

5/6

A6 e8

XACTA

m ■ e ■ n ■ t ■ e ■

AÑO 6 · N° 15 · \$ 3 · SEPTIEMBRE DE 1999

Opinión

¿Qué vota la UBA?

Reseña

La ciencia en el siglo XXI

Entrevista

Guillermo Jaim Etcheverry

Salud

Antiangiogénesis

Homenaje

Los 80 años de Rolando García



Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA



maestría en ciencias ambientales

formación para el desarrollo sustentable

título: magister de la UBA en ciencias ambientales

informes: secretaría académica

área de maestrías y posgrados

facultad de ciencias exactas y naturales

universidad de buenos aires

ciudad universitaria - pabellón 2

4576.3333 4576.3356 interno 21

secret@at.fcen.uba.ar

Consejo Editorial

Presidente

Dr. Pablo Jacovkis

Vocales

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

Staff

Directores

Ricardo Cabrera
Guillermo Durán

Jefe de Redacción

Fernando Ritacco

Coordinador General

Armando Doria

Diseño Gráfico

Santiago Erasquin

Fotografía

Juan Pablo Vittori
Paula Bassi

Colaboran en este número

Juan José Poderoso
Patricia Olivella
Ariel Libertun
Guillermo Mattei
Ricardo Pasquali
Susana Gallardo
Carlos Borches
Guillermo Gimenez de Castro
Pablo Coll
Gustavo Piñeiro
Simón Tagtachián

Impresión

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

EXACTAMENTE es propiedad de la
Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales de la UBA

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

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

Editorial

Durante las próximas semanas el eje de cualquier discusión política pasará, obviamente, por la posición que cada uno tomará ante las elecciones presidenciales del 24 de octubre. Y hay dos temas que no solamente son muy importantes per se para la sociedad argentina sino que afectan particularmente a la comunidad de nuestra Facultad: la educación superior y la ciencia y la tecnología.

Respecto de la educación superior, el problema fundamental es, a mi juicio, cómo asegurar una educación universitaria pública masiva y de buen nivel, complementada por educación pública terciaria no universitaria también masiva y de buen nivel, que tenga en cuenta que hay carreras que la Argentina necesita imperiosamente priorizar. Aceptado este objetivo, se plantea un profundo debate, que las universidades nacionales se deben, y que han pospuesto porque siempre hay problemas coyunturales a resolver, empezando por el presupuesto. El debate no puede obviar estas preguntas: ¿hasta dónde (y hacia dónde) debe la universidad orientar la oferta de carreras? ¿Cuán común debe ser un ciclo básico? Un ciclo común prolongado permite que el estudiante decida más tarde qué quiere seguir, con menos riesgo de cambio de carrera, pérdida de tiempo y posibilidad de abandono, pero, por otra parte, tiene el peligro de alargar las carreras. ¿Cómo aumentar la eficiencia educativa, sin que esto implique ceder ante imposiciones de restricción presupuestaria?

De todos modos, el problema de la educación superior, aunque no esté planteado en toda su dimensión, tiene un punto a su favor: la sociedad argentina está preocupada por la educación universitaria. La masividad que ya ha alcanzado la educación universitaria en el país asegura que es un tema que no se puede dejar de lado durante mucho tiempo más, y el rechazo popular al ajuste presupuestario intentado en los primeros meses de este año ratifica que el tema interesa.

En ese sentido, el problema de la ciencia y la tecnología es más grave: la sociedad argentina no está interesada en ella, y en general la investigación científica y tecnológica no gozan de mucho prestigio (si no fuera así, no habría en las universidades, por ejemplo, la escasísima proporción de docentes con dedicación exclusiva que existen en este momento). Es por eso importante que se comience a discutir no solamente de qué manera las instituciones existentes pueden mejorar su funcionamiento para que mejore el sistema científico-tecnológico nacional, sino también de qué manera la sociedad puede "internalizar" la importancia de la ciencia y de la tecnología para que el debate se instale en un ámbito más amplio que el que ya conocemos. Recién entonces la discusión tendrá un sentido práctico.

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

Sumario

OPINIÓN

¿Qué vota la UBA?.....4

FRONTERAS

La ciencia del próximo milenio
por Susana Gallardo.....8

PANORAMA

Ciencia y tecnología
en América.....12

HOMENAJE

Rolando García
por Carlos Borches.....14

INSTITUCIONALES

Bioterio de Exactas
por Susana Gallardo.....16

DIVULGACIÓN

Los números primos
por Ariel Libertun.....18

VÍNCULOS

La Fundación Ciencias Exactas y
Naturales
por Guillermo Mattei.....20

ENTREVISTA

Guillermo Jaim Etcheverry
por Armando Doria
y Ricardo Cabrera.....22

NÓBELES

El premio de Medicina del 98
por Juan José Poderoso.....27

TECNOLOGÍA

El DVD
por Fernando Ritacco.....28

DIVULGACIÓN

Historia del calendario
por Patricia Olivella.....30

VERDURITAS

por Ricardo Cabrera.....33

SALUD

Antiangiogénesis
por Fernando Ritacco.....34

MICROSCOPIO

Grageas de ciencia.....38

PSEUDOCIENCIA

El biorritmo
por G. G. de Castro.....40

JUEGOS

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

Las presidenciales de octubre

¿Qué vota la UBA?

En época de elecciones es imposible permanecer ajenos al ajetreo político. Spots televisivos, afiches, diarios, revistas, noticieros; la vedette informativa es la elección presidencial del 24 octubre y todo gira alrededor del análisis de los posibles resultados electorales.

En esta oportunidad EXACTAMENTE convocó a los decanos de todas las Facultades de la UBA, a su rector y a la vicerrectora, para anticipar sus decisiones a la hora del cuarto oscuro.

OSCAR SHUBEROFF
(RECTOR)

Vota: Alianza

"De la Rúa, junto con la Alianza, expresa la alternativa de cambio a este proyecto excluyente que está haciendo estragos sobre el conjunto de la población".



JUAN CARLOS CHERVATIN

(DECANO DE CIENCIAS ECONÓMICAS)

El decano anunció públicamente su apoyo a la candidatura de Duhalde pero no contestó las preguntas formuladas por EXACTAMENTE.



SUSANA MIRANDE
(VICERRECTORA)

Vota Alianza

"Me parece una alternativa válida y razonable para la situación actual y, además, creo que las otras opciones que se presentan son más de lo mismo".

PABLO JACOVKIS (DECANO DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES)

Vota: Alianza

"Considero que la Alianza representa la posibilidad de un cambio que involucre una marcada disminución de la corrupción imperante, de la influencia del Poder Ejecutivo sobre el Judicial, de la impunidad con que se manejan personajes poderosos e influyentes, de la falta de seguridad y de las perspectivas de trabajo. No soy muy optimista con respecto a que se puedan hacer grandes cambios en la política económica, pero creo que se podrán revertir los aspectos más controvertidos de las privatizaciones y de la política de exclusión social. Por otra parte, la candidatura justicialista representa, mal que pese al señor Duhalde, la continuidad del gobierno actual y, en particular, algunas de sus facetas más criticables, como la renuncia del doctor Arslanián ha demostrado".



FERNANDO VILELLA

(DECANO DE AGRONOMÍA)

Vota: Alianza

"Creo que el modelo social de exclusión que está instalado, y del cual Duhalde será la continuidad, no responde a mis expectativas de lo que debiera ser un gobierno nacional".



BERNARDO DUJOVNE (DECANO DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO)

Vota: Alianza

"Plantea un proyecto de desarrollo distinto para cambiar la situación actual del país. Además, en relación al tema de la enseñanza, creo puede haber una nueva apertura y un refuerzo de lo que significa la educación pública".



FORTUNATO MALLIMACI
(DECANO DE CIENCIAS SOCIALES)

Vota: Alianza

"Es la manera de que se acabe la cultura menemista y el autoritarismo menemista y la mercantilización que vivimos en la Argentina".



ANÍBAL FRANCO (DECANO DE CIENCIAS VETERINARIAS)

Vota: Partido Justicialista

"Encarna un proyecto viable y, además, creo que la gobernabilidad con un gobierno de la Alianza sería muy compleja".



ANDRÉS D'ALESSIO
(DECANO DE DERECHO)

Vota: Alianza

"Es el mejor programa y el mejor candidato. Por otra parte, los demás candidatos distan mucho de ser satisfactorios".



REGINA WIGDOROVITZ DE WIKINSKY (DECANA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA)

Vota: Alianza

"Porque soy radical. Estoy de acuerdo en la mayor parte del programa de la Alianza y además creo que lo que se plantea va a ser cumplido".



FRANCISCO CARNESE
(DECANO DE FILOSOFÍA Y LETRAS)

Vota: No sabe

"Sé a quién no voy a votar, que es a Duhalde, pero estoy indeciso con mi voto. Una alternativa que estoy pensando es la de votar a la Alianza porque puede llegar a oxigenar la política nacional y jugar un rol importante en la lucha contra la corrupción. Si me inclino por la Alianza es porque no encuentro otra opción".



CARLOS ALBERTO RAFFO

(DECANO DE INGENIERÍA)

Vota: Alianza

"Hay razones de orden político relacionadas con mi idiosincrasia pero, poniéndome en el lugar de un ciudadano común, creo que la Alianza garantiza, como mínimo, alguna acción importante contra el flagelo de la corrupción. También es verdad que no puede saberse muy bien cuál será el margen de acción que tendrá en el aspecto socioeconómico porque el país está sobrecondicionado por una deuda externa enorme. Otra causa por la que votaré a la Alianza, es que en caso de ser electo Duhalde, y si le sucediera algún inconveniente—por ejemplo, de salud—asumiría Ramón Ortega como presidente, y eso es algo que no estoy dispuesto a arriesgar".

SALOMÓN SCHACHTER
(DECANO DE MEDICINA)

Vota: No contesta

"Después de la elección con mucho gusto voy a confesar por quién he votado y por qué. Va a dejar de ser secreto en el mismo instante en que termine de depositar mi voto en la urna".



MÁXIMO GIGLIO
(DECANO DE ODONTOLOGÍA)

Vota: Alianza

"Es muy difícil decir por qué. Todavía me lo pregunto. Creo que De la Rúa es el candidato en el que tengo una mayor esperanza en este momento. Pero lo mío no es un cheque en blanco sino un voto crítico".



RAÚL COUREL
(DECANO DE PSICOLOGÍA)

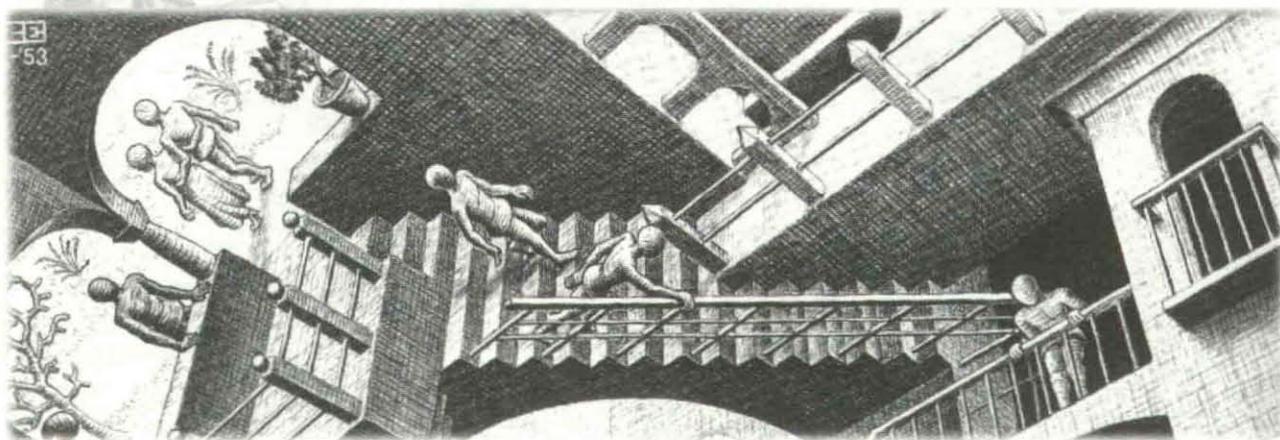
Vota: Alianza

"Creo que hace falta un cambio". ♦

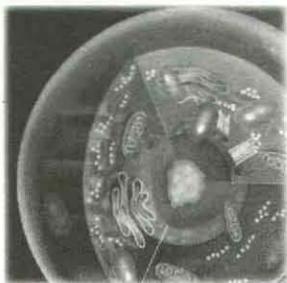


Los desafíos de la ciencia para el próximo milenio

por Susana Gallardo*



Los avances científicos de la segunda mitad del siglo XX transformaron el mundo de manera radical. Las más locas fantasías de la literatura de ciencia ficción se hicieron realidad. Sin embargo quedan todavía muchos interrogantes. Responder a ellos será la tarea de los científicos en el próximo milenio. Comprender los mecanismos del desarrollo embrionario, el funcionamiento de las proteínas, los misterios del cerebro o el comportamiento de la atmósfera, el desarrollo de las nanotecnologías, los láseres de átomos, o la predicción de terremotos, son sólo algunos de los desafíos para el siglo XXI.



El funcionamiento de la célula

Desde aquel día de 1953 en que Watson y Crick dilucidaron la estructura del ADN, la genética y la biología molecular han avanzado hasta el punto de lograr el nacimiento de una oveja a partir de una célula mamaria. Sin embargo, hay aspectos que aún siguen siendo un misterio. Por ejemplo, no se sabe cómo se diferencian las células embrionarias para formar distintos tejidos que finalmente resultarán en un rosal, una mosca o un elefante.

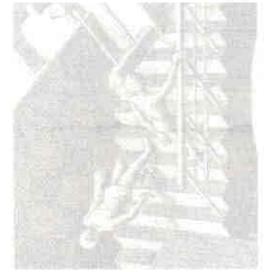
El nacimiento de Dolly pareció cumplir las fantasías de la ciencia ficción. "La clonación es una herramienta técnica, sofisticada e importante; pero no es un hecho fundamental del conocimiento biológico", afirma el doctor Alberto Kornblihtt, investigador del Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA.

Cuando se clona un mamífero, por ejemplo, se parte de un núcleo con toda la infor-

mación necesaria, organizada y estructurada, de manera que al colocarla en una célula huevo, empiece a dar las órdenes para fabricar las proteínas necesarias para el desarrollo del embrión. Si bien el hecho puede ser impresionante, desde el punto de vista molecular no dice nada nuevo.

"Si un día abro la revista *Nature* y veo que se logró generar una célula a partir de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, sales, ácidos nucleicos, y esa célula se reproduce, eso sería un desafío importante", asegura Kornblihtt, y agrega: "Significaría que entendimos toda la complejidad del funcionamiento celular".

Si bien lo fundamental está por conocerse, el actual conocimiento sobre la organización de la materia en los seres vivos permite que aquello que era inconcebible hoy pueda considerarse posible. Aunque falte conocer los detalles de la complejidad. Para Kornblihtt, todo lo que queda por saber, que es mucho,



entra en el terreno de lo posible.

Y todo este avance del conocimiento va a producir cambios sociales. En algún momento será posible predecir que alguien, a los 45 años, va a sufrir un infarto. Y eso va a cambiar las relaciones sociales. Está claro que la biología, desde la genética y la biología molecular, está irrumpiendo en la vida de la gente.

La clave está en las proteínas

Desentrañar el genoma humano pareció, en los últimos años, el gran desafío de la humanidad. Si bien los genes tienen la información necesaria para que la célula fabrique una determinada proteína, la clave está en la acción que ésta desarrolla. Muchas enfermedades se deben a defectos genéticos o mutaciones en una proteína que dan lugar a un mal funcionamiento, o alteraciones en su ensamblado dentro de la célula.

"Cada proteína tiene una estructura espacial diferente. Sus átomos están colocados en determinadas posiciones en el espacio, de modo que pequeñísimos cambios en la composición de sus aminoácidos pueden producir alteraciones dramáticas en la función", explica el doctor Gonzalo Prat Gay, investigador del Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Fundación Campomar y profesor de la FCEyN.

Conocer por qué una proteína adopta determinada forma, y cuáles son las leyes que rigen ese proceso –denominado "plegamiento"– parece ser uno de los desafíos para el próximo milenio. Es necesario comprender cómo las proteínas adquieren su conformación tridimensional, cuáles son las bases moleculares y el mecanismo de reconocimiento entre las proteínas y otras moléculas biológicas (ácidos nucleicos, lípidos, sacáridos) y cómo es la interacción entre las proteínas.

Este conocimiento tiene muchas aplicaciones. El plegamiento de una proteína se vincula con su estabilidad y con el hecho de que, por ejemplo, a determinadas temperaturas se degrade. Utilizar enzimas –que son proteínas– a 80 grados centígrados puede ser importante en la industria. Si es posible averiguar cuáles son las regiones de la proteína que determinan su estabilidad a cierta temperatura, se podría obrar algún cambio en la estructura para que se mantenga a altas temperaturas sin degradarse.

Esta área de trabajo se denomina *biología molecular estructural*, y es altamente interdisciplinaria, ya que requiere del aporte de la química, la física y la biología. "Es importante estimular el desarrollo de este tema de investigación en la Argentina. Si no tenemos el conocimiento y la tecnología necesarios para comprender y modificar las proteínas, no podremos plantear un desarrollo competitivo en el campo de la biotecnología", vaticina Prat Gay.



Los misterios del pensamiento

Una gran frontera del conocimiento es desentrañar los misterios del cerebro. Entender cómo elaboramos el pensamiento, cómo recordamos, cómo amamos u odiamos.

"Durante las últimas décadas se trató de

ver cómo funciona la neurona. Y pudimos entenderlo bastante bien. Pero el sistema nervioso funciona sobre la base de la conexión de millones de neuronas, entonces el desafío es comprender ese funcionamiento en su conjunto", asegura el doctor Osvaldo Uchitel, investigador del Laboratorio de Biología Molecular de la FCEyN. Y agrega: "No creo que se pueda resolver en forma rápida."

Pero hay desafíos inmediatos, sobre todo vinculados con la salud. Por ejemplo, la reparación de la médula espinal que ha sufrido un corte a raíz de un accidente. El objetivo es lograr una mínima reconexión de circuitos que le permita recuperar el movimiento a una persona que lo ha perdido. Otro tema son las enfermedades neurodegenerativas como el mal de Alzheimer.

Y el gran tema es la conciencia y encontrar aquello que permita establecer un puente entre los psicólogos y los neurobiólogos. El sistema nervioso se desarrolla no sólo por las características propias de las neuronas, sino por los estímulos que recibe del ambiente, y éstos modifican los circuitos.

Gracias a equipos de diagnóstico, como la tomografía por emisión de positrones, hoy se conocen las zonas del cerebro involucradas en algunas capacidades o actividades. Es posible observar en una pantalla cómo se colorean ciertas zonas del cerebro de un sujeto mientras realiza determinada actividad.

Pero los investigadores se proponen ir mucho más allá. Quieren saber a qué se debe que una localización determinada tenga que ver con el miedo o con el pánico, o por qué un conjunto de neuronas hace que sintamos determinada sensación. O averiguar, por ejemplo, cómo está representado, en el funcionamiento cerebral, el número 3, cuando es dicho, escrito, o imaginado.

Uchitel relata lo que le dijo un amigo psi-



La química sin tubos de ensayo

"Hasta ahora la química se ocupó de sintetizar nuevas sustancias, medicamentos, pesticidas, plásticos. El futuro es la química sin tubos de ensayos. La química que se ocupa de jugar con moléculas para lograr materiales con cierto tipo de propiedades", anticipa el doctor Ernesto Calvo, investigador del INQUIMAE, instituto de la FCEyN.

Hoy es posible ver las moléculas con microscopios especiales, y manipularlas. Jugando con las interacciones moleculares se pueden construir objetos infinitamente pequeños. Es lo que se denomina nanotecnología, y su escala es de mil millonésimas de metro.

Las moléculas pueden autoensamblarse.

Por ejemplo, es posible depositar una sola capa de moléculas en una superficie de agua. Si las moléculas tienen un extremo que repele el agua, y otro que la atrae, todas se van a colocar con la misma orientación, formando así una monocapa molecular.

Con esas monocapas es posible fabricar transistores moleculares que, al reconocer una sustancia determinada, cambien de estado. Estos transistores actuarían como una llave de luz, que deja pasar corriente, o la interrumpe, cuando detecta una señal química.

