

S/G
A6e8

EXACTA

m e n t e

AÑO 9 · N° 23 · S 3 · JUNIO DE 2002

ISSN 1514-920X

Entrevista

Guillermo Jaim Etcheverry

Actualidad

Crisis y medicamentos

Debate

¿Ciencia básica vs. aplicada?

Memoria

César Milstein

Tecnología

El mundial de fútbol de robots

Conceptos

El canto de las aves



Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA

Los anticuerpos monoclonales

La curiosidad como fuente de riqueza



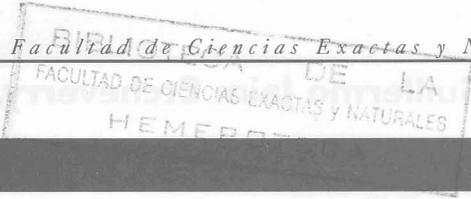
César Milstein

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Buenos Aires

Una publicación de Exactas

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

** La cantidad de ejemplares es limitada*



Consejo Editorial

Presidente

Dr. Pablo Jacovkis

Vocales

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

Staff

Directores

Ricardo Cabrera
 Guillermo Durán

Editor

Armando Doria

Jefe de redacción

Susana Gallardo

Redactores

Cecilia Draghi
 Verónica Engler

Diseño Gráfico

Santiago Erasquin

Fotografía

Juan Pablo Vittori
 Paula Bassi

Colaboradores permanentes

Pablo Coll
 Guillermo Giménez de Castro
 Guillermo Mattei
 Gustavo Piñeiro

Colaboran en este número

Carlos Borches
 Fabio Cohene
 Omar Coso
 Guillermo Martínez
 Simón Tagtachián

Recordatorio de César Milstein:
 texto, gentileza revista *Noticias*;
 foto, gentileza revista *3 puntos*.

Impresión

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

Ilustración de tapa:

Composición libre a partir de una fotografía
 de un corpúsculo sensitivo de la lengua de un
 sapo. 3600 X (MEB)
 Dra. Luisa E. Florito
 Lab. de Histología Animal
 Dto. de Biodiversidad y Biología Experimental

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

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

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

Editorial

En enero de este año el flamante Presidente, Eduardo Duhalde, decidió la salida de la convertibilidad y una devaluación incontrolada cuyos resultados principales han sido una inmensa transferencia de recursos de quienes confiaron en los bancos, en la palabra oficial y en las leyes del Congreso, a los empresarios alegremente endeudados, y una brutal reducción de salarios a través de la inflación que se reinstaló en nuestro país. El Gobierno sigue proponiendo, como el anterior, el ajuste eterno, sin ningún proyecto concreto y viable detrás, con amenaza de hiperinflación, con una interminable recesión, con cada vez más desocupados; en fin, con una crisis económica, social, política y moral sin precedentes en muchos años, que provoca en los argentinos una creciente desesperanza e ira.

Ya antes de la devaluación y reaparición de la inflación, el equilibrio presupuestario de nuestra Facultad (de por sí a niveles bajos) era extraordinariamente frágil. A eso se suma una reducción de nuestro presupuesto en dólares a menos de la tercera parte (hasta hoy), lo cual provocará gravísimos perjuicios. Sin contar con que los salarios, ya magros, continúan deteriorándose, la ciencia, en esta Facultad, está globalizada y dolarizada desde mucho antes de que ambas palabras se pusieran de moda en el lenguaje: los libros, revistas, insumos y equipos son importados (cada vez hay menos insumos y equipos nacionales, debido a la deliberada política de destrucción de la industria nacional llevada a cabo en los 90); los viajes al

exterior, las visitas de profesores, etcétera. En suma, el panorama presupuestario es tremendamente preocupante. Si no hay un aumento de presupuesto, el nivel de la enseñanza y de la investigación se reducirán en forma alarmante. No se puede tener "laboratorios virtuales", en los cuales se dibujan en el pizarrón probetas y osciloscopios; hacen falta las probetas y los osciloscopios de verdad. Al menos, si queremos mantener y mejorar la calidad de la enseñanza y de la investigación.

