Erich le gustan especialmente los problemas de empaquetamiento, la mayoría de los problemas de su colección tienen que ver con acomodar distinto tipo de figuras geométricas dentro de otras más grandes. Pero el mes pasado el problema estuvo dedicado a curiosidades aritméticas, como encontrar los números más grandes que, elevados a distintas potencias enésimas, sólo tienen N dígitos decimales distintos. Por ejemplo: ¿Cuál es el número más grande que elevado al cuadrado tiene sólo dos dígitos distintos? 81619^2 = 6661661161 ¿Qué pasa con el mayor cubo que se escribe con tres dígitos distintos? 146796^3 = 3163316636166336. Otro problema es hallar un par de números tal que sumados se escriban con sólo dos dígitos y que la suma de sus cuadrados se escriban con los mismos dos dígitos. 183425228501 + 438841438125 = 622266666626 y 183425228501^2 + 438841438125^2 = 22622662226626226622626. Este último par fue hallado por Giovani Resta, ¡apellido de predestinado aritmético! En el sitio de Friedman podrán encontrar más de estas curiosidades.

Minimatematicuento

Llamado equivocado

Por Fernando Chorny*

Motivado por la idea repentina de fabricar un bucle, aunque también algo nervioso por los riesgos paradójicos que conllevan este tipo de empresas, tomé el teléfono y marqué mi propio número.

Naturalmente, la parte menos poética de mi ser esperaba encontrarse con el monótono "tuteo" de la línea ocupada.

Pero, en cambio, el teléfono comenzó a llamar.

La mayor esperanza de ser atendido ocurre cuando el timbre suena por tercera vez, porque es aproximadamente el tiempo que le lleva al destinatario acercarse hasta el teléfono (aunque yo soy bastante ansioso y suelo atender antes). Viví los dos primeros llamados con una indescriptible tensión *hitchcockiana*.

Antes de que el teléfono llamara por tercera vez, sentí que alguien levantaba el tubo y escuché un "Hola". Casi sin aliento reconocí mi propia voz. Me di cuenta de que no había considerado esta posibilidad y no había planeado qué decir. Tratando de no tartamudear susurré mi nombre:

- ¿Fernando?

- No. Equivocado -respondió mi propia voz y colgó (¿colgué?) el teléfono.

- ¡Sonó el teléfono! -gritó mi esposa desde el baño, amortiguada por el agua de la ducha. -¿Atendiste?

-Sí, atendí -le respondí, algo aturdido, tratando de digerir los acontecimientos. -Pero era un llamado equivocado.

** Explorador y creador de nuevas formas de iniciar a los más pequeños en las maravillas de la matemática. Publicado originalmente en: bucles.wordpress.com*

nuevos títulos

colección **ciencia joven**

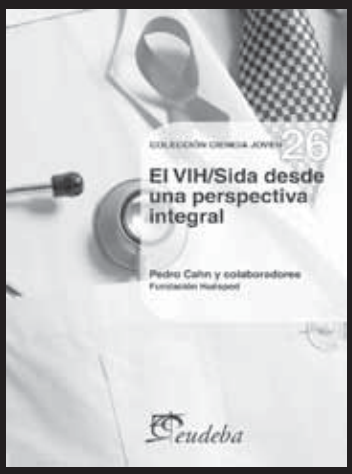
eudeba

El Sol. Marta Rovira

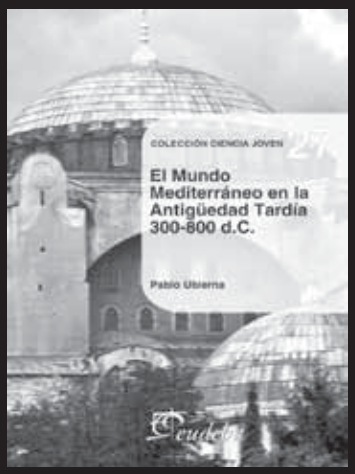
Drogas hoy. Problemas y prevenciones. Wilbur Ricardo Grimson

El origen de los primeros Estados. La "revolución urbana" en América precolombina. Marcelo Campagno

Investigación en cáncer y citogenética. Christiane Dosne Pasqualini
Susana Acevedo



El VIH/Sida desde una perspectiva integral. Pedro Cahn y colaboradores
Fundación Huésped



El Mundo Mediterráneo en la Antigüedad Tardía 300-800 d.C. Pablo Ubierna

Introducción a la filosofía. Francisco Bertelloni - Antonio Tursi

Los juegos de Minerva. La historia de las ciencias de la naturaleza en trece escenas con comentarios. Miguel de Asúa

otros títulos de la **colección**

Una expedición al mundo subatómico l Números combinatorios y probabilidades l Las plantas entre el suelo y el cielo l Introducción a la geología l Biomateriales l Reproducción humana l La física y la edad de la información l Biodiversidad y ecosistemas l 100 años de relatividad l Entre el calamar y el camello l Por los senderos de la noche l La física de los instrumentos musicales l La intimidad de las moléculas de la vida l El lenguaje de las neuronas l Biología marina l El universo de las radiaciones l Construyendo con átomos y moléculas l Evolución y selección natural l El aire y el agua en nuestro planeta l Respuesta inmune l Contaminación y medio ambiente.

EDITORIAL UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES S.E.M.
Librería Central: Av. Rivadavia 1571/3 (C1033AAF) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Tel.: 54 11 4383-8025
ventas@eudeba.com.ar. www.eudeba.com.ar. Sede Ciudad Universitaria: Pabellón III Subsuelo. Tel.: 4780-0281