Estas técnicas tendrán un gran impacto en el desarrollo de instrumentos de microcirugía y sensores químicos. Hoy se habla del "laboratorio en un chip", lo que significa la integración de la electrónica con la química. Por ejemplo, se coloca en un electrodo una enzima que reacciona con la glucosa y de este modo, en una sola gota de sangre, se mide el nivel de ese azúcar. La reacción química entre las sustancias se transforma en una señal eléctrica medible. Y el médico puede hacer el diagnóstico en su consultorio.

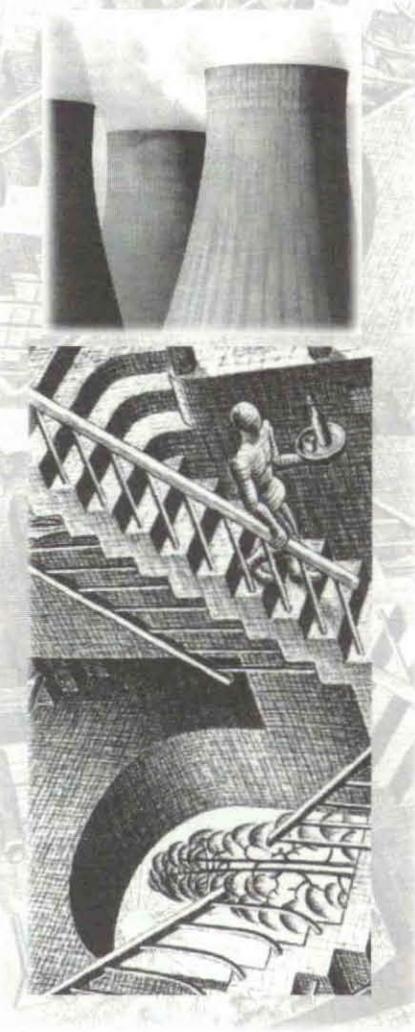
Según Calvo, cuando el silicio llegue a su límite debido a la necesidad de integrar millones de chips en espacios cada vez más pequeños, la química va a jugar un rol importante en la fabricación de computadoras de nueva generación. Se calcula que, al ritmo actual, en alrededor de 7 años, la distancia entre los componentes del chip será tan pequeña que se producirán distorsiones en los pasajes de corriente.

Con la manipulación de moléculas se podrán diseñar microherramientas, instrumentos de cirugía, narices electrónicas que detecten diferencias muy sutiles en los aromas, dispositivos que se ingieran como una pastilla, o se inyecten, y viajen por la circulación sanguínea registrando información. "El límite lo pone nuestra imaginación", enfatiza Calvo.

Ni líquido, ni gas: fluidos supercríticos

Otro desarrollo de la química es el uso, en la industria, de ciertos gases como el dióxido de carbono en reemplazo de los solventes actuales, que son muy contaminantes. Pero, para que este gas pueda actuar como solvente, debe estar a determinada temperatura y presión, en un estado denominado "supercrítico".

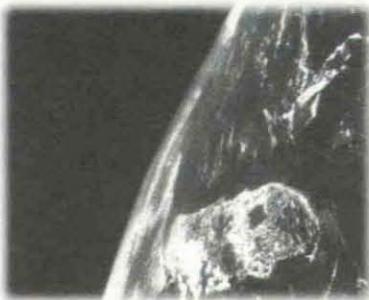
El secreto radica en la densidad de la sustancia, que varía según el estado en que se en-





cuentre. Por ejemplo, un gas tiene menor densidad que un líquido. Pero, mediante un aumento de la temperatura y la presión, es posible lograr que una sustancia adopte un estado tal que no se pueda decir si se trata de uno u otro. Se habla así de *fluidos supercríticos*. "La densidad del fluido es fundamental para determinar la capacidad de disolver distintas sustancias. Cuando la densidad es baja, el fluido tiene poca capacidad como solvente; pero a densidades mayores, cercanas a las de un líquido, esa capacidad aumenta", señala el doctor Roberto Fernández Prini, investigador del INQUIMAE. "Asimismo es posible lograr que disuelva a ciertas sustancias y no a otras", agrega.

Los fluidos supercríticos parecen una alternativa interesante al empleo tradicional de solventes líquidos. "Es de esperar que en los próximos años se acentúe la utilización de estos fluidos con el fin de preservar el medio ambiente. En especial, en la industria alimentaria, la fabricación de medicamentos, y en la obtención de esencias y fragancias", comenta el investigador.



El estudio de la estratosfera

Un gran tema de las ciencias de la atmósfera ha sido, en los últimos años, el de la acción de los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs) sobre la capa de ozono. El protocolo

de Montreal, firmado en 1987 por 90 naciones, determinó que los países desarrollados interrumpieran la producción de CFCs a partir de 1996. Hoy se está llegando al pico de la curva de crecimiento del agujero, y se espera que en 5 años empiece a haber un descenso. De hecho ya comenzado a disminuir la cantidad de CFCs en la tropósfera.

"El tema del agujero de ozono parecería cerrado. Pero no es así", afirma el doctor Pablo Canziani, investigador del Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la FCEyN. Hay resultados inquietantes que dicen que, a raíz de la acumulación de dióxido de carbono atmosférico, se estaría produciendo un calentamiento en la tropósfera, la capa inferior de la atmósfera que se extiende hasta unos 10 a 18 kilómetros de altura según la latitud. El dióxido de carbono, a la manera de un escudo, impediría que el calor irradiado por la superficie terrestre escape y pase a la capa siguiente, la estratosfera. Por ello, esta última se estaría enfriando.

De hecho algunas observaciones indican un enfriamiento de la estratosfera en latitudes bajas, acorde con la teoría del Calentamiento Global. Asimismo, algunos resultados señalan que los cambios en la distribución del ozono estratosférico se deben también a cambios en la circulación atmosférica durante los últimos veinte años. El panorama de la capa de ozono, sin duda, se ha complicado.

Por otro lado, algunas mediciones muestran un aumento del vapor de agua en la estratosfera, al igual que el metano. A su vez, este último, al oxidarse, se convierte en vapor de agua. Y ese vapor de agua incide en la formación, en las regiones polares, de nubes estratosféricas, las cuales contribuyen a ensanchar el agujero de ozono.

El enfriamiento estratosférico asociado al incremento del vapor de agua podría generar

las condiciones para que, en latitudes medias, se inicien procesos de destrucción de ozono similares a los que ahora ocurren en las regiones polares. "La recuperación de la capa de ozono va a ser más lenta de lo que se pensaba", asegura Canziani.

"Estamos investigando la relación entre la variabilidad de temperatura de la estratosfera y de la tropósfera, y queremos ver cómo influye en la capa de ozono", indica el investigador; y agrega: "Hasta ahora se estudió el efecto de la tropósfera sobre el resto de la atmósfera, pero hoy se ve que la estratosfera incide en lo que pasa aquí abajo, y por lo tanto debemos estudiar a la atmósfera baja y media en su conjunto".



El problema del viajante de comercio

En Ciencias de la Computación existe una conjetura abierta que, si bien se formuló en 1971, aún no ha encontrado solución y es un desafío para los próximos años. Un interrogante de siempre fue saber cuánto tiempo emplea una máquina en resolver un problema. A comienzos de la década del 70 se formuló la teoría de complejidad y se establecieron medidas que permiten estimar cuánto tarda en ejecutarse un algoritmo dado en una computadora cualquiera. Lo que se mide es



Predecir terremotos

la cantidad de sumas, restas, comparaciones, que debe realizar la máquina.

Se vio que, para algunos problemas, existen algoritmos que los resuelven en un tiempo más o menos razonable. "Pero hay un grupo de problemas para los cuales no se conocen algoritmos que los resuelvan siempre en forma exacta en tiempos razonables", indica la licenciada Irene Loiseau, directora del Departamento de Computación de la FCEyN.

Uno de los problemas más famosos de este tipo es el del "viajante de comercio", que consiste en encontrar el recorrido mínimo que permita visitar un número determinado de ciudades. Como para este problema sólo se conocen, hasta ahora, algoritmos que deben hacer una cantidad de operaciones en relación exponencial con el número de ciudades, se tardarían siglos en resolverlo en forma exacta. "En este tema se está trabajando mucho para resolver estos problemas o, incluso, para intentar demostrar que la computación nunca podrá resolverlos en un tiempo razonable. Y esto es muy difícil de probar", afirma la investigadora.

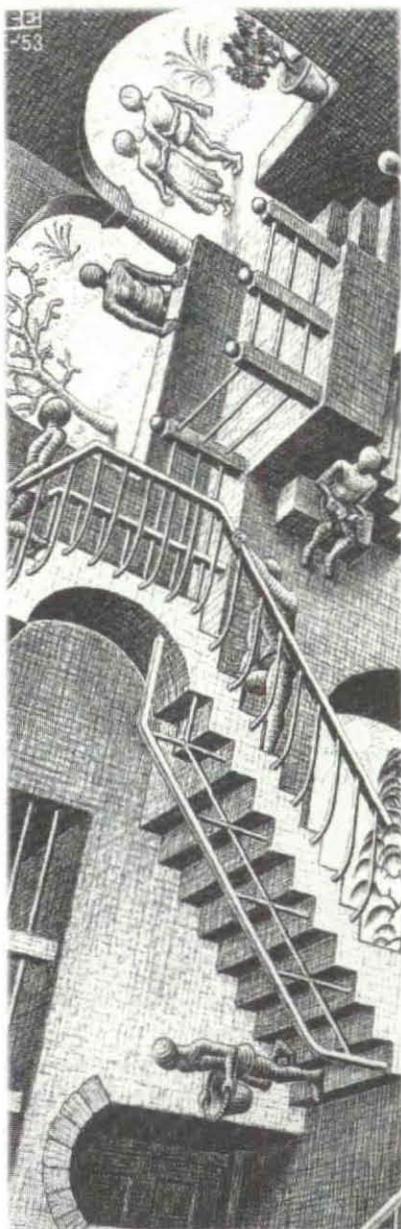
Por otro lado, estos problemas tienen aplicaciones prácticas. Por ejemplo para ordenar la producción, planificar vuelos, repartir mercaderías. Actualmente se resuelven en forma aproximada, pues generalmente es imposible tener la respuesta exacta. Para Loiseau, "lo más desafiante es que, de dos problemas parecidos, en uno se alcanza fácilmente la solución óptima y en el otro no. Y se ignora dónde está la clave que impide resolver este último".

Un asunto que siempre ha quitado el sueño a los geólogos es poder predecir un terremoto. Lo han intentado de las más variadas maneras. Por ejemplo, los chinos, durante siglos, observaron que ciertos animales, varias horas antes de grandes terremotos, manifestaban un estado especial de excitación. Y trataron de analizar el comportamiento de esos animales para averiguar qué ondas percibían. Sus resultados no fueron definitivos, a pesar de las grandes redes de comunicación establecidas para informar sobre el comportamiento. Por otro lado, Japón y California invirtieron miles de millones de dólares en investigaciones básicas, y todavía no se tiene una respuesta certera.

"Un gran desafío será entender los mecanismos que anteceden a un terremoto, para predecirlo y de este modo mitigar el impacto en la sociedad", afirma el doctor Víctor Ramos, investigador del Departamento de Geología y Vice-decano de la FCEyN. En este problema están investigando diversos centros en todo el mundo y mucho se ha avanzado en la comprensión del fenómeno.

Otro desafío es predecir las erupciones volcánicas, aunque en este sentido se avanzó un poco más. Hoy es posible realizar un monitoreo de los volcanes activos lo que permite hacer una predicción con bastante antelación, y afirmar qué características va a tener la erupción. Sin embargo la predicción del momento de la erupción es todavía esquiva. "Lo ideal sería contar con sistemas operados por redes telesísmicas, en forma remota", indica Ramos.

Una inquietud más de los geólogos es la posibilidad de "fabricar" recursos minerales





De los átomos a las estrellas

renovables. En las dorsales del fondo del océano -cadenas montañosas submarinas donde se generan las placas oceánicas- suelen formarse grietas de donde surgen fumarolas. Estas consisten en vapores ricos en minerales, a muy alta temperatura, que depositan unas estructuras en forma de columnas que contienen compuestos metálicos, en especial plomo, cobre y zinc.

"Las investigaciones oceanográficas realizadas en la zona de las Galápagos demostraron que esta actividad fumarólica deposita, año a año, una gran cantidad de minerales que provienen del fondo de la Tierra", comenta Ramos. Y agrega: "Dada la magnitud que tienen las dorsales oceánicas, no sería descabellado pensar en una explotación renovable de recursos minerales".

Ramos indica que, desde el punto de vista académico, la geología enfrenta muchísimos desafíos. En la última década se logró descifrar cómo se fue desintegrando el gran continente de Pangea para formar los continentes actuales. Pero ese gran continente no fue el único, y se calcula que habría habido 8 o 10 Pangeas previas. "Llegar a determinar esto con precisión permitiría reconstruir fehacientemente la historia de la corteza terrestre", reflexiona Ramos. Esto haría posible entender cómo se generó y fue evolucionando la historia de la vida sobre la Tierra, y el porqué de la diversidad de las faunas en los distintos continentes. Estos ciclos de formación de supercontinentes están muy ligados a los períodos de grandes extinciones y de profundos cambios en la vida sobre la Tierra.

La física se ha propuesto comprender cómo funciona el Universo, de las partículas subatómicas hasta las estrellas, y quedan muchas preguntas sin responder. "En los próximos 10 años se prevé un gran desarrollo de la astrofísica y la cosmología gracias a una nueva generación de satélites que harán mediciones de las propiedades de la radiación cósmica de fondo, y mapas del Universo a gran escala", anticipa el doctor Juan Pablo Paz, director del Departamento de Física de la FCEyN.

La física de partículas se va a beneficiar también con estos desarrollos, ya que podrá usar el universo como laboratorio para entender lo microscópico. Por ejemplo, observando fenómenos naturales, como los rayos cósmicos, se puede conocer cómo se originan estas partículas y por qué se aceleran a energías muy altas, imposibles de alcanzar en los aceleradores actuales o futuros.

"Va a haber un auge importante de la manipulación y control coherente de átomos y moléculas individuales, lo que tendrá un gran impacto en el desarrollo de nanotecnologías", señala el investigador. Se podrían fabricar láseres de materia -no de luz- es decir haces de átomos ordenados y con una longitud de onda definido. "La clave para manipular átomos o moléculas individuales radica en atraparlos y enfriarlos a temperaturas muy bajas. De este modo es posible ubicarlos en lugares predeterminados", explica Paz. El método de enfriamiento de átomos por medio de la luz obtuvo el premio Nobel hace dos años.

Otro tema de gran actividad es la física de los sistemas complejos, que estudia los comportamientos que surgen a partir de



interacciones sencillas, entre agentes individuales. Esta física ha tenido un gran desarrollo en los últimos diez años, y se aplica, por ejemplo, a los sistemas biológicos, al estudio de problemas de la ciencia de materiales y a otras áreas menos tradicionales como intentar entender los problemas del tránsito. Cuando un sistema posee un gran número de elementos, aunque las interacciones sean sencillas, el resultado es el surgimiento de fenómenos complejos emergentes.

En las distintas áreas del conocimiento hay una tendencia al trabajo interdisciplinario. Y la física no es ajena a ello. "Existe un auge de la biofísica, y se puede ver en muchos editoriales recientes de *Science* y *Nature*", comenta Paz. "De esta rama, probablemente, surgirán los resultados más interesantes. Físicos, químicos y biólogos trabajando juntos tal vez puedan ayudar a comprender problemas tan importantes como el plegamiento de las proteínas, el desafío de la biología estructural, o el comportamiento colectivo de conjuntos de neuronas, esencial para entender cómo pensamos".

La tarea que tienen por delante los científicos es mucha. El conocimiento acumulado es enorme, pero a partir de él se abren nuevos interrogantes. Y los grandes desafíos no serán resueltos por disciplinas aisladas, o por investigadores solitarios, sino que se necesitará la colaboración y el contacto de muchas y variadas áreas del conocimiento. ♦

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

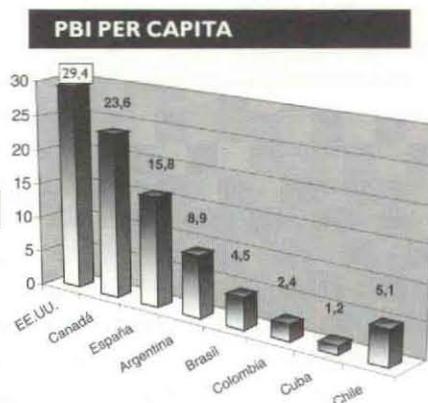
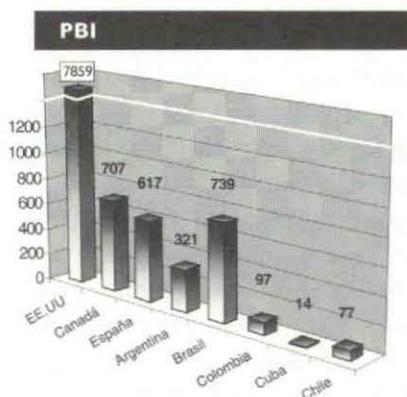
La ciencia y la tecnología en América

Presentamos en este artículo un conjunto de indicadores que intentan reflejar el estado de la ciencia y la tecnología en América. Han sido seleccionados los países con mayor desarrollo en la región (Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Cuba, Chile y Estados Unidos) y se ha agregado España a fin de contar con un punto de referencia fuera del continente.

Los indicadores elegidos corresponden al último año del que se dispone información e incluyen a la población, el Producto Bruto Interno (PBI), el gasto en CyT con relación al PBI y por habitante, el número de investigadores, el número de graduados universitarios y el número de publicaciones aparecidas en el Science Citation Index.

La información ha sido extraída del libro "Principales Indicadores de Ciencias y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos", recientemente publicado por la Red Iberoamericana de

Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). La RICYT es una organización dedicada a promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones. Esta organización cuenta con auspicio y financiación por parte del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y la OEA. Dirige la RICYT el profesor Mario Albornoz, investigador de la Universidad de Quilmes. Su página web –en la que se puede encontrar la información completa de los indicadores– es www.unq.edu.ar/ricyt.



Estos tres gráficos representan los principales indicadores de contexto, que aportan las dimensiones básicas de los países. El primero nos muestra la población medida en millones de habitantes. El segundo muestra el Producto Bruto Interno (PBI) medido en miles de millones de dólares. El tercero es el PBI per cápita, medido en miles de dólares por habitante, que es un índice grosero, pero un índice al fin, de la riqueza/pobreza de un país. Nótese que la Argentina tiene el índice más alto dentro de los países sudamericanos. Este dato es importante para evaluar los cuadros y gráficos siguientes.

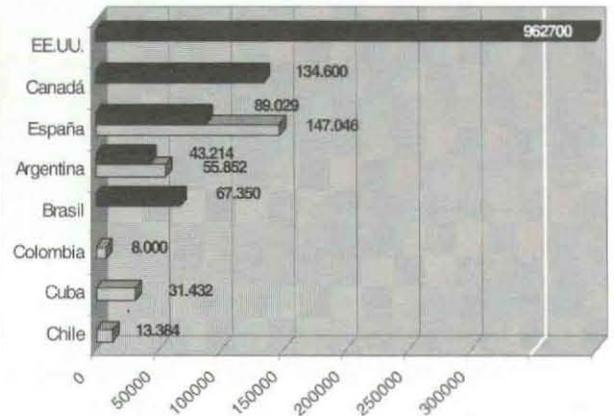
Gasto en C y T en millones de dólares	
	I+D
EE.UU.	182.217
Canadá	11.170
España	5.471
Argentina	1.229
Brasil	5.700
Colombia	398
Cuba	103
Chile	495



Este cuadro y el gráfico nos muestran el gasto que realizan estos países en Investigación y Desarrollo (I+D), que comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para derivar en nuevas aplicaciones. El cuadro expresa el gasto en millones de dólares y en el gráfico se observa el porcentaje que este gasto representa dentro del PBI de cada país.

Este cuadro y su gráfico nos muestran los recursos humanos dedicados a la Ciencia y la Tecnología. Se presentan datos sobre la cantidad de personas físicas (PF) y el número equivalente a jornada completa (EJC). En este último caso, se estima el tiempo de dedicación de cada persona a actividades de investigación (por ejemplo, una persona que dedica media jornada a la investigación es contabilizada como "medio investigador" EJC).