Es cierto que si planteamos con firmeza las necesidades presupuestarias de la Facultad —y de la universidad argentina en general— pueden surgir voces que comenten que, en medio de la crisis, hay quienes están en situación mucho peor, lo cual es absolutamente cierto. Pero el estrangulamiento económico de la universidad argentina, y en particular de nuestra Facultad, puede provocar una pérdida irreversible de nuestro capital intelectual y científico, sin el cual no existe ninguna posibilidad de recuperación en muchos años. Las exigencias presupuestarias que planteamos para nuestra Facultad y para la Universidad —independientemente de que, por supuesto, sus recursos deben administrarse con la mayor austeridad y eficiencia posible— no están motivadas en una falta de percepción de la realidad nacional, sino en el convencimiento de que proteger y apoyar a la universidad son acciones necesarias para que la crisis no sea definitivamente terminal.

Pablo M. Jacovkis
 Decano de la FCEyN

Sumario

ENTREVISTA

Nuevo Rector
 por Guillermo Durán
 y Armando Doria.....4

MEMORIA

César Milstein
 por Alberto Kornblihtt.....9

ACTUALIDAD

Medicamentos
 por Susana Gallardo.....10

CULTURA

Borges y la matemática
 por Guillermo Martínez.....14

PERFILES

Diego Rosa
 por Armando Doria.....17

CONCEPTOS

Canto de las aves
 por Guillermo Mattei.....18

NÓBELES

Premio de Medicina
 por Omar Coso.....21

DEBATE

¿Básica vs. aplicada?..... 22

TECNOLOGÍA

Mundial de robots
 por Verónica Engler.....26

BIBLIOTECA.....29

ECOLOGÍA

Proyecto vinal
 por Cecilia Draghi.....30

MINUTAS.

por Ricardo Cabrera.....33

PANORAMA

Embriones y legislación
 por Fabio Cohene.....34

INSTITUCIONALES

Física médica
 por Susana Gallardo.....36

MICROSCOPIO

Grageas de ciencia.....38

PSEUDOCIENCIA

La capacidad del cerebro
 por G. G. de Castro.....40

JUEGOS

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

Guillermo Jaim Etcheverry, el nuevo rector

“En la UBA se acabó el reinado”

por Guillermo Durán willy@dc.uba.ar
y Armando Doria mando@de.fcen.uba.ar



La Asamblea Universitaria realizada el pasado 2 de abril en el Colegio Nacional de Buenos Aires consagró como nuevo rector de la UBA al doctor Guillermo Jaim Etcheverry, quien hace unos días acaba de asumir la conducción de la principal institución académica de la Argentina.

*En el living de su departamento ubicado en un piso 12 frente a la Biblioteca Nacional, con una hermosa vista de toda la ciudad y rodeado de cuadros con firmas famosas, una vasta cantidad de CDs y hasta una exótica colección de loros de porcelana, el nuevo rector recibió a **EXACTA**mente pocas horas antes de afrontar el mayor desafío de su carrera.*

En esta extensa charla pudimos hacer un repaso sobre sus ideas, sus inquietudes y sus propuestas para los tiempos que se vienen en la Universidad del pos-shuberoffismo.



¿Soñó alguna vez con llegar al rectorado de la UBA?

Nunca. Hice toda mi carrera pensando que me dedicaría a la investigación. En aquel momento la biomedicina era muy sólida porque los modelos de investigación biológica estaban muy ligados a la medicina. Muy precozmente me dediqué a la investigación y sentía que ése era mi objetivo. Nunca pensé en nada distinto hasta que se produjo una posibilidad en el año 85, cuando llegó la normalización democrática y por primera vez tuve alguna relación con la conducción universitaria. Hasta ese momento no sabía ni dónde quedaba el decanato de la Facultad de Medicina.

¿Y cómo inició su actividad política?

Me llamaron los estudiantes para colaborar en la normalización y después surgió la posibilidad de entrar en política universitaria, de la que todo el mundo trataba de disuadirme. Recuerdo que el doctor De Robertis me dijo: "Grave error, es el fin de su carrera científica". Y yo pensé que no podía ser así, pero al fin tenía razón. A partir de la participación comencé a cambiar mis intereses: ya no iba más a limpiar las jaulas de las ratas los sábados a la mañana, sino que le dedicaba tiempo a

otros problemas. Y así llegué a ser elegido decano de Medicina.