	Personal de Ciencia y Tecnología	
	PF	EJC
EE.UU.	962.700	
Canadá	134.600	
España	147.046	89.029
Argentina	55.852	43.214
Brasil		67.350
Colombia	8.000	
Cuba	31.432	
Chile	13.384	



Graduados universitarios: título de grado		
	CEN	I y T
EE.UU.	119.555	79.566
Canadá	7.005	9.415
España	10.578	26.651
Argentina	2.658	6.628
Brasil	24.987	15.307
Colombia	1.423	18.955
Cuba	958	3.928
Chile	928	4.618

Graduados universitarios: doctorado		
	CEN	I y T
EE.UU.	40.820	7.082
Canadá	1.190	1.110
España	3.158	580
Argentina	265	46
Brasil	1.274	548
Cuba	44	62
Chile	54	1

Estos cuadros muestran los graduados universitarios en dos categorías: Ciencias Exactas y Naturales (CEN) e Ingeniería y Tecnología (IyT).

Médicos que hacen un doctorado	
EE.UU.	65,00%
Argentina	0,47%
Brasil	1,61%

Este cuadro comparativo del porcentaje de médicos que realizan un doctorado indica la importancia que los profesionales y las instituciones que los forman le dan a la ciencia.

Publicaciones en el ISI	
EE.UU.	302.601
Canadá	37.345
España	20.080
Argentina	3.820
Brasil	7.401
Cuba	421
Chile	1.739
Total mundial	900.303

Número de publicaciones en el Sciece Citation Index durante el año 1996.

El Sciece Citation Index es una base de datos producida por el Institute for Scientific Information (ISI) de Philadelphia (EE.UU.). Tiene carácter multidisciplinario y abarca alrededor de 5300 revistas internacionales. ◆

Cumpleaños en Exactas *Los 80 de**Rolando García*

por Carlos Borches*



Para quienes conocen la historia de la ciencia en Argentina, el nombre de Rolando García evoca los momentos más brillantes y, por cierto, más dramáticos, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

En 1957, cuando García asumió el decanato de la FCEyN, se puso en marcha un proceso que rápidamente ubicó a la ciencia argentina en el escenario internacional. La historia terminó abruptamente con el asalto policial a esta Casa de Estudios en la tristemente célebre "Noche de los bastones largos".

Sin solución de continuidad, al brillante período como decano le siguió el exilio y un giro de sus preocupaciones científicas, que mudaron de la meteorología a la epistemología genética, materia en la que trabajó junto a Jean Piaget, de quien heredó la dirección de su instituto.

El 13 de agosto, el ex decano e investigador cumplió 80 años y nuestra Facultad le rindió un merecido homenaje. Las palabras que transcribimos a continuación las pronunció Rolando García ante un nutrido auditorio en el Aula Magna del pabellón II, el mismo lugar que 42 años atrás lo vio asumir como decano.

"No estoy muy seguro si el estado emocional me ha de permitir articular con cierta coherencia, porque este acto toca sentimientos muy profundos y agolpa en mí situaciones personales de un período de mi vida, no muy extenso, pero que fue profundamente vivido. Lo que viene a mi mente en este momento no son hechos ni personas particulares; lo que viene a mi mente quizás lo podría describir como un escenario donde actuaron esas personas, donde transcurrieron los hechos; un escenario que dio contexto y significado a lo que se hizo. En ese escenario predominaban las figuras jóvenes, un movimiento estudiantil como no he conocido en otra parte del mundo, graduados jóvenes—algunos de ellos que fueron a estudiar al exterior y volvieron, a pesar de que se hubieran podido quedarse— y algunos profesores de los que voy a citar a uno sólo, como puede ser Rodolfo Bush, que fue uno de entre muchos de los que armaron el escenario. Sin ese escenario, nada se podría haber hecho, o muy poco, porque fue un esfuerzo colectivo, una atmósfera, un lugar de discusión, fue un foro de comprensión, de análisis, y eso es lo que dio sen-

tido a esa realidad.

Lo que nos impulsaba era simplemente el afán de avanzar: teníamos mucho que hacer y poco que perder. Pero además de ese afán de avanzar, hubo otra cosa a la que le dedicamos mucho esfuerzo: la direccionalidad de ese proceso. La idea era crear esa facultad de ciencia de primer nivel internacional que pudiera contribuir a la Nación.

Ese afán de darle una direccionalidad fue lo que nos trajo los mayores sinsabores. En aquella época era natural dividir las fuerzas en "derecha" e "izquierda", hoy no sé qué quiere decir eso: entonces sí tenía sentido. Una gran parte de esta Facultad apoyo nuestra dirección, pero tuvimos grandes críticas de un sector del espectro de la derecha y de otro sector del espectro de la izquierda; los dos nos hicieron la guerra. Me referiré al conflicto con la izquierda, que fue lo que más me dolió... aunque después me dolió más la derecha. Nos pusieron el apodo de científicistas, cosa que consideré siempre como una gran injusticia: éramos "científicistas" porque queríamos empujar la Facultad a un alto nivel científico y enfocábamos el esfuerzo. En relación a esto quie-

ro referirme a algo personal. En aquella época hubo un congreso del Consejo Internacional de Uniones Científicas en Bombay y en esa ocasión se renovaba la mesa directiva. Fue entonces que me eligieron como vicepresidente: no quería decir nada, pero era muy impresionante. Con ese título bajo el brazo fui a con mi esposa a Nueva Delhi y pedí una audiencia al embajador chino; le dije que pensaba volver a mi país pasando por Hong Kong y le pedí si podría tomar contacto con científicos chinos, sobre todo porque allí tenía dos colegas muy queridos. La respuesta no fue inmediata pero fue positiva y me dijeron que sería invitado de la Asociación de Trabajadores Científicos de China. No se alarmen, no voy a contar el viaje ni voy a pasar diapositivas. Cuando fui a la Universidad de Pekín conocí al vicerrector, que en ese momento estaba a cargo de la universidad. Su nombre me sonaba conocido y le pregunté si era el autor de un trabajo muy bueno sobre turbulencia que había leído en una revista inglesa. Se asombró un poco de que pudiera comentar su trabajo y eso abrió la relación bastante.

Lo que encontré en China fue que el tipo de esfuerzos que realizábamos aquí para alcanzar el nivel científico era muy similar a lo que hacían ellos, naturalmente que en la dimensión china, una cosa completamente distinta; pero íbamos por la misma ruta. Después de un comentario acerca de la prioridad que le daban al nivel científico, me mostraron un famoso librito, que era el "Libro Rojo" de Mao y, cuando lo vi, con ese poco de megalomanía que tenemos todos, dije: "Mao me a plagiado y ni siquiera me cita". Mao dice allí que «todo lo que el enemigo sabe nosotros lo tenemos que saber, y todo lo que el enemigo no sabe nosotros lo tenemos que saber». Si trasladamos el "nosotros" de Mao al "nosotros" de ese aquí y ahora, y no hablamos de enemigo sino de "los otros", lo que podíamos pensar era que nuestra tarea era mucho más dura de lo que pensábamos: teníamos que

saber todas esas cosas, pero para cambiarlas teníamos que pensar, analizar e imaginar mucho más. Todo esto me dejó tranquilo y el apodo de "cientificista" me hirió mucho menos.

Lo otro, más grave, fue la derecha. Voy a decir con toda franqueza que la imagen que se da de "La noche de los bastones largos" es un poco deformada. Hay que tener en cuenta que, al lado de lo que más tarde se llamó "proceso", fue un episodio policial. Claro que nos rompieron cabezas y costillas, pero el objetivo no era romper cabezas. Los que instigaron eso eran civiles y universitarios, porque lo que estaba en juego era un programa ideológico: lo que querían romper no era cabezas, era el escenario que describí al principio, porque sabían que ese escenario conducía a un tipo de país totalmente distinto. La lucha fue dura y la perdimos, naturalmente.

Al rememorar lo que pasó entonces es absolutamente inevitable compararlo con el ahora, que es sumamente doloroso. Estamos en un período muy complicado, en este final de siglo oscilamos permanentemente entre la admiración y el horror, el deslumbramiento y la náusea. El deslumbramiento por los extraordinarios avances de la ciencia y la tecnología, el horror y la náusea por los 3000 millones de desnutridos que hay en el mundo —cifras de las Naciones Unidas—. El horror y la náusea porque un puñado de personas —llamémosles personas— han amasado capitales superiores a decenas de países de esos que nosotros llamamos del Tercer Mundo y que después se llamaron, casi sarcásticamente, «en vías de desarrollo». Hay un puñado de países que se han arrogado el derecho de castigar, bombardear, matar en cualquier parte del mundo por encima de todos los organismos internacionales. Desgraciadamente —no voy a seguir dando datos— un mundo de frustraciones. Son tiempos para aquellos que no pensamos la sociedad en términos de variables económicas sino en términos de personas.

Pero no es un tiempo de bajar los brazos y de abandonar esto. Siempre a habido de estos tiempos en la historia y hay que tomarlos como tiempos de reflexión. Tenemos que repensar nuestra discusión, y en lo que respecta a nosotros tenemos que repensar la educación y la universidad. Hoy la educación básica significa aprender a leer, no El Quijote sino leer los manuales de los aparatos para poder apretar el botón que corresponde: esa es la educación básica del Banco Mundial. Y en materia de educación superior se trata de poner la universidad al servicio del sistema productivo y del mercado. A nosotros nos corresponde pensar en ese mundo la universidad. Heredamos de la Edad Media dos instituciones: la Iglesia y la universidad. La Iglesia ha avanzado bastante, se ha transformado mucho, incluso muchísimo teniendo en cuenta la revolución teológica actual que nos confunde un poco porque ya no podemos mandar al infierno a nadie porque nos dicen que no tiene domicilio. Ellos han repensado mucho, nosotros seguimos con las tradiciones. La universidad está como está quizás por la tradición que tiene, y a una facultad como ésta le corresponde, y en buena medida, repensarla. Lo que hay que modificar, aunque se hable del fin de la historia y de las ideologías, es el aparato conceptual con el que se analiza la sociedad. Creo que tenemos una responsabilidad muy grande y hoy me preguntaba si no será que habrá que rehacer ese escenario, la universidad foro de discusiones, lo que en aquella época nos atrevimos a llamar "la conciencia crítica y política de la sociedad"; no de partido político: la política es lo que tiene que volver a la universidad, esa universidad con conciencia social que haga punta en la transformación.

Creo que he hablado demasiado. Tengo que agradecerle al señor decano y a sus colaboradores por esta invitación y por permitirme hablar sin interrupciones, pensar en voz alta, y permitirme recordar como incentivo y motor para forjar nuevas utopías. ♦

**Jefe de la Oficina de Prensa, SEU, FCEyN*

Bioterio de Exactas *Ratones con pedigree*

por Susana Gallardo*

Muchos avances de la biología y la biomedicina tal vez no hubieran sido posibles sin ellos. La prueba de efectividad de una nueva droga contra el cáncer, o la calidad de una vacuna dependen, en gran medida, de experimentos con animales de laboratorio. Y hoy se considera que la clave de los resultados de una investigación está en la calidad de estos *reactivos biológicos*.

De hecho, cualquier investigador que quiera publicar un trabajo en una revista internacional, debe certificar que cumplió con todas las normas éticas y de calidad en cuanto a la manipulación de los animales.

En este sentido, en el ámbito de la Universidad de Buenos Aires hay una tendencia orientada a mejorar la calidad de los animales de laboratorio. Y dentro de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) se está reacondicionando el bioterio para que cumpla con todas las normas internacionales. Las obras incluyen el azulejado de las salas de animales y las áreas de servicio, y la instalación de un sistema de aire acondicionado con filtrado de aire, y sin recirculación, que estará listo para fin de año.

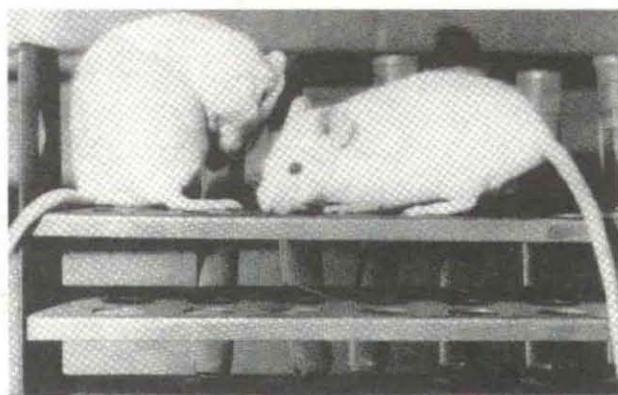
"El aire acondicionado es el corazón del bioterio", afirma la doctora Adela Rosenkranz, coordinadora del Bioterio Central de la FCEyN. En los sistemas de aire acondicionado comunes, el 80 por ciento del aire retorna al equipo, así éste enfría sólo un 20 por ciento. En el bioterio, en cambio, no se concibe que el aire vuelva al equipo y recircule debido, sobre todo, al amoníaco que se produce a partir de la orina y materia fecal de los animales. Todo el aire de las salas es eliminado a través de filtros, y no retorna.

"El aire se renueva totalmente de 15 a 20 veces por hora, sin recirculación. Y debe asegurarse que el entrante lo haga a la temperatura y humedad adecuadas, de acuerdo con lo que necesita cada especie", explica Rosenkranz.

Otro punto importante en un bioterio son las barreras sanitarias, que tienen la finalidad de evitar la entrada de microorganismos que puedan contaminar a los animales. El personal, antes de ingresar a las salas, debe ducharse y colocarse un uniforme estéril, que incluye mameluco, barbijo, gorro, guantes y zapatos. Además, todo lo que está en contacto con los animales debe ser sanitizado: jaulas, bandejas, viruta, alimento, bebederos, y otros enseres. Esto se hace mediante desinfección química, o vapor a presión en equipos denominados "autoclaves".

Animales rigurosamente vigilados

En el bioterio de la FCEyN se crían dos especies de animales, rata y ratón, y dentro de cada especie, varias cepas. También se mantienen conejos, pero no se crían. Por mes se entrega un promedio de 500



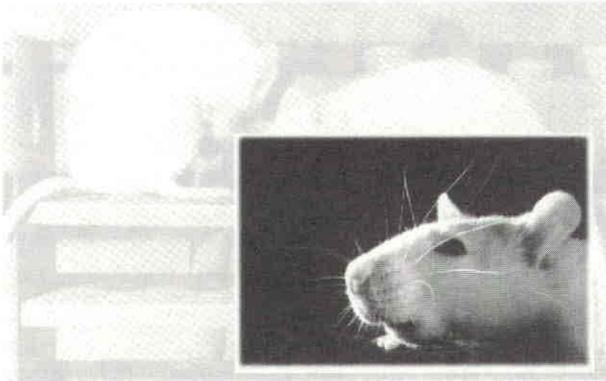
animales adultos, es decir mayores de tres meses. El precio de una rata adulta es de 6 pesos.

La mayoría de los clientes son los investigadores de la FCEyN, que tienen un 25 por ciento de descuento. También vienen investigadores de otras facultades y centros de investigación a comprar animales.

A pesar de que el bioterio tiene una amplia "clientela", no da ganancias. "Poder criar y mantener animales de muy buena calidad es costoso", asegura la coordinadora del Bioterio. El personal trabaja sin descanso los 365 días del año, y debe cambiar a los animales de jaula dos o tres veces por semana. Y revisarlos uno por uno para detectar algún problema de salud. En ese caso, hay que retirarlos de la colonia.

Además, los animales son controlados para determinar si están contaminados con virus, bacterias, hongos o parásitos. También se los supervisa desde el punto de vista genético. Esto es importante porque cuando un investigador publica un artículo científico, debe indicar si los animales con que trabajó tienen todos el mismo patrimonio genético, lo que significa que durante, por lo menos, 20 generaciones fueron apareados entre hermanos. En caso contrario, debe indicar a qué colonia pertenecen.

Con respecto a la dieta, también es necesario saber cómo está compuesta, y que esté libre de contaminantes. A veces, los alimentos balanceados para animales de laboratorio contienen hormonas o antibióticos. Estas presencias indeseadas, y no sospechadas por el investigador, pueden desbaratar el experimento, con el consiguiente costo de tiempo, esfuerzo, y frustración.

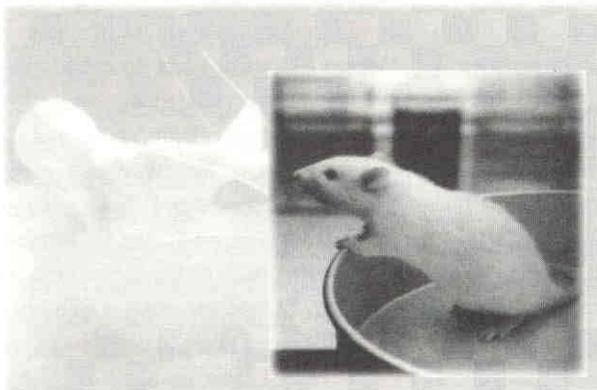


¿Cómo agarrar un ratón?

"El manipuleo de los animales requiere una preparación especial, incluso para agarrarlos, para que no sufran y se sientan seguros", subraya Rosenkranz, y agrega: "El que no sabe, suele agarrar una rata por la cola, y el animal queda colgado, y sufre".

Pero, ¿qué pasa cuando el investigador se lleva los animales a su laboratorio? ¿Se siguen respetando las normas? Rosenkranz afirma que, en ciertos casos, se observan deficiencias en ese sentido: a veces hay demasiados animales por jaula, no se los manipula bien, o el aire acondicionado no posee renovación total. "Algunas de estas fallas se deben a que ciertos investigadores no tienen una formación específica, dado que en las carreras de grado no existe la materia *Animales de laboratorio*", subraya.

En los países desarrollados hay legislación que exige que las personas involucradas con animales tengan la formación y el entrenamiento adecuado. En nuestro país esas normas no existen, por ello, dentro de la UBA, el bioterio de la FCEyN, junto con los de las Facultades de Farmacia y Bioquímica, y de Ciencias Veterinarias, así como la carrera de Técnico de Bioterio, acordaron un programa conjunto para organi-



zar y dictar cursos para investigadores. El primero de estos cursos, que tuvo 80 horas de duración, se ofreció en agosto en la FCEyN.

Servicio de hotelería

El bioterio de la FCEyN ofrece un servicio de hotelería para animales de experimentación, y la mayoría de los investigadores de la Facultad dejan los animales allí. Hay también un pequeño laboratorio donde se pueden realizar técnicas menores como recoger muestras, inyectar a los animales, observarlos, efectuar pequeñas cirugías, entre otras.

Si bien algunos investigadores prefieren tener los animales en sus propios laboratorios, lo que se considera correcto es realizar los experimentos en el bioterio. Y se habla de bioterios de cría, de mantenimiento y de experimentación. En cuanto a estos últimos, hay dos tipos: de experimentación limpia (con elementos no contaminantes) y bioterios donde se trabaja con sustancias infecciosas o peligrosas. En ellos, los trabajos se efectúan en equipos especiales denominados *aisladores*. "Nosotros no tenemos aisladores, por eso no aceptamos el uso de sustancias infecciosas ni peligrosas", recalca Rosenkranz.

Normas éticas

En la Argentina, la única reglamentación existente con el fin de respetar, en lo posible, los hábitos y los derechos de los animales, corresponde a una resolución de Consejo Directivo de la FCEyN. Entre otras pautas, las normas éticas determinan que todo procedimiento que pueda causar dolor o sufrimiento en los animales debe realizarse con sedación o anestesia.

"El mejoramiento de la calidad de los animales repercute en la calidad de la investigación. Al investigador en bioquímica no se le ocurriría hacer un ensayo con un reactivo de baja calidad. Del mismo modo, el investigador en biología necesita un reactivo biológico de calidad que es el animal de laboratorio, libre de patógenos y estandarizado genética y ambientalmente", señala el doctor Norberto Barassi, director del Bioterio de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA. Y subraya: "Sería importante que las autoridades de Ciencia y Técnica dictasen normas de regulación en sus institutos, así como nosotros lo hacemos dentro de la UBA".

Las normas éticas no sólo se proponen evitar el dolor o el sufrimiento de los animales, sino que también se vinculan con los resultados de los experimentos, que pueden alterarse, o directamente fracasar, a causa del estrés, la contaminación o la dieta. La investigación de excelencia requiere animales de laboratorio de óptima calidad. ♦

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

Una familia de muchos primos

por Ariel Libertun*

Hay familias que son grandes, pero la familia de los números, en la que a cada momento aparecen nuevos primos, supera a casi todas. Siendo rigurosos, habría que decir que estos primos no aparecen sino que se los busca, aunque no en las guías de teléfono o a través de programas de televisión, sino mediante computadoras.

"Aunque la capacidad de manipular los números se remonta al alba de la humanidad misma, las historia de la factorización comienza en la antigua Grecia", explica el físico y matemático de origen canadiense Marc Thibeault. "Hace unos 2300 años, Euclides probó que todo número se puede escribir como producto de otros números particulares y, además, que este producto es único", dice Thibeault, quien se desempeña en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), asociado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Los números primos son aquellos que no tienen otro divisor entero más que el 1 y ellos mismos, como, por ejemplo, el 2, 3, 5, 7, 11 o el 13. Estos son tan sólo los seis primeros integrantes de un conjunto, el de los primos, que se sabe fehacientemente que es infinito.

El problema de hallar nuevos números primos es que se requiere una gran capacidad de cálculo o, lo que es equivalente, mucho tiempo haciendo cuentas. Thibeault, a

quien le atrajeron desde joven las propiedades de los números y la de los primos en particular, remarca que "el problema con los métodos para determinar si un número es o no primo radica en que son muy ineficientes, y esto se hace más notable cuanto más grande es el número que se analiza".

La motivación para encontrar estos números es grande y se ha incrementado mucho en los últimos tiempos. Ocurre que los números primos gigantes son el centro de las tecnologías de seguridad electrónica, ya que en base a ellos se construyen los sistemas de codificación, o encriptación, que son esenciales para el desarrollo del mercado del comercio electrónico por Internet y de mecanismos de protección de la información.

Los números de Mersenne

Uno de los intentos de aliviar este problema de la búsqueda lo hizo Marin Mersenne en 1644, cuando propuso la existencia de números primos que se pueden escribir de la forma $2^p - 1$, siendo p un número primo. En su forma original, el matemático indicaba que únicamente con los números 1, 2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 67, 127 y 257, la fórmula funcionaba (en aquella época se consideraba al número 1 como primo). Es decir, si bien la fórmula

no es infalible, sigue siendo una herramienta útil para encontrar nuevos primos. Un nuevo integrante de la familia encontrado de esta manera suele denominarse número de Mersenne.

Estos primos tan simpáticos siempre ejercieron una gran atracción entre los "cazadores" debido a la forma relativamente sencilla en que se generan. De todas maneras, antes de la existencia de las computadoras, el problema de encontrar nuevos números primos estaba sólo reservado para unos pocos valientes que se aventuraban a realizar una cantidad inmensa de cuentas "a mano". Hasta mediados de este siglo sólo se conocían doce números de Mersenne, pero en 1952, con el inicio del uso de las computadoras, el ritmo de descubrimiento de este tipo de números explotó. En un solo año, el matemático Raphael M. Robinson descubrió -con su programa de computación- cinco nuevos números de Mersenne, tantos como los encontrados durante los ciento ochenta años anteriores.

Sin embargo, el club de buscadores seguía siendo algo exclusivo ya que se requería tener acceso a alguna de las grandes computadoras del momento. Un ejemplo de ello es la historia de David Slowinski, un fabricante de supercomputadoras, quien a mediados de este siglo se dedicaba a con-

1 5 7 8 4 9 6 6 5 0 4 7 8 7 2 0 4 4 0 8 7 2 1 5 6 3 6 4 2 6 8 7
 4 1 5 3 9 8 7 5 1 0 2 3 6 5 4 0 8 7 5 6 3 0 2 1 8 0 9 6 5 8 7 4 2
 1 3 6 5 4 8 7 8 0 8 8 7 4 1 2 9 6 8 4 0 6 5 8 0 0 5 2 3 6 9 7 8 5

Premios

Para incentivar aún más la participación de la gente en alguno de estos proyectos de computación cooperativa, existen organizaciones que ofrecen premios en efectivo para aquellos usuarios que contribuyan a resolver los problemas. Por ejemplo, *distributed.net* (<http://www.distributed.net>) decidió aprovechar la computación distribuida a través de Internet para ganar una prueba de decifrado de claves. Se trata de la competencia propuesta por los laboratorios RSA (<http://www.rsa.com/rsalabs/97challenge/>) que pone a prueba un sistema de codificación de información estándar que el gobierno de Estados Unidos apoya. Si el grupo en cuestión gana la contienda planea repartir el premio de diez mil dólares tal como hizo en otras oportunidades, es decir con la persona que descifre el código y con alguna organización sin fines de lucro que elijan entre todos los participantes del esfuerzo.

Otro premio tentador es el que ofrece la Funda-

ción Frontera de la Electrónica, EFF (<http://www.eff.org/coop-awards/>) por hallar números primos verdaderamente grandes. El premio por ser el primero en encontrar un número primo de un millón de dígitos es de U\$S 50.000, por uno de diez millones de dígitos es de U\$S 100.000, por uno de cien millones de U\$S 150.000 y por uno de mil millones de dígitos de U\$S 250.000. Según John Gilmore, uno de los fundadores de EFF, "estos premios son sobre cooperación y para el fomento de la participación de la gente en la resolución de los grandes problemas científicos". De acuerdo con su opinión, "la esperanza de la fundación es que esta iniciativa sirva como catalizador de un mercado de computación cooperativa, en que gente con computadoras ordinarias alquilen el tiempo libre de sus máquinas a otros que necesiten hacer correr procesos que requieran de un gran poder de cálculo".

vencer a sus compradores de que probaran las máquinas haciendo funcionar un programa de su invención que calculaba números de Mersenne. "Así—cuenta Thibeault—, con siete números de Mersenne en su crédito, Slowinski se convirtió en el mayor descubridor de este tipo de números de la historia".

Búsqueda cooperativa

El crecimiento de Internet permitió que la dinámica de búsqueda y verificación de números de Mersenne cambiara completamente. Marc Thibeault explica que fue Georges Woltman, un computador científico egresado del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), quien reagrupó toda la información sobre los números que ya habían sido probados y la puso a disposición de todo el público junto con un programa muy eficiente y gratuito para encontrar nuevos números de Mersenne. Así fue que en 1996 nació una empresa colectiva integrada por cientos de personas dispersadas por todo el mundo, conectadas por Internet, y que se desconocían entre ellas, dedicadas a la búsqueda de Primos de

Mersenne. La empresa se llama GIMPS (por la denominación inglesa "The Great Internet Mersenne Prime Search"), y es uno de los varios proyectos de computación "cooperativa" o "distribuida" que hay en la red. "La capacidad de cálculo actual de GIMPS—puntualiza Thibeault—, es equivalente a más de 10 veces la super-computadora de Slowinski, lo que convierte al proyecto en una computadora virtual cuya potencia se halla entre las 10 computadoras más potentes del mundo".

Continuando con este esfuerzo en 1997 Scott Kurowski, gerente de desarrollo de software y fundador de Entropia.com, estableció PrimeNet, un sitio en el que se asignan automáticamente los rangos de números donde buscar y donde se reportan los resultados para GIMPS. De esta manera la exploración quedó definitivamente al alcance de cualquiera que tenga una computadora, una conexión a Internet y ganas de participar en el proyecto.

Hasta comienzos de junio de este año, GIMPS había producido los tres mayores números de Mersenne que se conocen, incluido el mayor de todos, un número de

909.526 dígitos. Thibeault da una idea del tamaño de este número. "Impreso con caracteres de un milímetro—ejemplifica—, el número ocupa 6 páginas comunes de impresora, y el archivo en el que se guarda ocupa más de 466 kilobytes".

Seguir buscando

Buscar números primos es algo que ha fascinado a los matemáticos por siglos. Estos números son una parte fundamental en la seguridad de las páginas de Internet, el comercio electrónico de uso corriente y el de privacidad protegida. Además, buscarlos mediante la computación cooperativa es una forma práctica de desarrollar esta poderosa herramienta del futuro.

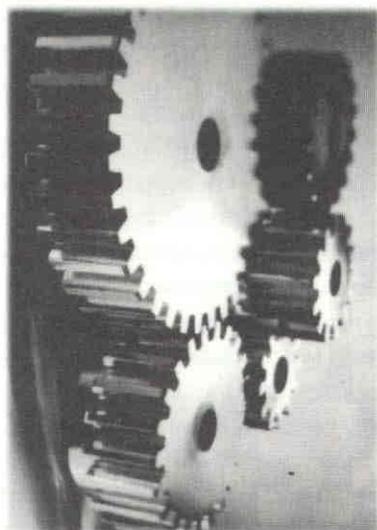
Pero aunque no existiera una aplicación directa de la búsqueda o de sus resultados, el hecho de que estén allí es razón suficiente para tratar de encontrarlos. Por lo menos esto es lo que motiva a Thibeault, quien lo expresa citando a Oscar Wilde: "Estamos todos en la misma senda, pero algunos estamos mirando las estrellas". ♦

* Licenciado en Física, docente auxiliar y estudiante de doctorado del Departamento de Física, Becario CONICET.

2 4 2 4 4 4 2 4 4 4 2 4

Orgullo de

Hace casi nueve años, un grupo de graduados de la FCEyN decidió cristalizar la idea de devolverle a la Facultad una parte de lo que recibieron de ella. La forma elegida para satisfacer tan loable objetivo fue la de crear una institución sin fines de lucro abocada a apoyar la función académica de investigación y docencia. Nació así la Fundación Ciencias Exactas y Naturales.



“Promover el desarrollo de las investigaciones básicas y aplicadas y la formación de investigadores y técnicos en el campo de las ciencias exactas y naturales y áreas relacionadas”, es uno de los objetivos sobresalientes establecidos en su acta fundacional. En los hechos, la Fundación Ciencias Exactas y Naturales comenzó siendo la primera estructura de vinculación externa de la Facultad. Actualmente, colabora con las autoridades de la FCEyN apoyando las tareas de investigación y docencia mediante el otorgamiento de subsidios, becas y fondos para la compra de equipamiento, promoviendo las capacidades potenciales de la Facultad dentro de ámbitos no universitarios, y difundiendo las actividades académicas por medio de la organización de seminarios y cursos de actualización.

La Fundación realiza una intensa actividad tanto en la captación de los fondos necesarios para satisfacer sus objetivos como en la aplicación de los mismos a determinados fines de la vida académica de la Facultad. La principal fuente de recursos reside en la vinculación que la Fundación –como interlocutor activo– facilita, estimula y promueve entre los grupos científicos y tecnológicos de los distintos departamentos de la FCEyN y el sector empresarial. La dinámica moderna a la que está sometida cualquier actividad de tecnología, producción o servicios –caracterizada por un creciente ritmo de cambio y una necesidad de adaptación a las situaciones nuevas que plantean los problemas inéditos– coloca a la Facultad y a sus docentes investigadores en un sitio referencial.

En definitiva, la Fundación trabaja aumentando el flujo de aportes privados a la actividad

académica pública, sin perder de vista el reclamo de la comunidad educativa por un aumento del presupuesto, como tampoco el rol del financiamiento público en creación de conocimientos o la independencia académica de las lógicas del mercado.

Posibilidades ilimitadas de colaboración

Dado que la Fundación puede contratar profesores investigadores para impartir enseñanza, dictar cursos, dirigir seminarios y realizar investigación, así como otorgar becas de perfeccionamiento, comprar material bibliográfico y efectuar “toda otra actividad que lleve al cumplimiento de los propósitos establecidos”, queda demostrado que su capacidad de colaborar con la FCEyN es tan ilimitada como las necesidades a cubrir.

Desde su creación, la Fundación ha concertado convenios por un monto superior al millón y medio de pesos con ingresos netos del orden de los trescientos mil pesos. Estos recursos permitieron comprar equipos para diferentes grupos de investigación, auspiciar viajes de capacitación de docentes investigadores y crear un premio bianual a la mejor tesis de doctorado en cada disciplina por un valor de dos mil quinientos pesos para cada ganador. Asimismo, en acuerdo con las autoridades de la FCEyN, la Fundación decidió apoyar la reciente renovación de la Biblioteca Central de la FCEyN mediante la donación de libros, solventando la auditoria que fijó las pautas de su rediseño, financiando los costos del personal adicional que permitió extender el horario de atención y gestionado el auspicio privado de las tarjetas magnéticas que se utili-

pertenencia

por Guillermo Mattei*

zan en las fotocopiadoras.

Hacia el futuro cercano, la FCEyN y la Fundación tienen previstas nuevas estrategias coordinadas de vinculación tecnológica. El doctor Ernesto Calvo, secretario de Investigación y Planeamiento de la FCEyN explica: "Estamos trabajando juntos, optimizando esfuerzos y aprovechando las potencialidades de cada parte". La tarea implica sintetizar algunas de las políticas científicas y tecnológicas que genera la Facultad con la actividad de la industria, aprovechando la vinculación de los graduados de la Fundación en ese medio. Sin embargo, Calvo aclara que el proceso exige encontrar formas de compatibilizar la dinámica académica de la Facultad con la lógica de una entidad privada como lo es la Fundación. "En el marco organizativo del llamado programa FONTAR de contacto entre las universidades y la industria, la Fundación cumplirá un rol estratégico para nuestra Facultad", asegura el doctor Moisés Burachik, a cargo del área de convenios, contratos y vinculación tecnológica de la FCEyN.

Por su parte, la Fundación editará en los próximos meses un catálogo con todos los servicios que la FCEyN puede ofrecer a terceros con el objetivo de generar un mayor acercamiento con los diferentes actores sociales potencialmente vinculables a las actividades de la Facultad.

El contacto con los graduados

Complementariamente, la Fundación elabora una tarea de vinculación social entre los graduados de la FCEyN tratando de revitalizar los mecanismos de comunicación. En este sentido, sus autoridades han decidido ampliar

¿Cuándo, quiénes y dónde?



El origen de la Fundación, en diciembre de 1990, está asociado a apellidos, la mayoría de graduados de la FCEyN, tales como: Algranatti, Behrens, Comín, Fernández Prini, Jacovkis, Levitus, Mariscotti, Mayo, Olabe Iparraguirre, Recondo, Saggese, Scolnik y Ventura.

Su estructura orgánica consiste en un Consejo de Administración de ocho miembros elegidos por tres años con derecho a reelección indefinida. Actualmente este cuerpo está integrado, además de por su presidente, el doctor Jorge C. Giambiagi, por los doctores Jorge Comín, Jorge Galli, Teodoro Leiserson, Marcos Migliardi, Oscar Saggese y Edgardo Ventura (como consecuencia del reciente fallecimiento del doctor Levitus está pendiente el nombramiento del octavo miembro).

Su oficina de atención está ubicada en la Biblioteca Central de la FCEyN, en el Pabellón II de la Ciudad Universitaria (1428, Ciudad de Buenos Aires) y su teléfono/fax, para consultas, es el 4576-3322.

la base de acción y contacto con los graduados estableciendo en la categoría de *adherentes* "toda persona, física y/o jurídica que, consustanciada con los objetivos de la entidad, efectúen aportes periódicos para el sostenimiento de sus actividades".

Además, hacia fin de año, la Fundación tiene programada la organización de un evento social mediante el cual se espera recaudar nuevos fondos para aplicar a las distintas finalidades de la Facultad.

El presidente de la Fundación, doctor Jorge Giambiagi, aclara que el pilar central de toda la tarea "es el acercamiento a los graduados como fuente natural para el mantenimiento de la entidad y de los contactos con los posibles donantes de fondos". En su análisis, no sólo los docentes investigadores que tienen lugar de trabajo en la misma Facultad deberían ser los más comprometidos con ella, sino que, como ocurre en muchos centros universitarios del mundo, el solo acto de graduación debería simbolizar el nacimiento de un sentido de pertenencia al claustro más allá del devenir profesional del graduado. "El cambio de esta cultura es una de las actividades en la que la Fundación debería poner sus mayores esfuerzos", concluye Giambiagi.

De esta manera, a partir de la promoción entre los graduados de la FCEyN del espíritu de camaradería y del orgullo de pertenencia a una casa de estudios que, por historia y tradición, es muchísimo más que una mera institución formadora de profesionales, la Fundación se ha transformado en una parte importante del sostenimiento de las actividades académicas de la Facultad ♦

* Secretario de Graduados y Asuntos Profesionales - FCEyN.

Guillermo Jaim Etcheverry

“La escuela es una guardería ilustrada”

por Armando Doria y Ricardo Cabrera
Fotos: Juan Pablo Vittori



El portero del edificio de la calle Galileo nos indica el camino hasta el ascensor. Es una jaula de un metro por un metro, opuesto al mármol y a la alfombra del hall. Cuando llegamos al noveno piso nos recibe, con sorpresa, Guillermo Jaim Etcheverry. “Los han hecho entrar por la puerta de servicio”, dice preocupado mientras nos invita a pasar al living de su departamento.

Si bien desde hace muchos años vive en Barrio Norte, Jaim Etcheverry nació en Villa de Parque, donde pasó su infancia y creció viendo trabajar a su padre médico, de quien heredó la profesión. “Las malas lenguas dicen que empecé la carrera de medicina porque la Facultad me quedaba cerca, pero eso no es cierto”, bromea sentado en una banqueta sin respaldo, interesado por saber sobre qué temas hablaremos durante la entrevista:

—De su carrera, por ejemplo.

—Mi carrera es algo bastante raro porque en un comienzo la medicina no me entusiasmaba mucho. La elegí porque pensé que me daría una buena formación y me posibilitaría el ingreso a la carrera de investigador. Después, durante la carrera, me di cuenta de que podría haber hecho alguna otra cosa, pero ya era tarde.

—¿Y el cine? ¿Es verdad que le gustaba el cine?

—Lo que pasó fue que, en ese momento, acá no había buenas escuelas de cine y tendría que haberme ido a estudiar a Italia. Como era muy chico para dejar el país opté por un camino más convencional. Me interesaban muchas cosas, leía mucho; creo que fue por eso que la medicina inicialmente no me atrapó.

Jaim Etcheverry estudió en la Universidad de los años 60, y recuerda esa época como de muy buenas experiencias y en la que todo indicaba que el camino al desarrollo científico nacional era irrenunciable. “Pensábamos que iba a haber apoyo, equipamiento bueno, las mejores condiciones de trabajo”, cuenta, aclara-

rando que los de su generación también sabían que la investigación no los haría ricos, aunque tenían la certeza de que podrían vivir tranquilamente de su trabajo. En su discurso se lee la nostalgia de esos tiempos: “La Argentina estaba muy bien posicionada. Estábamos verdaderamente en la frontera, investigando lo mismo que los países de primer nivel. La ciencia argentina era totalmente competitiva a nivel internacional”.

—Pero algo sucedió con el rumbo de las políticas científicas...

—En realidad, fue un esfuerzo que no estuvo basado en una relevancia social. La sociedad no veía el desarrollo científico como algo importante y, además, careció de apoyo políti-

co, no hubo interés. Por otro lado, ingresó en una etapa de burocratización muy grande... pasaron demasiadas cosas. Pero, de todas maneras, hay que aceptar que la ciencia nunca estuvo incorporada en la gente ni en la dirigencia: hay un ansia de que la ciencia sea importante para el país, pero es un discurso, en los hechos concretos no existe. Por eso, todo fue languideciendo.

—¿Y, cómo es la ciencia actual en la Argentina?

—No creo que tengamos una ciencia tan original o que haga contribuciones importantes, sobre todo si tenemos en cuenta el desarrollo del conocimiento en los años 60. Es verdad que hace falta más inversión, pero creo que se ha perdido mucho en creatividad. En aquella época la contribución científica era más original, hoy se repite mucho, se utilizan las mismas líneas.

«CREO QUE HAY UNA ANTI INTELLECTUALIDAD Y ESO SE REFLEJA EN EL ESCASO APOYO QUE RECIBE LA INVESTIGACIÓN Y LA UNIVERSIDAD.»

—¿La causa puede estar en la formación?

—En la formación también, pero más que nada en la falta de interés. Hay un libro de Augusto Pérez Lindo que dice que la argentina no es una "sociedad de conocimiento" sino "contra el conocimiento". Creo que hay una anti intelectualidad y eso se refleja en el escaso apoyo que recibe la investigación y la universidad. Y esa actitud, que es tan poco científica, la desarrollan los chicos en la escuela: la gran mayoría no tiene interés por la ciencia y nadie se lo despierta porque, increíblemente, no parece importante hacerlo, o por lo menos no les parece a quienes les debiera parecer.