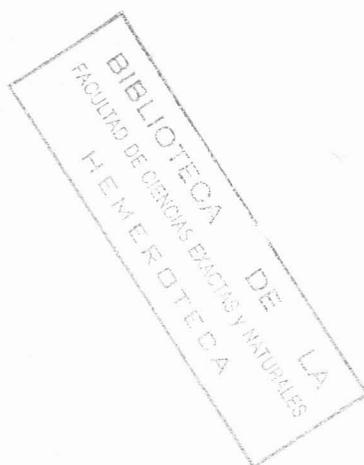
Cuando terminó su período, ¿no pensó en volver a la investigación?

Sí, lo que pasa es que no se dieron las condiciones. Durante todo el período que fui decano estuve alejado de la investigación y cuando volví la situación política de la Facultad era totalmente adversa. La gente del laboratorio en el que trabajaba hizo una pila con mis cosas y un día las encontré en un pasillo. También era consciente de que después de retirarse del sistema durante cuatro años es terrible volver a retomar, así que, como venía interesándome mucho por temas de educación, decidí incursionar definitivamente en esa área.

"...la gestión que termina no se caracteriza por una organización administrativa impecable, como uno puede suponer de gente que viene del ámbito de la administración."

¿Cómo encontró la Universidad tras los primeros sondeos?

Lo que estoy encontrando es muy complejo. Curiosamente, parece ser que



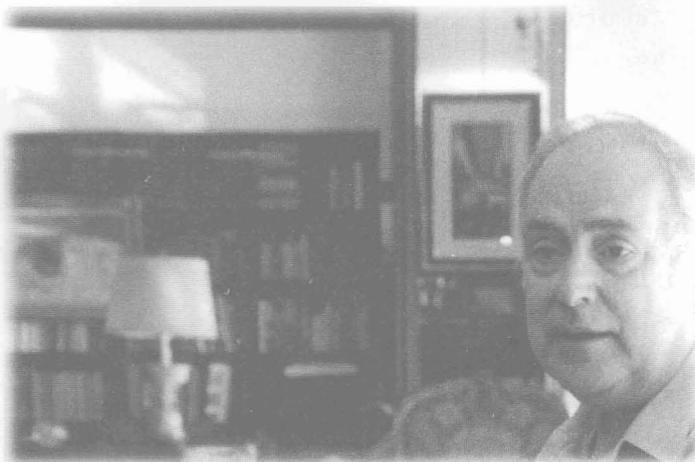
la gestión que termina no se caracteriza por una organización administrativa impecable, como uno puede suponer de gente que viene del ámbito de la administración. Hay un desorden llamativo, uno mira los organigramas de las distintas oficinas y es, cuanto menos, curioso.

¿Es sólo desorden?

Creo que es un desorden que oculta otras muchas cosas, y que responde a una manera de construir el poder que ha habido durante todos estos años y que tiene que ver con el negocio permanente que denuncié tantas veces. Pero bueno, eso va a ser para el próximo número de **EXACTA**mente, porque por ahora no tengo mucha información.

¿Le interesa mirar para atrás?

No, voy a ocupar mi tiempo mirando hacia delante, pero no me voy a oponer a que se mire para atrás: todo lo irregular que surja será investigado. De hecho, para empezar, es mi interés llevar adelante una auditoría de egreso, y no sólo para evaluar el aspecto económico sino una auditoría de la gestión, que puede arrojar muchas cosas para corregir. Lo que quiero es que se vea transparentemente en dónde está



la plata, en qué se gasta, qué cosas se hacen, tratar de abrir un poco esos cofres que siempre estuvieron cerrados. Pero creo que, hasta tomar el control total de la situación, pasarán algunos meses, porque tampoco se puede entrar enloquecidamente, entorpeciendo muchas cosas útiles que se puedan estar haciendo.

En cierto momento de la campaña se le cuestionó su falta de definiciones, sobre todo cerca de la elección.