—Ese desinterés por la ciencia, ¿no está presente también en la propia Facultad de Medicina?

—Es una facultad muy profesionalista. En los 60 hubo un buen desarrollo de la investigación científica frente al planteo de la medicina tradicional, pero después sobrevino un retro-

ceso con cada vez menos apoyo para con la ciencia básica. Creo que lo que hoy se enseña no es tan actualizado en relación a lo que se enseñaba en mi época.

—¿Nuestros médicos se encuentran tan dedicados a la clínica que no tienen tiempo o interés para investigar?

—Tienen una formación básica que no es tan buena porque, sencillamente, no se la ve como tan importante, y eso condiciona la investigación.

En 1961, un año después de su ingreso a la carrera de Medicina, Jaim Etcheverry comenzó haciendo docencia pero con la mira fija en la investigación. Poco antes de recibirse dio en el blanco obteniendo un lugar en la cátedra de Eduardo De Robertis, en la Facultad. Una vez con el título en la mano entró al Conicet iniciando de esa manera la carrera de investigador.

Si bien siente una deuda con el trabajo clínico, que siempre relegó en pos de la actividad científica, su carrera marchó viento en popa desde el comienzo. En el 69 viajó a Suiza con una beca de la Unesco y al poco tiempo volvió para radicarse en el país: siempre le interesó trabajar en Buenos Aires y, pese a sus frecuentes viajes, nunca dejó de hacerlo.

—¿Qué relación tuvo con la actividad política?

—Nunca tuve una relación muy estrecha. La

más viva fue en el 86, con la vuelta de la democracia, donde me pareció que valía la pena comprometerse.

—¿En los 60, en su época de estudiante, tampoco?

—Tampoco. Fue una época más intelectual, en una facultad en los que el interés estaba puesto en hacer cosas en relación al conocimiento.

—¿Pero también fue una época de convulsión política?

—En realidad, las convulsiones fueron antes y después de lo que me tocó vivir. En ese momento, la universidad estaba más estructurada y la energía de la gente estaba puesta en la investigación. Yo no fui tan consciente en esa época—en el 66 acababa de recibirme—, trabajaba sin estar alerta a lo que estaba pasando.

—¿Cómo vivió el golpe del 73?

—Fue un momento muy difícil porque la Facultad estaba en una confusión total: no sabíamos si al día siguiente nos echarían, así que todos los días nos llevábamos los cuadernos con los datos de nuestros trabajos científicos. La investigación básica no estaba bien vista. De todas maneras, puse mucha energía en la docencia.

De los años 70, Etcheverry vuelve a saltar hasta mediados de los 80, una época que considera significativa: "En ese momento se



planteó la alternativa de presentarme como candidato a decano de la Facultad de Medicina. Dudé bastante porque muchos me aconsejaban que no lo hiciera, pero pensé que, si tenía la posibilidad de hacer algo como siempre había querido, estaría bien hacerlo. Además, era un momento interesante, había esperanza".

—¿Qué lo llevo a interesarse en la política universitaria?

—Al volver la democracia, un grupo de estudiantes me buscó para ver cómo manejar el problema del ingreso y de a poco fui introduciéndome en el tema.

—Hasta llegar a decano de la Facultad de Medicina.

—Sí. Realmente, fui una anomalía por ser el primer decano con cargo *full-time* de investigación en ciencias básicas. Esos cuatro años fueron muy positivos, y fue la época por la que empecé a interesarme por los temas educativos. Primero pensé en la universidad y después en que era muy difícil resolver los problemas de la universidad si no se solucionaban los de la educación en todos los niveles: el problema se juega antes de la academia. Además, la universidad cumple una escasa función educativa, más bien de un entrenamiento profesional.

—¿Entonces, cuál debería ser su función?

—Para empezar, la Argentina no tiene universidad sino que tiene una federación de facultades

—¿Cómo definiría el concepto de universidad?

—Es la experiencia intelectual total. Uno va por un pasillo y se cruza con el profesor de filología y, si quiere, puede ir a su clase. Es la interacción entre las disciplinas. Claro que es difícil tenerlo pero deberíamos hacer un esfuerzo mayor al que hacemos, es necesario buscar estrategias.

La reforma de los estatutos universitarios—

que hace un año era el tema central del ámbito académico y que todavía permanece latente— representaría el proyecto opuesto a la academia universalista que plantea Etcheverry como ideal, ya que prioriza la rápida especialización por sobre la formación integral. "La reforma es algo confuso —dice con gesto de restarle importancia—. Es de esas cosas que se resucitan en épocas electorales, pero que en realidad no cambian nada. Si no, fíjense: todo sigue como hace 15 años".

—Entonces, cuéntenos su idea de reforma.

—Debería centrar su esfuerzo en abrirle a los alumnos un panorama amplio, más allá de la orientación que han elegido. A quien estudia biología no le vendría nada mal hacer un curso de filosofía y a quien estudia filosofía no le vendría nada mal saber algo de biología. Creo que ése es el camino del futuro. Las buenas universidades de hoy dan formación en tres o cuatro disciplinas básicas para posibilitar el acceso al conocimiento desde diferentes enfoques. Es bastante común que muchos altos dirigentes de grandes empresas no sean graduados en administración sino en filosofía o historia, y es porque son los que tienen las herramientas conceptuales para entender cambios complejos en tiempos tan veloces.

«LA GENTE QUE INGRESA A LA UNIVERSIDAD NO TIENE LAS HERRAMIENTAS ELEMENTALES».

—Con el tema de la formación complementaria viene a la mente el CBC. Usted estuvo cerca del proceso de concepción.

—Sí, estuve cerca. Creo que el CBC fue una salida para poder descomprimir el tema del ingreso. Además, evolucioné mucho desde el 84 y ya no estoy totalmente en desacuerdo con el CBC. Al principio creí que no tenía sentido pero más tarde me pareció bien, claro que más allá de la realización práctica. Tiene una función educativa importante. Ha pro-

ducido una selección sin un costo social feroz. Como idea teórica no es mala, es un ámbito multidisciplinario en que se pueden ver cosas distintas.

—De todas maneras, según dijo anteriormente, el problema estaría en la educación inicial.

—También en la educación inicial. La escuela se ha convertido, en el mejor de los casos, en una guardería ilustrada. Tanto los alumnos como los padres lo toman como un trámite prolongado. Quieren que los chicos terminen, total después estudiarán lo que les gusta. También se repetirá esto en la universidad: todos piensan que después estudiarán lo que les gusta en el posgrado. Así, esperando el después que no llega nunca, nadie aprende nada. Pero la universidad no puede desconocer eso, tiene que hacer algo. La gente que ingresa no tiene las herramientas elementales y uno los engañaría si les dijera que no importa que lleguen con una formación mala y los sentara en un aula a hablarle de la teoría molecular.

Pero en la formación académica no se agota el tema de renovar el proyecto universitario. Etcheverry plantea una mayor presencia pública: aprovechar sus valores positivos y asumir un compromiso con la sociedad. "La Universidad tiene gente para conseguirlo, y en cambio siempre está muy a la defensiva, siempre contra algo", dice, y agrega dos ejemplos de interacciones con el resto de la sociedad: "Los estudiantes avanzados podrían ir a las escuelas a enseñar ciencia y a hacer de tutores de los chicos —como es común en Israel, por ejemplo—, y también sería vital que la Universidad le dé a la Ciudad de Buenos Aires un museo de ciencias."

—También hay que tener en cuenta que la universidad vive una situación de ahogo presupuestario que sólo le alcanza para pagar sueldos.

—Sí, es cierto, pero son iniciativas que la universidad tendría que tomar porque su propio futuro depende de crear una ciudadanía que

se interese por estas cosas. Además, creo que se pagan demasiados sueldos: en la buena distribución está el aprendizaje para vivir con lo que uno tiene. Hay que hacer lo mejor posible con el presupuesto que tenemos, y también luchar por uno más alto. Es necesario asumir que hay cosas que se pueden hacer, incluso con poca plata.

—Muchos ven el aporte de capitales privados como una opción para mejorar el presupuesto.

—Es un espejismo, en ningún lugar del mundo funciona como un recurso importante. En los EE.UU. la investigación está financiada sólo en un 7 por ciento por aportes privados. El peligro es que la universidad se convierta en un laboratorio de ensayos de rutina de alguna empresa. Me parece bien en la medida que no altere el funcionamiento, pero al *franchising* en la universidad no me parece la salida. Además, no creo que ninguna empresa esté interesada en financiar la investigación básica, y la universi-

dad es el lugar de la investigación básica.

—Usted se presentó como candidato en la última elección de rector de la UBA, pero ganó otra vez Shuberoff.

—Claro, pero no importa: llevaré la condición de haber sido derrotado por Shuberoff. No

entiendo cómo puede ser que la universidad no tenga otra cosa que ofrecer, aunque más no sea para perder. Hay un desinterés absoluto, por eso me decidí a aceptar la candidatura, y no me fue tan mal: sin campaña conseguí 38 votos —4 de ellos de decanos— contra



UBATEC S. A.

Fundada en 1991

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

UNIDAD ADMINISTRADORA

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

PROVEDORA DE ASISTENCIA TÉCNICA

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

PROMOTORA DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE TECNOLÓGICA

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

CONSULTORA

- Utiliza el potencial de experticidad de la Universidad de Buenos Aires para ser utilizado directamente por organismos públicos.
- Consultora para proyectos tecnológicos e industriales, construcciones y urbanizaciones, salud y asistencia hospitalaria, y reingeniería administrativa.
- Consultora para estudios de preservación ambiental. Inscripta por RCEIA 101 de la Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable

Opera prima

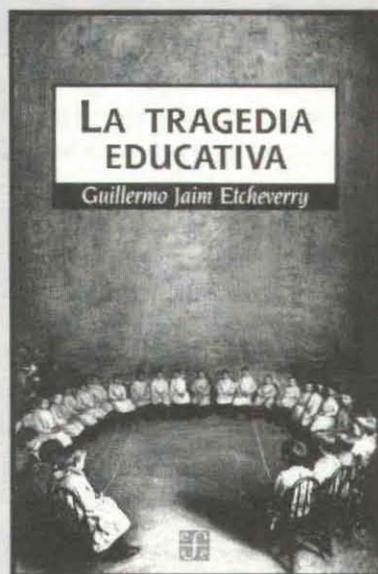
Antes de hablar acerca de "La tragedia educativa" —su trabajo publicado por Fondo de Cultura Económica en septiembre— Jaim Etcheverry se esfuerza en dejar en claro que siente mucho respeto por los libros y que siempre creyó que la tarea lo superaba. Pero la publicación confirma que al fin venció sus resistencias: "La idea del libro surgió porque considero que las instituciones formales de la educación son el último baluarte de lo humano, es un lugar de resistencia contra una cultura única que, si bien me parece que es positivo que se conserve, también lo es mostrar alternativas, porque el mundo no se agota en la televisión".

"El pensamiento crítico hoy existe en forma limitada —dice Etcheverry— porque estamos perdiendo las herramientas del pensar; estamos dejando a la gente desnuda por dentro, sin darle ningún elemento de resistencia".

Pero, ¿cómo revertir esta situación? Etcheverry basa las soluciones en el retorno a los libros: "Ahora la cultura está muy sesgada a lo que se refiere a la ima-

gen, porque es más fácil de digerir, pero tiene que haber un regreso a la lectura porque la lectura genera mentes diferentes. La escuela es la que tiene que promover esta vuelta porque es la única forma de desarrollar el pensamiento". Al respecto, recuerda que el ministro de Educación de los EE.UU. pidió hace muy poco, en un comunicado a todo el país, que los padres les leyeran a sus hijos media hora por día y que tomaran esta tarea como un deber patriótico.

"La tragedia educativa" es un análisis sobre la situación educacional en la Argentina desde la comparación con otros países. También aborda el análisis de las tendencias surgidas de la super-modernidad de la educación y finalmente un análisis de cuál podría ser el lugar de la escuela en el futuro. Como buen científico no apoya comentarios ni hipótesis sin un respaldo numérico que deja al lector boquiabierto. Este fuerte alegato a favor de la educación ubica el problema en el seno de la sociedad: la educación no puede salvarse a sí misma. Es por eso, seguramente, que Jaim escribió su ópera prima.



Etcheverry define su trabajo como una herramienta para la reflexión.

250 de Shuberoff. Pero eso no interesa, debería haber 15 personas interesadas en una institución como la UBA. Ahora quiero saber qué pasará cuando Shuberoff tenga delante de él un gobierno nacional del que no sea oposición.

«YO NO SÉ SI, EN SU ÉPOCA, A SARMIENTO EL PUEBLO LE PEDÍA QUE CREARA UN OBSERVATORIO O TRAJERA PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES.»

—Veo que ya asume un cambio político para las elecciones de octubre. ¿Tiene cifradas esperanzas en los posibles gobernantes?

—Creo que los cambios siempre son positivos, siempre es bueno que lleguen nuevas perspectivas. Igualmente, el problema

de la educación excede al gobierno: es un problema de la sociedad. Además, no hay un liderazgo político que tenga ideas formadas sobre este tema. Todo parece que funciona: los chicos pasan de grado, terminan el secundario, se reciben. No hay quién evalúe que haya que hacer "tal cosa" y lidere para llevarla a cabo: nuestros líderes son encuestas, no son líderes, son dirigidos por la opinión pública, que también está manejada por clisés publicitarios. Yo no sé si, en su época, a Sarmiento el pueblo le pedía que creara un observatorio o trajera profesores de ciencias naturales.

—¿Le gustaría intervenir en la temática educativa?

—En realidad, estoy usando toda mi visibilidad para estimular la discusión sobre estos

temas desde mi producción intelectual, y creo que de esta manera puedo ayudar. Siento que mi obligación es dar testimonio de que existen otras cosas, mostrar alternativas. Esa es la función de la educación. Me parece algo positivo y no sé si lo podría hacer desde una estructura de gobierno, aunque habría que ver cuáles son las condiciones que se dan. Pero no sé... ♦



Óxido nítrico para el corazón

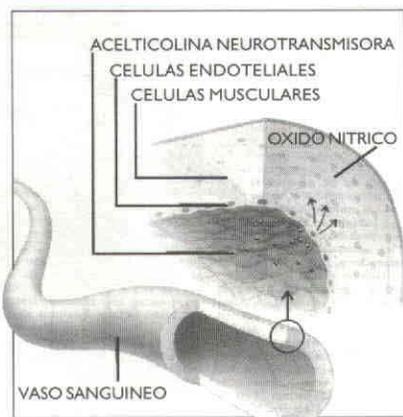
por Juan José Poderoso*

En el último año, el premio Nobel de Fisiología y Medicina fue otorgado a los doctores Robert F. Furchgott, Louis J. Ignarro y Ferid Murad, por sus trabajos relacionados con los efectos biológicos del óxido nítrico (NO) como molécula señal que desencadena la relajación vascular.

La historia del óxido nítrico es relativamente reciente. Veinte años atrás, Furchgott y Zawadzky publicaron un artículo en la revista *Nature* donde explicaban que la remoción del endotelio vascular —una fina capa de células que reviste las arterias por dentro— de segmentos de la aorta del conejo provocaba la anulación de una respuesta vasodilatadora fundamental; en consecuencia, el endotelio vascular producía una sustancia capaz de relajar el músculo adyacente que fue llamada factor de relajación endotelial o EDRF.

En 1987, un hondureño, Salvador Moncada, publicó otro trabajo en *Nature* en el que se proponía que la actividad biológica del EDRF coincidía con los efectos del óxido nítrico. Moncada ya había trabajado intensamente en la fisiología endotelial. Unos meses más tarde, Ignarro confirmó la identidad entre EDRF y NO a través de análisis espectrales: tanto el NO como el EDRF producían el mismo patrón de absorción en diferentes longitudes de onda. Estos trabajos simultáneos llevaron a una controversia sobre la paternidad del descubrimiento. Moncada no recibió el Nobel y esto fue objeto de una profunda desilusión en la comunidad hispanoamericana.

Finalmente, Ferid Murad asoció los efectos vasodilatadores de la nitroglicerina y su propiedad de activar la enzima guanilil-ciclase, con los del efecto del óxido nítrico, y demostró que, al burbujear NO sobre células musculares lisas, aumentaba la actividad de esa enzima y por ende de su producto, la molécula GMP cíclico, responsable último de la relajación vascular.



Los vasos sanguíneos se dilatan cuando un neurotransmisor, como la acetilcolina, se une a las células endoteliales en las paredes interiores del vaso. Estas células liberan el óxido nítrico, que se difunde hasta las células musculares adyacentes y provoca su relajación. En 1987 se vio que el óxido nítrico y el EDRF eran una misma cosa.

El óxido nítrico y sus propiedades

El óxido nítrico ha sido estudiado extensivamente en la química inorgánica. Se trata de una pequeña molécula capaz de atravesar las membranas biológicas. Se oxida con facilidad dando otros óxidos de nitrógeno como el dióxido de nitrógeno o NO_2 , un gas marrón (el NO es incoloro) constituyente del tóxico "smog" urbano. El mismo poder de reacción le confiere su importancia en procesos biológicos ya que le permite rápidas y efectivas asociaciones con la enzima guanilil-ciclase a la que le produce un cambio conformacional que aumenta su actividad.

El óxido nítrico es sintetizado en los organismos por la enzima óxido nítrico sintasa (NOS) que lo fabrica en respuesta a la presencia de señales vasodilatadoras endógenas. La mayoría de los fármacos vasodilatadores administrados con propósitos terapéuticos

como la nitroglicerina, actúan a través de la producción de NO.

El NO determina la vasodilatación peneana y la erección, lo que ha permitido diseñar fármacos correctores que actúan evitando la degradación del GMP cíclico. También se lo ha identificado como responsable en numerosos procesos biológicos distintos de la vasodilatación, como la regulación del consumo de oxígeno o la modulación de las conexiones nerviosas.

El futuro del óxido nítrico

Es difícil predecir qué ocurrirá con el óxido nítrico pero puede sospecharse que estamos bastante lejos de conocer todos los misterios de este óxido de nitrógeno. Son muchos y muy importantes los fenómenos relacionados con la salud en los que interviene: la muerte celular programada, la proliferación celular, las enfermedades neurodegenerativas, la fisiología de la memoria, etc. Todos ellos proponen un amplio espacio de desarrollo para los investigadores interesados.

Además, el óxido nítrico es utilizado corrientemente en la terapéutica de la hipertensión pulmonar en la cirugía cardíaca de los infantes y puede potencialmente tener nuevas aplicaciones.

Curiosamente, fue Alfred Nobel quien descubrió la nitroglicerina como poderoso explosivo y quien instó a la creación del premio que lleva su nombre. El mismo Nobel, que padecía angina de pecho, escribió a un amigo: "Parece una ironía del destino que me hayan prescrito nitroglicerina internamente". Es posible que investigaciones futuras sobre la biología del óxido nítrico acerquen nuevos hallazgos para la salud humana y lo alejen definitivamente de su pasado químico explosivo de destrucción y muerte. ♦

* Profesor de Medicina Interna - Director del Laboratorio de Metabolismo del Oxígeno. Fac de Medicina - UBA.

Disco Versátil Digital

Un nuevo espectáculo para las pantallas hogareñas

por Fernando Ritacco*

Con mayor poder de definición de imagen, mejor calidad de sonido y resistente al uso y al paso del tiempo, el nuevo formato, que puede almacenar video, audio y datos en cantidades francamente asombrosas, promete revolucionar a las industrias cinematográficas y de informática, fusionando, quizás definitivamente, a las computadoras con los aparatos de televisión.

A poco más de un año de su lanzamiento oficial en la Argentina, muchos todavía no conocen al último producto de la innovación tecnológica que, en materia de cine, reemplaza a la imagen analógica por la digital.

De forma y tamaño similar a los «viejos» compact disc musicales, los DVD (Digital Versatile Disk) prometen revolucionar a las industrias cinematográfica y de informática, fusionando, quizás definitivamente, a las computadoras con los televisores.

Los amantes de las películas y los fanáticos de la computación fueron los primeros en llevarlos hasta sus hogares, pero de a poco, han comenzado a ganarse la simpatía popular y ya se perfilan como los reemplazantes naturales de los video cassetes y de los CD-ROM.

Por el momento, en el caso de los reproductores de DVD, que se conectan directamente al televisor de la misma forma que las videocaseteras y pueden leer también CD de audio, el relativamente alto valor de los aparatos -el precio promedio de los más baratos va de los 800 a los 1400

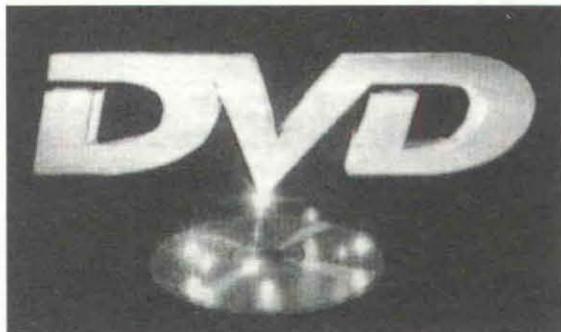
dólares- juega en contra de los potenciales usuarios.

Pero quizás uno de los mayores inconvenientes para que estos artefactos puedan afirmarse en el mercado local es que las grandes compañías cinematográficas internacionales decidieron dividir al planeta en seis grandes regiones para regular la forma en que son distribuidos los films y poder resguardar así sus intereses comerciales.

Nuestro país, por ejemplo, se halla ubicado en la zona 4, que es la que corresponde a Sudamérica, Australia y Nueva Zelanda. De manera que si alguien compró un aparato para esta región y desea ver una película editada, por ejemplo, en los Estados Unidos, que se encuentra en la zona 1, se llevará una gran decepción: la información que guarda el DVD no podrá ser interpretada por el reproductor porque un código de seguridad la torna incompatible.

Para ello, los fabricantes del hardware fueron obligados a comercializar los aparatos lectores sólo para una región determinada. En resumen: las mismas películas en formato DVD que en Estados Unidos se consiguen aproximadamente a mitad de precio, aquí no se pueden ver. Y para peor, la oferta de títulos en alquiler o venta correspondientes a nuestra zona es, por ahora, bastante limitada.

Sin embargo, contraviniendo las disposiciones vigentes, en la actualidad en la Ar-



gentina se encuentran disponibles algunos aparatos multizona que permiten visualizar materiales de todas partes del mundo. Algunos negocios cuentan con una buena cantidad de filmes de la zona 1 y 2 y las empresas editoras de video más importantes del país se hallan cada vez más interesadas en esta nueva tecnología.

Una opción más económica

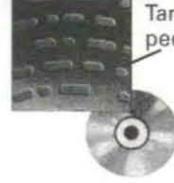
Pero en formato DVD no sólo vienen películas, también se pueden obtener contenidos similares a los que se editan en CD-ROM.

Para aquellos que tienen computadora y no pueden o no desean gastar en un DVD-Player o DVD-Video (como se denomina a los aparatos reproductores) una opción más económica es reemplazar en ella el lec-

En los discos compactos la información está representada por millones de hoyos microscópicos grabados sobre su superficie, de dos tamaños bien diferenciados.

Espacio entre hoyos
1,6 micrones

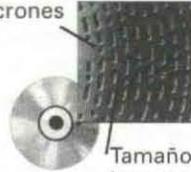
Tamaño del hoyo
pequeño 0,83 micrones



CD

Pero el DVD puede contener muchísimos más datos que los CD, ya que tiene una mayor cantidad de hoyos sobre su superficie.

Espacio entre hoyos
0,7 micrones



Tamaño del
hoyo pequeño
0,40 micrones

DVD

tor de CD-ROM por un kit de DVD-ROM, cuyo precio oscila, según las marcas, entre los 350 y 600 dólares, aproximadamente. Los DVD-ROM también leen sin inconvenientes la información de los CD-ROM y de los CD musicales, pero además permiten ver y escuchar películas.

Luego, si el usuario lo desea, por medio de unos cables conectores, la información visual y de audio puede trasladarse al televisor y al equipo de sonido, respectivamente, y -de acuerdo a las medidas de la pantalla de la TV y a la potencia de salida del aparato de alta fidelidad- recrear una pequeña sala de cine en el propio hogar.

Características

No sólo en su aspecto los DVD se parecen a los CD musicales y a los CD-ROM -como ellos, miden 120 milímetros de diámetro por 1,2 de espesor-, también utilizan los mismos principios tecnológicos: toda la información que guardan se halla almacenada en hoyos microscópicos de dos diferentes tamaños, que se encuentran gra-

bados en una capa de aluminio que el disco contiene en su interior.

El aparato lector envía un rayo láser que se refleja en los hoyos con mayor o menor intensidad de acuerdo al tamaño de éstos. El grado de intensidad es interpretado como un «cero» o un «uno», conformando el lenguaje binario propio de las computadoras.

Pero la gran diferencia de los DVD se encuentra en la medida de los hoyos, que tienen un tamaño de sólo 0,4 micrones, casi la mitad que la de sus «primos hermanos», los CD y los CD-ROM.

Por otra parte, los DVD admiten grabar información en sus dos caras y, además, en cada una de ellas se pueden colocar dos capas de aluminio, con lo que llegan a almacenar hasta 18,5 gigabytes, es decir, 29 veces más información que un CD-ROM. Esta característica les posibilita brindar hasta más de 8 horas y media de video digital, a razón de 133 minutos por lado, con una calidad de reproducción de la imagen y el sonido muy superior a la que proporcionan las mejores cintas para videocasetes.

El DVD permite visualizar las películas de dos maneras distintas: en el formato de pantalla original (widescreen), con franjas negras en la parte superior e inferior, o en el de TV (fullscreen), en el que la imagen cubre toda la pantalla del televisor pero sufre un pequeño corte lateral respecto de su versión original.

Otra ventaja adicional es que permite elegir el idioma del doblaje y del subtulado entre varias opciones que incluyen el español, inglés, portugués, francés y otros. Pero uno de los detalles más interesantes son las aplicaciones que trae el menú: entre otras opciones, además de la película en cuestión, se pueden ver avances de otros estrenos, entrevistas, intimidades de la filmación, biografías de los actores, e incluso seleccionar la posición de la cámara (por el momento sólo en películas condicionadas) y poder ver así las tomas desde otro ángulo.

Como los discos están divididos en pistas, es posible acceder, instantáneamente, a las escenas más importantes del film u omitir -mediante un dispositivo de bloqueo- aquellas que los padres consideren perjudiciales para sus hijos.

En la actualidad, se estima que hay en los hogares argentinos alrededor de 25.000 máquinas reproductoras de DVD. La inmensa mayoría de ellas se ubican entre las clases sociales más pudientes, pero, con el tiempo, el precio de esta tecnología irá disminuyendo y es muy probable que, con la llegada del nuevo milenio, comience un proceso de masificación y termine desplazando tanto a los CD-ROM como a los videocasetes. ♦

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

Una cuestión de tiempo

por Patricia Olivella*



A medida que nos aproximemos al fin de este año, las fantasías y predicciones sobre hipotéticas consecuencias de la culminación del siglo (o del comienzo del próximo) empezarán a incrementarse en forma inversamente proporcional al tiempo que reste para la llegada del 2000. Conviene estar preparado, no vaya a ser cosa que el siglo XXI nos sorprenda enredados en mitos y supersticiones propias de la oscura Edad Media.



Cierta literatura, por no mencionar los catastróficos augurios de algunos "adivinos", parecen otorgarle al año 2000 la propiedad de producir eventos extraordinarios o apocalípticos: ¿Fin del mundo? ¿Choque de planetas? ¿Cataclismos? ¿Pestes y destrucción? Aún la más concienzuda de estas hipótesis parece ignorar el hecho de que nuestro calendario no es natural; que la cuenta de los años se inició de forma arbitraria, por convención, y que —de hecho— muchas culturas ya superaron el año 2000 sin mayores consecuencias para nadie.

Nuestro calendario toma como punto de partida el nacimiento de Jesucristo, pero igualmente lícito hubiera sido comenzar la cuenta a partir de cualquier otro hecho. El año 2000 caería entonces en otro momento; el planeta seguiría girando alrededor del Sol y "cumpliendo años" sin verse —por supuesto— modificado en lo más mínimo.

Para colmo, estudios recientes han mostrado que el nacimiento de Jesús se habría producido aproximadamente cuatro años antes de lo que inicialmente se pensaba, es decir, en el año 4 a. C. Si tomamos su nacimiento como inicio de nuestro calendario, el cambio de siglo ya habría pasado hace 4 años.

Pero, si aún así el cambio de siglo nos resultara un hecho atractivo, cabría mencionar que el 31 de diciembre de 1999 a las 24:00 horas todavía no se habrán cumplido 2000 años desde que empezamos a contar, o desde el supuesto nacimiento de Jesús. Esto se debe a que el año cero nunca existió. Se definió como año 1 el primer año del calendario, de manera que el primer día de nuestra era fue el primero de enero del año 1 y no el primero de enero del año 0. El 31 de diciembre del año 2 se habían cumplido dos años y el 31 de di-

ciembre de 1999 se habrán cumplido 1999 años, y no 2000. Si queremos festejar el cumplimiento de dos siglos completos, tendremos que esperar hasta el 1 de enero del 2001.

MEDIR EL TIEMPO LLEVÓ AÑOS

Las desavenencias sobre el tiempo y cómo medirlo son de larga data. La mayoría de los calendarios han sufrido modificaciones con el transcurso del tiempo. Esto se debe principalmente a la incapacidad que, hasta hace unos cuarenta años, se tenía para medir con precisión la duración de un año.

Cuando en la antigüedad los hombres se dispusieron a organizar el tiempo, tomaron como referencia los fenómenos que se repetían cíclicamente y que le resultaban fácilmente observables: los movimientos aparentes de los cuerpos celestes, especialmente del Sol y la Luna. De esta manera —dicho en el lenguaje que nos proporciona la observación— el día dura lo que tarda el Sol en pasar dos veces por el meridiano del lugar (o sea el mediodía, cuando la sombra es más corta). El mes es el lapso entre dos lunas llenas y el año, el lapso entre dos pasadas del Sol por un mismo punto celeste (solía considerarse como referencia el día más corto del año).

Sobre estas bases se definieron los calendarios más avanzados de las distintas civilizaciones, pero las divergencias se plantearon cuando la observación se completó con el cálculo y hubo que resolver un problema fundamental: la falta de correspondencia exacta entre aquellas unidades. Dicho en otros términos, el año solar no contiene un número exacto de meses lunares, ni un número entero de días. Lo mismo

ocurre con el mes lunar, que tampoco tiene un número entero de días. Para ponerlo en números: el año solar tiene 365 días, 5 horas, 48 minutos y 45.5 segundos; el mes lunar tiene 27 días, 7 horas, 43 minutos, y varios segundos.

El problema consistió entonces en hacer encajar los días en los meses y los meses en los años, más o menos con la misma exactitud con que los segundos calzan en los minutos y éstos en las horas. Aunque los Aztecas en América y los pueblos de Oriente y de Medio Oriente, entre otros, encontraron sus propias soluciones (algunas de las cuales mantienen vigencia hoy en día), por presión cultural y religiosa fue el calendario occidental el que se impuso en todo el mundo como convención para que nos entendamos entre todos.

UN POCO DE HISTORIA

Las raíces más próximas del calendario occidental pueden buscarse en el quinto rey de Roma, el etrusco Tarquinio Priscio, quien diseñó un calendario de 12 meses: un mes de 28 días (febrero), cuatro de 31 (marzo, abril, quintilis y octubre), y siete de 29 (enero, abril, junio, sextilis, septiembre, noviembre y diciembre). Como esto sumaba 355 días, cada dos años se agregaba un mes adicional, llamado *intercalans*, que tenía 22 o 23 días. Como el año comenzaba el 1 de marzo, los agregados se hacían "detrás" del 23 de febrero, el último mes del año. Esto explica la etimología de nuestros meses actuales: septiembre, octubre, noviembre y diciembre que eran, efectivamente, el séptimo, octavo, noveno y décimo mes del año.

La intercalación del mes adicional correspondía a los sacerdotes, que por desidia o

Los meses y sus nombres

El origen de nuestros meses se remonta al antiguo calendario romano. Como consecuencia, también sus nombres tienen ese origen:

Enero (Januarius): mes de Jano (Janus), dios romano de las puertas y los portales, por eso abría el año. Se lo representa con dos caras que miran una para cada lado.

Febrero (Febru): mes de Februio (Februus), el festival romano de la purificación (Februalia, que se llevaba a cabo el día 15). Posiblemente tenga origen sabino.

Intercalans: mes intercalado. Tenía 27 días y fue abolido por Julio César.

Marzo (Mars): mes de Marte (Martius), dios romano de la guerra y la agricultura. Era originalmente el mes que iniciaba el año y el momento para reiniciar la guerra.

Abril (Aprilis): mes de Afrodita, diosa helénica del amor y la belleza. Para los romanos, su nombre era Venus.

Mayo (Maius): mes de Maia (Maius), diosa de la primavera, hija de Fauno y esposa de Vulcano. Maia significa «la grande».

Junio (Junius): mes de Juno (Junius), diosa del matrimonio, del bienestar de las mujeres y de la luz. Es la principal del panteón romano. Esposa y hermana de Júpiter.

Julio (Julius): mes de Julio César. Era el mes originalmente llamado quintilis.

Agosto (Augustus): mes de César Augusto. Era el mes llamado sextilis.

Septiembre: el séptimo mes del antiguo calendario.

Octubre: el octavo mes del antiguo calendario.

Noviembre: el noveno mes del antiguo calendario.

Diciembre: décimo mes del antiguo calendario.



CALENDARIVM GREGORIANVM PERPETVVM

Obi Calixtus Pontifici Gregorio XIII. P. M. jubilaui. Anno M. D. LXXXII.

GREGORIVS EPISCOPVS SERVVS SERVORVM DEI IN CHRISTO SUO PASTOR

El presente calendario perpetuo, que se publica en esta forma, es el más exacto que se ha conocido hasta ahora. Fue compuesto por el astrónomo Gregorio XIII, Pontífice Máximo, en el año 1582, para corregir el error que se había acumulado en el antiguo calendario romano. Este calendario se publica en esta forma, para que todos los cristianos puedan tener a su alcance un instrumento exacto y útil para el conocimiento de los días, meses y años. El presente calendario se publica en esta forma, para que todos los cristianos puedan tener a su alcance un instrumento exacto y útil para el conocimiento de los días, meses y años. El presente calendario se publica en esta forma, para que todos los cristianos puedan tener a su alcance un instrumento exacto y útil para el conocimiento de los días, meses y años.

conveniencia hacían su trabajo irregularmente con los consiguientes desajustes.

Aproximadamente en el año 45 a.C., Julio César resolvió terminar con el descontrol y encargó al astrónomo Sosígenes de Alejandría la misión de poner orden. Sosígenes trabajó sobre el calendario solar y definió doce meses, que empezaban en marzo con una secuencia alternada de 31 y 30 días, con excepción del último —febrero— que era de 29. Así se tenían los 365 días pertinentes, y para compensar el exceso de casi 6 horas por año se agregaba un día más cada cuatro años. Ese día se intercalaba entre el 23 y el 24 de febrero. En ese entonces no existían las semanas en el sentido moderno, ni los días tenían los nombres que hoy conocemos. El 23 de febrero era llamado *sexto calendae*, o sea sexto día antes de las Calendas, que era como se denominaba al 1 de marzo, comienzo del nuevo año.

DE BISIESTOS Y OTROS NOMBRES

Al día intercalado cada cuatro años después del 23 de febrero se lo llamaba *bisexto calendae*, de donde surge nuestra denominación de bisiesto para el año que incluye el día adicional.

Fue también Julio César quien poco después decidió empezar el año en el mes de enero, y con esto quedó definido el llamado calendario juliano.

Agosto, otro emperador, también quiso decir lo suyo en el tema del calendario y empezó por homenajear a su predecesor Julio César, dándole su nombre a *quintilis*. Años más tarde sintió que su propia persona era merecedora de un mes en el calendario, y decidió dar su nombre a *sextilis*, desde entonces agosto.

Pero había un grave problema: agosto tenía 30 días, frente a los 31 que tenía julio; Augusto sintió que su gloria no le iba en zaga a la del César, y le robo un día a febrero para agregárselo a agosto. Pero entonces advirtió que le había quedado una secuencia de tres meses (julio, agosto y septiembre) con 31 días, lo cual no agradaba a su sentido estético. Entonces le quitó un día a septiembre para dárselo a octubre, y otro a noviembre para dárselo a diciembre, invirtiendo la alternancia. De este modo quedaron configurados los meses tal como hoy los conocemos.

Los problemas, sin embargo, no terminaron. El año diseñado por el egipcio Sosígenes resultó demasiado largo, porque con el día adicional cada cuatro años, era como si se le sumaran seis horas a cada año. Pero, como vimos, el año no tiene 365 días y seis horas, sino 365 días, 5 horas, 48 minutos, y algo más.

Con el tiempo, el pequeño error se fue acumulando y alrededor del año 1580 el equinoccio de primavera se dio 10 días antes, con lo cual las festividades religiosas móviles, como la Semana Santa ya no concordaban con la estación del año adecuada. El desajuste era tan grande que el Papa Gregorio XIII requirió los auxilios del astrónomo y físico Luigi Lilio, quien aportó dos soluciones: la primera eliminar 11 días del calendario, con lo que en 1582, el almanaque pasó directamente del 4 de octu-

bre al 15 de octubre. La segunda, hacer que todos los años centenarios, es decir que terminen en doble cero, no agreguen un día más al calendario, excepto cuando sean exactamente divisibles por 400. Por esa razón 1700, 1800 y 1900 no fueron bisiestos, pero sí lo será el inminente 2000.

El calendario así definido se denominó gregoriano por el papa que lo propuso, y es el que nos rige actualmente. Su adopción por todos los países fue más lenta que lo que podría pensarse.



ENTONCES, ¿QUÉ FESTEJAMOS? ●

Con tantas idas y venidas, cambios de fechas, "desaparición" de días, ¿en qué puede afectar el paso de 1999 a 2000 a la Tierra que gira indiferente alrededor del Sol sin que exista un comienzo o un final de la órbita desde donde empezar a contar? ¿Qué tiene de especial el año 2000? Es, tal vez, tan especial como lo fueron el año 1800 o el 1900, con esa especie de fascinación que ejercen las cifras "redondas", divisibles por 10, producto quizás del hecho de que tengamos diez dedos en las manos.

Como sea, por una vez agradezcamos el centralismo cultural europeo del siglo pasado que colocó el primer huso horario en Greenwich, Inglaterra, porque así, pase lo que pase a la 0 hora del fatídico año 2000 les sucederá primero a ellos. ♦

*Redactora de la Oficina de Prensa - FCEyN.

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
**FACULTAD DE
 CIENCIAS EXACTAS
 Y NATURALES**



**CARRERAS
 DE GRADO**

BIOLOGÍA

COMPUTACIÓN

QUÍMICA

FÍSICA

MATEMÁTICA

GEOLOGÍA

CS. DE LA ATMÓSFERA

OCEANOGRAFÍA

Ciudad Universitaria

Pab. II, C.P. 1428,

Capital Federal

Tel.: 4576-3300 al 09

Fax.: 4576-3351

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

Curiosidades

INFINITO

Como todos saben, entre dos puntos de un segmento existen otros infinitos puntos. Bien, hagamos la siguiente y sencilla suposición: un móvil se desplaza con movimiento rectilíneo y uniforme desde el punto A hasta el punto B, extremos de un segmento, que recorre en 2 segundos, pasando entonces por los infinitos puntos intermedios. ¿Cómo puede ser que visite infinitos puntos en tan sólo dos segundos?

RESPUESTA *¡Tomá mate! ¡Tomá mate! ¡Tomá mate!* *Hay exactamente la misma cantidad de puntos entre A y B, que de instantes de tiempo. Hay exactamente la misma cantidad de puntos entre A y B, que de instantes de tiempo. Hay exactamente la misma cantidad de puntos entre A y B, que de instantes de tiempo.*

La Frase Imperdible

“He redactado esta carta más extensa de lo usual porque carezco de tiempo para escribirla más breve”.

Blaise Pascal (1623-1661)

*“La radio no tiene futuro”
“Los rayos X resultarán una farsa”
“Las máquinas voladoras más pesadas que el aire son imposibles”*



William Thomson Kelvin (1824-1907)

Las enseñanzas del Maestro Ciruela

Reza el dicho: “Cada maestrillo con su librillo”. Y cada librillo dice que el otro se equivoca. Sin embargo con el correr de los años aprendí que existía un buen número de acuerdos en los que concurrían educadores, docentes y pedagogos de las más variadas escuelas y procedencias. Quizá lugares comunes, u obvios. Pero acuerdos al fin, que todo buen docente que se precie de tal, o que quiera serlo no puede desconocer.