Yo digo que no fue así: cuanto más me acerqué, más hablé. Creo que se decía lo contrario porque no encaré esta etapa como una campaña. Lo cierto es que no me estaba ofreciendo a nada, ni asumiendo ningún compromiso a futuro. Sé que ha sido novedosa en cuanto a la manera de hacer política, pero ésa es la única posición que me interesaba. No quería aparecer como garante de pactos y acuerdos previos. Lo que quería era saber si representaba algún sentir más genuino de la gente que no respondiera a un acuerdo de reparto de intereses. También hay que tener en cuenta que para mí es un riesgo muy grande. Yo apporto un capital importante que puedo perder. No tengo problemas en correr ese riesgo pero para eso pongo mis condiciones. Fue un poco como la anticampaña, y el hecho de que haya sido elegido es importante como señal, porque se ve que hay una voluntad de cambio en los procedimientos políticos, y eso me parece muy positivo. Digamos que eso también gene-

ró que se haya creado una expectativa enorme sobre mi gestión que yo trato de disminuir un poco. Esa sensación de que llegó algo milagroso, la salvación, es muy característica de los argentinos. De todas formas creo que este es el triunfo de un conjunto muy grande de voluntades y yo sólo soy lo visible de ese conjunto.

“Hay un cierto rechazo a la imagen de la UBA como una institución partidizada. Por eso hago hincapié en una universidad politizada pero despartidizada.”

Usted consiguió apoyo de sectores bastante disímiles, tanto dentro de la universidad como fuera: el diario La Nación, algunos sectores progresistas y hasta Daniel Hadad hablaron bien de usted. ¿Cómo lo explica?

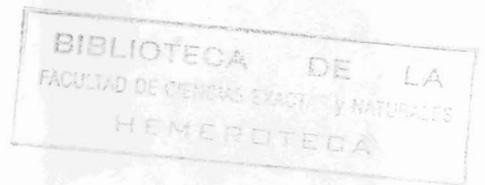
Creo que se puede explicar un poco por el pasado, como una reacción a lo que había. Si bien la Universidad mantiene una imagen positiva entre la gente, hay un cierto rechazo a la imagen de una institución partidizada. Por eso sigo haciendo hincapié en mi visión de una universidad politizada pero despartidizada. La gente tendía a ver a la UBA como un proyecto partidario, y el hecho de que surja una nueva posición dentro del campo universitario pudo haber conseguido ese apoyo amplio. Uno podría decir que la discusión vuelve a ser una discusión en términos universitarios.

¿No le llamó la atención entonces que sectores muy vinculados a la lógica partidaria de la UCR hayan sido algunos de los principales impulsores de su candidatura?

Puede ser un fenómeno de autopreservación, pero su participación no implica en absoluto condicionamientos. De hecho, en todo este tiempo de reuniones y más reuniones previas a la asunción, nadie me condicionó y creo que a nadie se le ocurriría porque saben que no estoy dispuesto a aceptarlo.

Shuberoff representó para la Universidad una forma de hacer política similar a la del menemismo en el nivel nacional. ¿Escuchó en estos días la frase: “Que Jaim no se convierta en De la Rúa”?

No la escuché, pero la realidad es que el cambio en las expectativas siempre entraña peligro. Por eso yo insisto en que esto no va a ser un cambio fundamental, en el sentido de que no se puede hacer una revolución de un día para el otro en una estructura tan compleja como la UBA, pero sí existe bastante determinación para hacer algunas cosas fundamentales e intentar el regreso al camino de la educación como tema central. Tengo expectativas limitadas pero creo que si se concretan esas expectativas el futuro va a ser mejor, va a haber posibilidades de conseguir otros cambios. La idea es terminar un poco con este ciclo de 16 años, que son toda una vida.



Parece haber clima de fin de reinado...