Acá van entonces, casi a modo de receta, diez lecciones que, modestamente, llamé «las enseñanzas del Maestro Ciruela, para ser un buen docente buen».

Lección 1.

Hoy hablaremos de la voz. La voz es el principal instrumento en nuestro oficio. Los tratados de pedagogía se han escrito por millares, sin embargo son muy pocos los que se ocupan de esta herramienta de principal importancia.

Usted puede ser un docente ocasional o de carrera. No importa, está en el oficio y este problema debe interesarle. El *quid* de la cuestión pasa por tener la voz impostada. Esto consiste en algo más o menos así: «colocar» la voz de forma tal que se optimiza el uso de las cajas de resonancia naturales y se logra un máximo de volumen con un mínimo de esfuerzo. Tener o no tener la voz impostada es una diferencia cualitativa sustancial. Un oído educado las distingue sin problema alguno aún funcionando al mismo volumen.

El volumen de la voz es una condición *sine qua non* de la clase bien dada. Usted puede regularla de la siguiente manera. Aunque se dirija al alumno sentado en la primera fila, piense que habla



con el que está en la última y eleve los decibeles para que aquél escuche perfectamente (no hace falta que lo mire). Después verá: si siente que ha forzado su voz es que no la tiene impostada.

La impostación de la voz es una habilidad al alcance de todos, no sólo de superdotados. Hay quien lo logra espontáneamente, hay quien la tiene impostada en forma permanente, pero si usted no lo logra, invierta unos pesos en el consultorio de un foniatra y nunca se arrepentirá. A la tercera o cuarta sesión logrará su cometido y se sentirá muy cómodo.

Si usted logra impostar su voz verá que sus alumnos lo empiezan a querer más, a amarlo, a atender más, a entender más, verá que sufre menos cansancio, menos disfonías en el año. Menos gripe, más dinero. Verá que se detiene la caída del cabello y que aumenta sustancialmente la frecuencia de relaciones sexuales con su pareja.

Es llamativo que ninguna institución de formación docente haya implementado tan sencillas medidas. Para todas ellas el problema directamente no existe. Fíjense qué curioso: los militares, en la escuela de oficiales tienen una materia que se llama «Voz de mando». Seguramente en el programa figura «¡¡¡Caaarrreerra-marrrrr!!!», «¡¡¡Cptieerrrrra!!!», y no figura «Impostación», ni “Por favor”. Pero bueno, algo es algo. De todos modos la cuestión es... ¿por qué vamos a dejarles el galardón del sentido común a ellos que nunca brillaron por su genio... aunque se hayan impuesto por el grito? ♦

Terapias antiangiogénicas

Bloquear el desarrollo de los vasos sanguíneos que alimentan a los tumores es una de las últimas líneas de investigación que ha generado grandes expectativas en la constante lucha contra la enfermedad. Aunque restan ensayos clínicos que demuestren la eficacia definitiva de estos procedimientos, los investigadores se muestran entusiasmados con los promisorios resultados obtenidos y esperan que en poco tiempo pueda comenzar a aplicarse este tipo de tratamientos en humanos.

Los capilares sanguíneos se expanden a través de todos los tejidos del organismo, llevando nutrientes y eliminando los desechos tóxicos. Estos vasos, formados básicamente por un tipo especial de células, llamadas endoteliales, en condiciones normales no incrementan su tamaño ni se multiplican.

Sin embargo, en ciertas ocasiones como, por ejemplo, durante la formación de un embrión, la fase proliferativa del ciclo menstrual, o cuando se produce algún daño en un tejido, los capilares inician un veloz desarrollo. A este proceso de proliferación de nuevos vasos sanguíneos se lo conoce con el nombre de "angiogénesis".

Pero, lamentablemente, la neovascularización puede darse también en situaciones anormales: tal es el caso de la producción de capilares generados por los tumores malignos.

En efecto, en sus inicios, este tipo de tumores suele ser un diminuto e inofensivo cúmulo de células cancerosas que se multiplican rápidamente hasta alcanzar un estado de equilibrio en el que el número de células que se reproducen comienza a ser aproximadamente igual al de aquellas que mueren.

Esa restricción en el desarrollo del cáncer se debe, entre otras razones, a que al aumentar el volumen de la masa tumoral, las células

anómalas que se van acumulando quedan cada vez más lejos del vaso sanguíneo sobre el que se originaron y, por lo tanto, sufren serias dificultades para acceder a los nutrientes, a los factores de crecimiento y al oxígeno que necesitan para sobrevivir.

Sin irrigación, el tumor no prospera

Durante el estado de equilibrio, el tumor no aumenta de tamaño ni puede propagarse a otras partes del cuerpo. Así puede permanecer durante meses o incluso años hasta que, abruptamente, comienza a emitir señales químicas para atraer nuevos vasos, inicia el crecimiento capilar, invade los tejidos circundantes y, eventualmente, logra propagarse a otras partes del cuerpo, es decir, provoca la aparición de tumores secundarios o metástasis.

"Las células neoplásicas (cancerosas) pueden producir altos niveles de proteínas

La ANGIOGENESIS o neovascularización es la proliferación de nuevos vasos sanguíneos. El proceso transforma un pequeño grupo de células anómalas con frecuencia inocuo (tumor en equilibrio) en una gran masa que puede invadir otros órganos. Los fármacos que bloquean la angiogénesis -impidiendo la acción de las proteínas angiogénicas- pueden reducir el tamaño del tumor y mantenerlo en estado de latencia.

Al cáncer mejor



angiogénicas, pueden también movilizar las halladas en tejidos cercanos o estimular su liberación por parte de los macrófagos (un tipo de células de la sangre)", afirma el doctor Judah Folkman, director del laboratorio de Investigación Quirúrgica del Hospital Pediátrico de la Universidad de Harvard.

Desde hace más de 30 años, Folkman viene pregonando que, al igual que lo que sucede con las células sanas, las cancerosas no prosperan sin el abastecimiento de sangre, y que los tumores se frenan, reducen o desaparecen cuando se les quita la alimentación.

Si bien era ya muy reconocido por sus pares, este científico estadounidense saltó a la fama a principios de mayo del año pasado, al reportar que, junto a su equipo de investigadores, había logrado reducir y hasta erradicar tumores sólidos en ratones, suministrándoles un cóctel de angiostatina y endostatina, dos sustancias por ellos descubiertas, que atacaron selectivamente a los vasos sanguíneos encargados de nutrir a las células malignas.

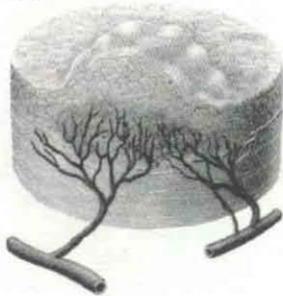
Las drogas puestas a prueba, y que dieron tan alentadores resultados sin provocar efectos colaterales, no son más que un par de proteínas humanas que el cuerpo produce naturalmente, aunque en pequeñísima cantidad.

Sin embargo, el Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos ha convertido el

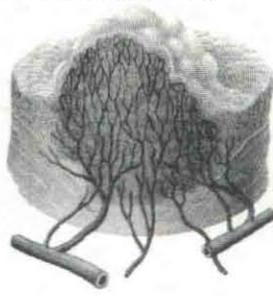
matarlo de hambre

por Fernando Ritacco*

PROLIFERACION DE CAPILARES;
COMIENZO DEL DESARROLLO DEL
TUMOR



EL TUMOR CONTINUA
EXPANDIÉNDOSE Y PUEDE
PROPAGARSE A OTROS ORGANOS



DESPUES DEL TRATAMIENTO CON
FARMACOS ANTIANGIOGENICOS, EL
TUMOR REDUCE SU TAMAÑO



estudio de estas sustancias en un asunto de máxima prioridad. El director del organismo, Richard Klausner, calificó a los experimentos de Folkman como "extraordinarios y maravillosos", pero aclaró también que dado que todos los trabajos de investigación fueron efectuados sobre ratones, debía subrayarse el "carácter condicional" de su aplicación en personas.

De hecho, el mismo Folkman se mostró sumamente cauteloso cuando, en su oportunidad, al referirse a los alcances de la angioestatina y la endostatina, destacó que era prematuro sacar conclusiones acerca de los resultados que la aplicación de estas sustancias podrían lograr en los seres humanos. "Pasar de los ratones a la gente es un gran salto, y puede tener muchos fracasos", advirtió el investigador.

Más inhibidores

Pocos días después del anuncio de Folkman, quien en realidad ya había publicado su trabajo en el último número de noviembre del 97 de la prestigiosa revista científica *Nature*, otro grupo de investigadores estadounidenses, pero esta vez perteneciente a la Universidad de California (UCLA), informaba que ya se encontraba en la primera etapa de estudio clínico -efectuado sobre una treintena de pacientes- otra droga antiangiogénica bautizada

con un nombre muy similar al de una patente de automóvil: SU5416.

"Me siento muy animado", dijo en aquel momento el doctor Lee Rosen, director del Programa de Desarrollos contra el Cáncer de la UCLA. "La droga ha logrado erradicar distintas clases de tumores en ratas, independientemente del lugar del cuerpo en el que se localicen. Y en el ensayo con humanos estamos empezando a ver algunos indicios de que el crecimiento de los tumores comienza a reducirse, sin que se presentes grandes efectos secundarios entre los pacientes".

La SU5416 es también una proteína natural que, al igual que el cóctel de Folkman, ataca

al tumor interrumpiendo el suministro de sangre. Actualmente se prueba si la sustancia es segura, la dosis, adecuada y si no provoca efectos indeseables.

"No quiero que nadie piense que se trata de una cura milagrosa", enfatizó Rosen, quien aclaró que aunque los ensayos clínicos con la droga se vienen realizando desde septiembre del 97, el estudio aún se encuentra en una fase inicial y que la sustancia debe demostrar todavía que erradica, o al menos reduce de modo notable, los tumores cancerosos en seres humanos.

Antiangiogénicos made in Argentina

En nuestro país, un grupo de científicos del Laboratorio de Oncología Molecular de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) también investiga las posibles propiedades terapéuticas de otra sustancia inhibidora de la angiogénesis.

"La principal diferencia entre las células sanas y las cancerosas radica en la alta velocidad de crecimiento de estas últimas", afirma el doctor Daniel Gomez, Vicerrector del la UNQ a cargo del equipo de investigación. "Es en esa particular desigualdad -continúa- en que se han basado las drogas tradicionales para combatir el mal".

El inconveniente radica en que las células

El mal en la Argentina

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Epidemiología, en nuestro país, el cáncer es la segunda causa de muerte luego de las enfermedades cardiovasculares: mata a 130 personas por día.

Alrededor del 1 por ciento de la población se halla en tratamiento por esta patología, lo que representa unos 300 mil pacientes.

Las mujeres padecen, principalmente, el cáncer de mama y de útero. El primero creció un 50 por ciento en los últimos 15 años.

Entre los hombres, el tipo de cáncer más frecuente es el de pulmón, después le siguen el de colon y recto y el de próstata.

De Leonardo Da Vinci a la actualidad

A principios del siglo XVI, el multifacético Leonardo Da Vinci fue uno de los primeros en describir en detalle el aparato circulatorio en su obra "Anatomía del hombre: el sistema cardiovascular".

El genial Leonardo proponía que los vasos sanguíneos se desarrollaban a partir del corazón, de la misma forma que lo hacen las raíces desde una semilla. La analogía resulta válida, aunque los brotes del árbol vascular se forman en realidad durante el desarrollo embrionario, incluso antes de que el corazón comience a latir.

En los últimos años, los avances en materia de biología vascular han revolucionado la concepción del origen de muchas enfermedades, incluyendo al cáncer. Este acontecimiento comienza a insinuarse ahora en la práctica médica. La aparición de distintos estudios sobre terapias innovadoras, como el caso de las proteínas inhibidoras de la angiogénesis, constituye un claro ejemplo de ello.



sanas del organismo que presentan un alto índice de reproducción, como por ejemplo, las de la sangre, del estómago, los intestinos o los cabellos, también se ven afectadas por los tratamientos convencionales, produciéndose efectos colaterales indeseables.

"La droga que estamos investigando actúa de un modo completamente diferente, ya que tiene la particularidad de no atacar a las células tumorales en forma directa, sino bloquear, específicamente, la función de diferentes proteínas que actúan en las distintas etapas del proceso de formación de los vasos del tumor, impidiendo de este modo su crecimiento y diseminación", explica Gomez.

La sustancia que estudia el especialista es una proteína conocida con el nombre de inhibidor tisular de las metaloproteinasas o, más simplemente, TIMP.

Cómo actúa la proteína TIMP

Para entender el funcionamiento de esta sustancia conviene aclarar primero el proceso de neovascularización y formación de metástasis.

Como se dijo a principios de esta nota, la pared interna de los vasos sanguíneos está constituida por un tipo especial de células, las endoteliales, que se asientan sobre una membrana, la membrana basal.

En circunstancias normales, las células endoteliales no se multiplican gracias a un delicado proceso de equilibrio entre ciertas sustancias que inhiben la angiogénesis y otras que la estimulan. Pero la presencia de un tumor es capaz de provocar la aparición de agentes que rompen este balance y promueven la proliferación de los vasos cercanos a él. Una de estas sustancias son las metaloproteinasas, unas enzimas que degradan la membrana basal permitiendo el crecimiento de las células del endotelio hacia la masa tumoral.

Además, la vasculatura del tumor presenta zonas donde existen baches o agujeros entre las células endoteliales. Precisamente, es la falta de continuidad del endotelio lo que permite que algunas células se desprendan de la masa tumoral original y comiencen a circular por el torrente sanguíneo. Luego, al llegar a determinados órganos, gracias a la liberación de diferentes sustancias, entre las que se encuentran las metaloproteinasas, las células malignas son capaces de perforar la membrana basal, invadir los tejidos sanos y producir metástasis.

El compuesto con el que trabaja el grupo del doctor Gomez es, precisamente, un inhibidor natural de las metaloproteinasas. Su acción fue puesta a prueba en estudios *in vitro* en los que se utilizaron cultivos de células

endoteliales en condiciones que pudieron reproducir artificialmente el proceso de angiogénesis tal como sucede en el organismo. Los investigadores comprobaron que cuando agregaban TIMP al medio de cultivo, las células endoteliales cambiaban su configuración y la red vascular no lograba desarrollarse.

Perspectivas

Alentados por los logros alcanzados, los científicos argentinos desarrollaron, junto a un equipo de investigadores japoneses, un ratón transgénico que produce la proteína TIMP. Como resultado de la aplicación de avanzadas técnicas de ingeniería genética, el animal porta un gen humano que codifica la fabricación de esta sustancia, la que resulta muy difícil de obtener por los métodos tradicionales debido a su escasa producción por parte del organismo.

Aunque Gomez remarca que los resultados de los estudios son preliminares y la investigación se encuentra recién en fase experimental, el científico espera que, en el futuro, la proteína TIMP, así como otros inhibidores angiogénicos, puedan ser utilizados junto a las actuales terapias de rayos y drogas oncológicas para disminuir el tamaño de los tumores y evitar la aparición de metástasis.

Entre la esperanza, el negocio y la cautela

Los anuncios de las drogas antiangiogénicas como, en general, cada noticia que se produce acerca del conocimiento de nuevas armas médicas para combatir el cáncer, pone de manifiesto, una vez más, las diferentes formas de reacción entre los enfermos, los grupos económicos y los científicos.

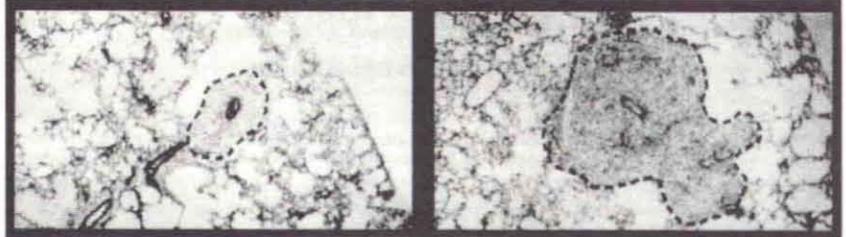
En los Estados Unidos, inmediatamente después de darse a conocer los hallazgos del equipo del doctor Judah Folkman, un aluvión de personas que padecen el mal, rápidamente solicitó que se les suministrara el cóctel de angiostatina y endostatina, las dos sustancias capaces de inhibir el crecimiento de los tumores, sin entender que las drogas aún no han terminado de ser probadas y ni siquiera se dispone de ellas.

Por su parte, conscientes de las potenciales vetas comerciales que ofrecen estos compuestos, los inversores tampoco se hicieron esperar. El valor de las acciones de EntreMed, la pequeña compañía bio-tecnológica que producirá industrialmente las sustancias, así como el de otras empresas que prometen tratamientos similares contra el cáncer, no dejaron de subir.

Finalmente, la comunidad científica mundial se mostró mucho más cautelosa. La mayoría de los investigadores fueron optimistas respecto de los posibles efectos de los inhibidores angiogénicos, pero también se encargaron de destacar que faltan completar un gran número de pruebas para saber si este tipo de sustancias son realmente efectivas para el tratamiento de cánceres en humanos.

"A pesar de que queda un largo camino por recorrer, la sociedad debe confiar en la ciencia, ya que cada droga que se estudia aporta un nuevo conocimiento en la lucha contra el cáncer", finaliza el experto. ♦

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



Las metástasis pueden crecer cuando crecen los niveles naturales de inhibidores de angiogénesis circulantes, como la angiostatina. Esta proteína liberada por un tumor de gran tamaño en el ratón, frenaba inicialmente la pequeña metástasis en el pulmón del animal (izquierda). Cuando los investigadores extirparon el tumor original, la angiostatina circulante descendió, permitiendo el desarrollo de las metástasis (derecha) y la proliferación de vasos sanguíneos.

En octubre, el N° 14

número 13 - volumen 6 - Buenos Aires - mayo de 1999

REDES 13

revista de estudios sociales de la ciencia

Excelencia científica: la construcción de la ciencia a través de su evaluación

La política científica y tecnológica en América Latina

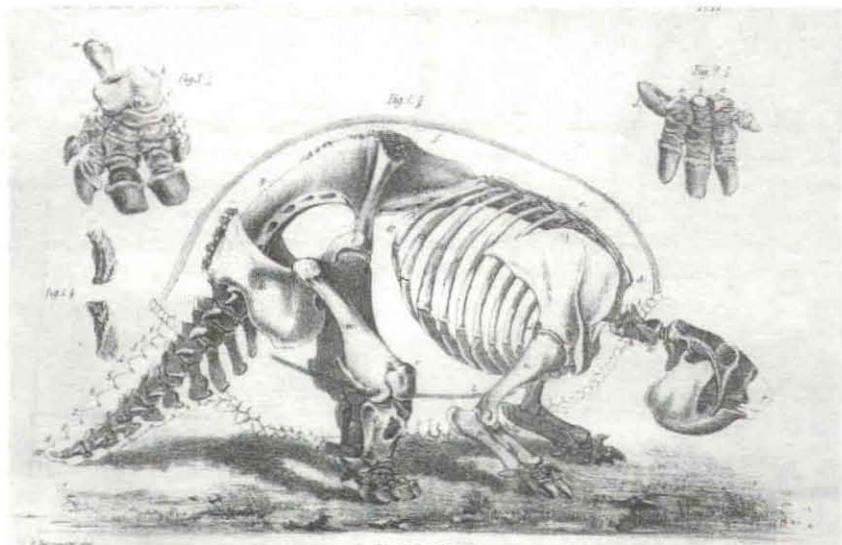
Conversando con Harry Collins

En torno al sistema chileno de innovación tecnológica



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

HALLARON EN CORDOBA DOS GLIPTODONTES CON CAPARAZONES CENTRALES



Con un caparazón rígido formado por miles de placas soldadas entre sí, los gliptodontes fueron unos gigantes mamíferos acorazados que vivieron hasta hace unos 8.500 años. Durante más de un siglo, los paleontólogos aceptaron que estos animales poseían solamente una coraza dorsal, como los armadillos actuales, con los que están emparentados.

Sin embargo, los descubrimientos realizados en la provincia de Córdoba por los doctores Adán Tauber, paleontólogo del Museo de la Villa El Chocón –provincia del Neuquén– y José Di Ronco, del Museo de Paleontología de la Universidad Nacional de Córdoba, demostraron

que los gliptodontes poseían además una coraza que cubría parte del vientre.

Estos científicos describieron dos especímenes de gliptodontes hallados en Córdoba, excepcionalmente bien conservados, pertenecientes a la especie *Glyptodon reticulatus*.

Lo más sorprendente de estos fósiles es que el 70 por ciento del material se encontró articulado en tres dimensiones, algo muy poco frecuente.

A pesar de que la presencia de la coraza ventral de los gliptodontes había sido sugerida en el siglo pasado, el hallazgo de estos dos ejemplares en excelente estado de conservación permitió conocer su posición exacta en el cuerpo de estos mamíferos. ♦

EXISTE EL AGUA FUERA DE LA TIERRA

Siete chicos del oeste de Texas detectaron la caída de un meteorito a fines de marzo. El hecho no es extraño, ya que a la Tierra llegan alrededor de un millón de meteoritos al año, pero, tal como se acostumbra en estos casos, un grupo de científicos se puso en marcha inmediatamente para localizarlo. Una vez en poder del Centro del Espacio Johnson de la NASA, se iniciaron los análisis a cargo de un equipo de geólogos; y si bien todo comenzó como un estudio de rutina, el resultado fue sorprendente: en el meteorito se encontraron restos de agua.

Este caso aporta la primera evidencia directa de que el precioso líquido elemento no es exclusividad de la Tierra (hasta el momento era sólo una hipótesis afianzada por las mediciones radioastronómicas) y posibilita el estudio de muestras reales de agua que pueden haber existido en el espacio exterior hace unos 4.500 millones de años, mucho antes que nuestro sistema solar.

Los científicos esperan que el examen del meteorito Monahans -bautizado así debido a la localidad en la que se encontró- permita dilucidar, entre otras dudas, cómo se originó el agua, de qué manera llegó al sistema solar y cómo fue que se distribuyó. ♦

INFORMACION EN EL CIBERESPACIO

La Oficina de Prensa de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales edita en forma semanal una serie de publicaciones electrónicas con noticias, novedades y datos para todos los gustos.

Son las siguientes:

Cable semanal: noticias de la FCEyN (suscripciones a cable@de.fcen.uba.ar)

Educyt: semanario con noticias de educación, universidad, ciencia y técnica (suscripciones a educyt@de.fcen.uba.ar)

Microsemanario: publicación con noticias nacionales especialmente preparada para los argentinos residentes en el exterior (suscripciones a sur@de.fcen.uba.ar)

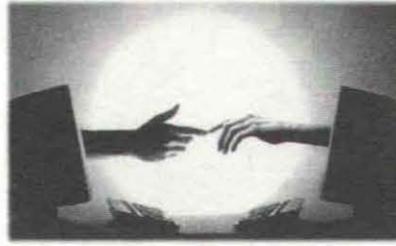
Todas las publicaciones son gratuitas y abiertas a todo público. ♦



Repatriación virtual

Debido a la imposibilidad de recuperar a los científicos, técnicos y demás profesionales que, por razones políticas o en busca de mejores condiciones laborales, decidieron emigrar al exterior, a principio de septiembre pasado se firmó un acta de compromiso entre el vicepresidente de la legislatura porteña, Anibal Ibarra, el rector de la UBA, Oscar Shuberoff, y el directivo de la Unesco Fernando Lema, para crear una red que permita "repatriarlos" a través de Internet.

La intención es impulsar actividades para revincularlos en las distintas áreas del conocimiento. Para la legislatura será una herramienta de consulta y asesoramiento, y a la UBA le será útil para la organización de



actividades científicas y hogareñas.

Esta red estará contenida en el "Programa Red Inter Regional de Científicos de América Latina y el Caribe", que dirige, desde la ciudad de París, Fernando Lema, biólogo uruguayo que trabaja desde hace 20 años en el Instituto Luis Pasteur. De esta manera, la Unesco impulsa la integración científica de los países del Mercosur. ♦

TODO POR AGUSTIN

Agustín Rovero tiene 10 años y es hijo de docentes de nuestra casa. En julio de 1996 le fue diagnosticada una leucemia linfoblástica aguda y, por lo tanto, considerado paciente de muy alto riesgo y el único tratamiento posible fue la realización de un trasplante de médula ósea. El trasplante se realizó con éxito en Nueva York el 25 de marzo y luego de varias complicaciones post-trasplante, el 21 de junio fue dado de alta. Pero debido a nuevas complicaciones, Agustín se encuentra actualmente internado.

Para el trasplante, el hospital requirió un depósito inicial de \$265.000, que fue aportado por la Obra Social (DOSUBA) y la Secretaría de Desarrollo Social de la Nación. Las complicaciones mencionadas incrementaron los gastos del tratamiento de forma tal que a principios de julio la deuda con el hospital era de \$350.000 y la estimación de lo necesario para terminar el tratamiento es de aproximadamente \$300.000 más.

A fin de reunir los \$650.000 necesarios, se abrió una cuenta solidaria en el Banco Nación donde se pueden hacer depósitos desde cualquier sucursal del país (Cuenta solidaria Banco Nación sucursal Central 265-300/4 a nombre de: Menor Agustín Rovero, a la orden de Adrián Rovero y Olga Penalba).

Para menajes y consultas al respecto, se encuentra disponible la siguiente dirección electrónica: agustin@at1.fcen.uba.ar. ♦

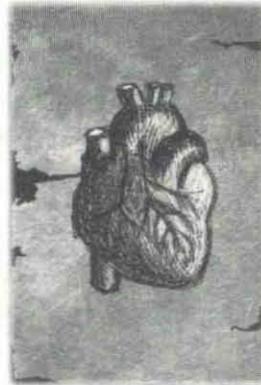
CELULAS SANADORAS PARA CORAZONES DAÑADOS

En los primeros meses del año que viene, Juan Carlos Chachques, un médico argentino que trabaja desde hace casi dos décadas en Francia, pondrá a prueba en humanos una revolucionaria terapia celular para personas con insuficiencias cardíacas o con cardiomiopatías.

¿En qué consiste la nueva terapia? "Primero -explica el especialista- se extrae una centena de células musculares de la pierna o del brazo del paciente que se cultivan en el laboratorio. De esta forma, en tres semanas, se obtienen 60 millones de células del propio individuo. Estas células sanas se inyectan en las partes muertas de las paredes de su corazón y, al cabo de dos semanas, esas partes 'resucitan'."

La explicación es sencilla: Aunque las células del músculo cardíaco no son capaces de regenerarse, en los músculos de las piernas y de los brazos se conservan células madres que no están especializadas y que pueden adaptarse a vivir en otra zona muscular del cuerpo humano.

De acuerdo con Chachques, como las células que se añaden proceden del mismo paciente, no existen problemas de rechazo. "Una pequeña incisión en el cuerpo para



inyectar las células sanadoras posibilitará una regeneración completa del tejido dañado del corazón, y generará una solución económica para la institución médica, que deberá invertir sólo en el equipamiento de cultivos celulares".

El experto, que es uno de los creadores del "echarpe cardíaco", una técnica quirúrgica que envuelve al corazón debilitado con parte de un músculo de la espalda de la persona afectada, en los últimos cinco años ha estado experimentando con éxito esta terapia en ratas, ovejas y cabras. Y un grupo de veterinarios la utilizó en 1988 para curar perros San Bernardo que sufrían cardiopatías. ♦

Biorritmo

El escarabajo no es un



Solemos tener la sensación de que hay días en que todo sale mal y otros en los que todo sale bien. Muchas veces tenemos la impresión de que estamos atravesando una fase negativa o positiva de nuestra vida. Hay gente que ha llevado este razonamiento al límite y creó una teoría de los ciclos naturales llamada biorritmo, que en el mejor de los casos no es más que una inútil simplificación de un problema mucho más complejo.



Veinte años atrás se popularizaba mundialmente una "ciencia" que decía poder explicar con perfección los "altos" y "bajos" de nuestra vida cotidiana. Fue llamada biorritmo. Su esencia era sencilla de entender: según esta teoría, los seres humanos tenemos un ciclo de 23 días que gobierna nuestro aspecto físico, otro ciclo de 28 días emocional y sentimental y un tercer ciclo de 33 días, intelectual. Conociendo el momento máximo (mayor rendimiento) y mínimo (menor rendimiento) de cada ciclo, podemos "programar" nuestras vidas (por ejemplo, no aceptar compromisos que exijan destreza física durante nuestra fase de menor rendimiento y posponerlos para la fase de mayor), ya que los ciclos, como fenómenos naturales que son, no pueden ser alterados.

La fiebre del biorritmo arrasó como una tempestad. Fueron editados libros por doquier para explicarlo. Notas periodísticas aparecieron en todos los medios. Pero, probablemente la más relevante, en términos de propaganda, fue la que publicó en 1978 la inefable *Selecciones del Reader's Digest*: "Biorritmo, la llave de sus altas y bajas".

Más adelante, a comienzos de los 80, llegaron a venderse calculadoras que daban, para la fecha del día, nuestra aptitud física, sentimental o intelectual, según los dictados del biorritmo. Y era posible calcular con ella la "compatibilidad" entre dos personas.

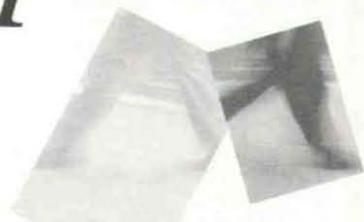
¿Cuál era la base del biorritmo? La historia se remonta a fines del siglo XIX y comienza

en Alemania. La teoría fue desarrollada por un cirujano de nombre Wilhelm Fliess, íntimo amigo de otro médico, para esa época aún desconocido, pero que llegaría a tener fama mundial y convertirse en uno de los personajes de este siglo XX que nos abandona: Sigmund Freud. Fliess afirmaba haber descubierto un ciclo masculino de 23 días y otro femenino de 28. Mujeres y hombres son bisexuados, decía Fliess, y en ambos coexisten los dos ciclos, sólo que en los hombres es preponderante el ciclo de 23 días y en las mujeres el de 28. Así lo explica en el libro *El ritmo de la vida: Fundamentos de una Biología Exacta*, publicado en Leipzig en 1906. En realidad Fliess estaba absolutamente maravillado con ambos números. Básicamente, los hallaba como números mágicos, capaces de expresar cualquier otro número y por lo tanto, básicos en la naturaleza. Por ejemplo, el número 1 es expresado como $23 \times 11 - 28 \times 9$; el 2 es expresado como $23 \times 22 - 28 \times 18$, etc. ¿Tiene esto alguna propiedad desconocida para los matemáticos? Ninguna. Los números 23 y 28 son llamados coprimos, o sea no comparten divisores. De hecho, 23 es un número primo, mientras que 28 es expresado como $7 \times 2 \times 2$ (los llamados factores primos).

La matemática sabe, desde mucho an-

paralelepípedo

por Guillermo Gimenez de Castro*



tes que Fliess, que dos números coprimos son capaces de expresar cualquier número entero positivo como una combinación lineal de ellos. Llamamos combinación lineal a una fórmula del tipo $23p + 28q$. Donde p y q son números enteros también. Por ejemplo, en el caso de querer generar al número 1, $p = 11$ y $q = -9$ como ya fue mostrado al inicio de esta párrafo. Pero otros números distintos del 23 y del 28 pueden realizar la misma proeza con tal de que sean coprimos. Por ejemplo $14 = 7 \times 2$ y $45 = 5 \times 3 \times 3$ son números coprimos. Con ellos podemos expresar el $1 = 14 \times 29 - 45 \times 9$ y el $2 = 14 \times 58 - 45 \times 18$, etc.

Fliess sabía bastante poco de matemática y quedó fascinado por esta propiedad que él atribuyó exclusivamente a los números 23 y 28. El caso de $51 = 23 + 28$ merecía atención especial para Fliess quien hallaba, por ejemplo, que indicaba una edad crítica para las personas, en la que pueden quedar gravemente enfermas o morir súbitamente. Otras combinaciones no-lineales también fueron exploradas por Fliess. Es el caso de $23 \times 28 = 644$. De hecho a cada 644 días el ciclo femenino y masculino vuelven a "sincronizarse".

Esta "numerología" de Fliess fue mantenida vigente por Hermann Swoboda, paciente de Freud en su juventud, luego devenido en psicólogo a su vez. Swoboda trabajó en la Universidad de Viena y dedicó bastante tiempo a investigar sobre la cuestión, hasta su muerte en 1963. Consideraba que los ataques al corazón, muertes o el inicio de enfermedades importantes, tienden a caer en los días "críticos" de los ciclos masculino y femenino. La saga fue continuada por Hans Wernli quien publicó en 1961 el libro *Biorritmo*, y más tarde por

George Thommen que publicó *¿Este es su día?* en 1964 y creó una compañía que proveía el servicio de calcular el biorritmo entregando cartas anuales. Por esos años al ciclo femenino y masculino se les agregó el intelectual. El ciclo masculino de Fliess hoy en día representa el vigor físico, la confianza y la agresividad. El ciclo femenino, los sentimientos, intuición, creatividad, amor, y cooperación.

¿Cómo funciona el biorritmo? En primer lugar, los tres ciclos comienzan simultáneamente el día que una persona nace. Cada ciclo es representado por lo que en matemática recibe el nombre de *función seno*. A cada día le corresponde un valor. Si el valor es positivo, el individuo se encuentra en un momento de "liberación de la energía", y por lo tanto en la mejor fase. Cuando el valor es negativo, se encuentra "recargando la energía", y es, por lo tanto, una fase de vitalidad reducida. Sin embargo los peores días son aquellos en los que se producen transiciones de positivo a negativo o viceversa. Esos son días críticos y lo mejor es evitar cualquier actividad.

Cuando dos ciclos están en transición es un día doblemente crítico. El peor día de todos es cuando los tres ciclos están en transición. Pero eso ocurre muy extrañamente: el día de nacimiento y a los 58 años de edad (el día $23 \times 28 \times 33 = 21.252$ después de nacer). En el sistema de Fliess, que no incluía al ciclo intelectual, cada $644 = 23 \times 28$ días se repetía exactamente el mismo patrón de ciclos. Los ortodoxos de esta "ciencia", llaman a este período de 644 días "año biorrímico".

Es difícil saber cómo se llegó a estos valores para los ciclos de 23, 28 y 33 días. Su misma existencia debiera ser comprobada extensamente antes de comenzar a hacer vaticinios.

Llama la atención la universalidad de los ciclos. Si tomamos ejemplos naturales bien aceptados, como el ciclo menstrual o el

circadiano, vemos que existe un valor medio que representa a la mayoría de los individuos, pero con importantes variaciones entre ellos. Más aún, los ciclos naturales sufren variaciones importantes para un mismo individuo entre un ciclo y el siguiente y también se ven modificados según la edad del individuo o por ciertos eventos (una enfermedad, por ejemplo). Es entonces muy difícil aceptar la constancia matemática del biorritmo, inalterada de persona a persona a lo largo de toda la vida. Por último, nos preguntamos por qué los tres ciclos comienzan el día de nacimiento. El bebé recién nacido es la continuidad del feto, y ese recién nacido pasará mucho tiempo hasta tener hábitos similares a los adultos. No se entiende entonces cómo, abruptamente, el día de nacimiento los tres "ciclos vitales" comienzan simultáneamente como si alguien hubiera encendido una llave eléctrica. No suele ser así como funciona la naturaleza.

Lo que no se entiende, en realidad, es cómo se puede aceptar una teoría tan simplista de un fenómeno tan complejo como es la vida. Es como querer considerar que los caballos son esféricos y sin rozamiento, viejo chiste del ámbito científico que nos quiere decir que las simplificaciones extremas no sirven para describir la naturaleza.

Después de aquel brote de los años 70 y 80, el biorritmo desapareció de las marquesinas. Probablemente sea demasiado matemático para la "Nueva Era" que proclama una ciencia con "rostro humano". O tal vez se agotó a sí mismo. Después de algunos años intentando usarlo frustradamente, la gente se fue aburriendo y simplemente lo abandonó. Es que a la larga todos somos capaces de darnos cuenta de que el caballo no es esférico. Y el escarabajo no es un paralelepípedo. ♦

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

Spock y los Dos Bocas

por Pablo Coll* y Gustavo Piñeiro**



La última edición de la "Guía Turística de la Galaxia de Andrómeda", informa a sus lectores que los nativos del planeta de los Dos Bocas hacen siempre dos afirmaciones simultáneamente (desde luego, una afirmación con cada boca). Es importante saber que cualquiera de los habitantes de este planeta pertenece a una y sólo una de las tres siguientes categorías: por un lado están los Dos Bocas veraces (cuando ellos hablan sus dos afirmaciones siempre son rigurosamente verdaderas); por otro, los Dos Bocas mentirosos (sus dos afirmaciones son siempre falsas); y, como último caso, el grupo de los Dos Bocas mixtos (cuando ellos hablan, siempre una de sus afirmaciones es verdadera y la otra es falsa).

Cierta vez llegó al planeta de los Dos Bocas un viajero espacial llamado Spock, que era muy aficionado a la lógica. A los pocos minutos de su llegada, Spock se encontró con un nativo del lugar.

Problema 1

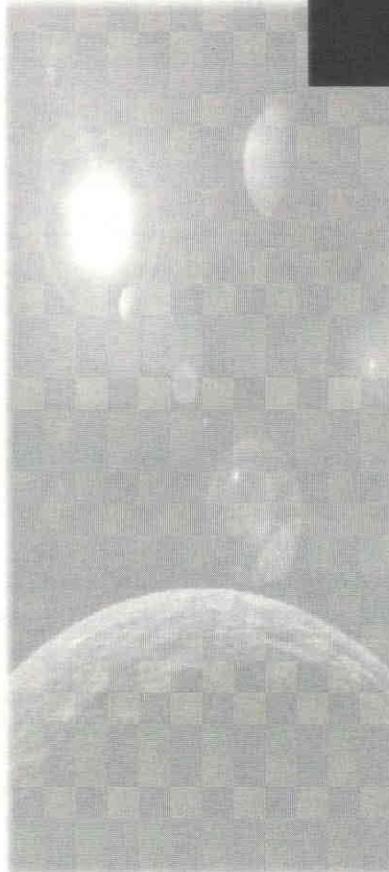
Spock le preguntó al nativo a qué grupo pertenecía y el nativo respondió: "Soy mixto / Soy mixto". (La barra separa las dos afirmaciones simultáneas del Dos Bocas). ¿A qué grupo pertenecía este nativo?

Problema 2

Tras deducir a qué categoría pertenecía aquel primer habitante, el viajero continuó caminando y no tardó en encontrarse con un segundo nativo.

También a este nativo Spock le preguntó a qué grupo pertenecía y el Dos Bocas respondió: «Soy veraz o soy mixto / Soy veraz o soy mentiroso».

Spock le pidió más información y, enton-



ces, el nativo agregó: "Hoy es jueves / Hoy es jueves". ¿A qué clase pertenecía el Dos Bocas? ¿Era jueves ese día? (Debemos aclarar que los días, horas y semanas se miden en Dos Bocas del mismo modo que aquí en la Tierra).

Problema 3

Al pie de una colina del planeta Dos Bocas, Spock halló al tercer nativo.

Ante la consabida pregunta, el Dos Bocas respondió: "Soy veraz o soy mentiroso / Soy veraz o soy mentiroso". ¿A qué grupo pertenecía?

Problema 4

Un rato más tarde, llegando ya a la cima de la colina, Spock se encontró con una pareja de Dos Bocas llamados Aleph y Beleph.

Aleph dijo: "Mi otra afirmación es verdadera / Beleph es mentiroso". Beleph agregó: "Mi otra afirmación es falsa /". La segunda afirmación de Beleph no se entendió pues en ese momento esa boca estaba mascando chicle, pero de todos modos Spock pudo deducir a qué clase pertenecía cada uno. ¿A qué grupo pertenecían Aleph y Beleph?

Cuenta la leyenda que poco después de este cuarto encuentro, Spock abandonó el planeta de los Dos Bocas para continuar sus viajes por el Cosmos. En muchos de los planetas que visitó, halló problemas interesantes, pero ellos serán temas para otras historias.

Soluciones del número anterior

Las preguntas del número anterior son problemas abiertos que siguen con la solución pendiente.



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

**Licenciado en Matemática - FCEyN.