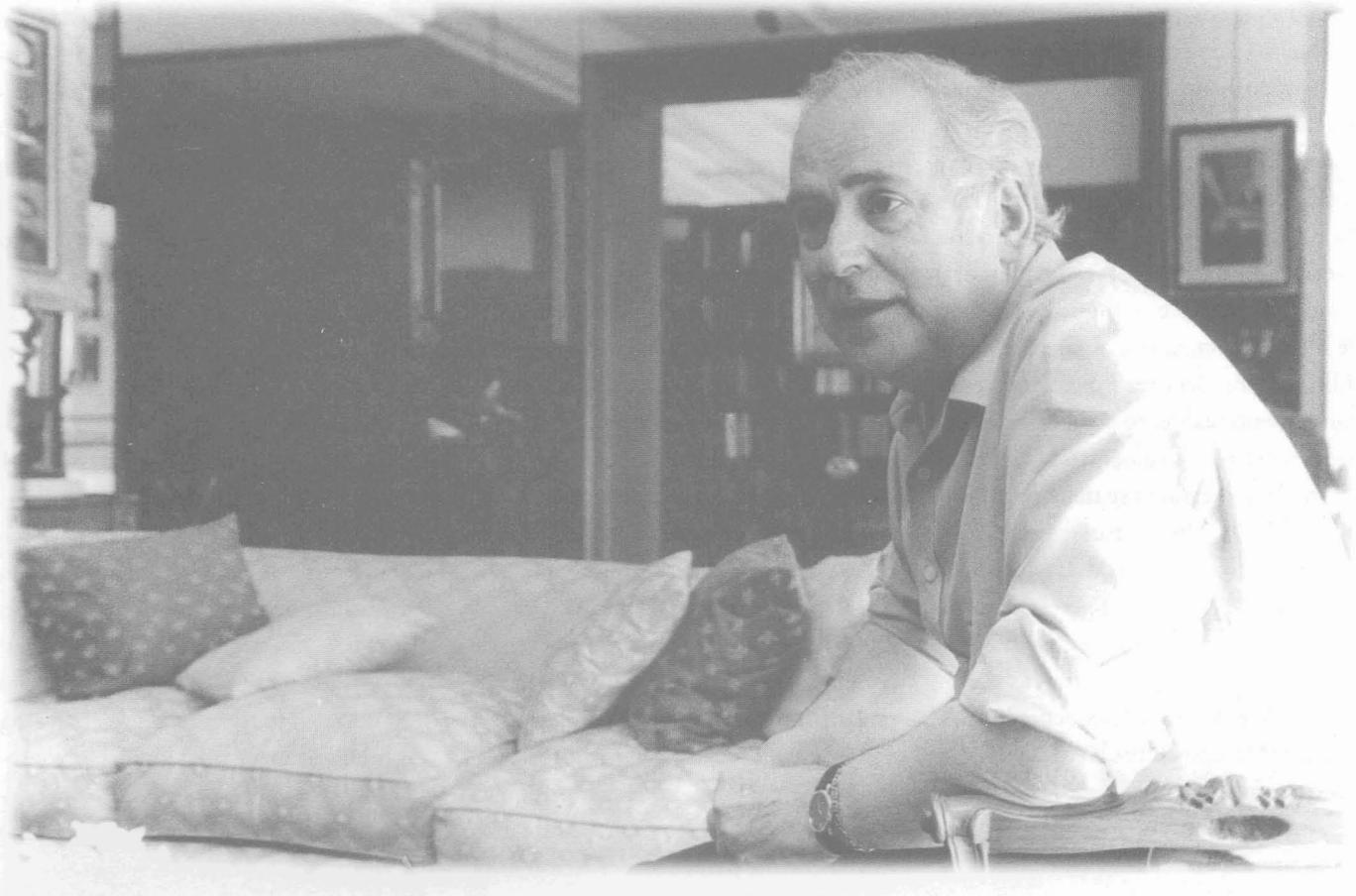
Sí, hay clima de fin de reinado y me parece muy bien que lo haya porque el reinado se acaba, y yo no quiero implantar uno nuevo: lo ideal sería pasar los cuatro años dejando algunas semillitas.

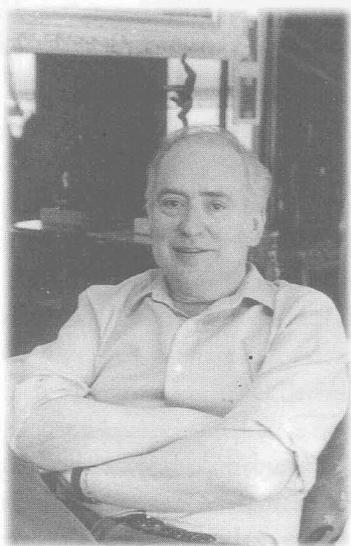
Desde algunos sectores se hizo la lectura de que su proyecto era una avanzada contra la gratuidad y el ingreso irrestricto. ¿A qué lo adjudica?

Puede ser porque muchas veces me he expresado en torno al problema espe-

cífico de la carrera de Medicina, en la que tenemos graves inconvenientes para educar a una increíble cantidad de gente: este año tenemos 4100 estudiantes en primer año, y es un caso que no se repite en ningún lugar del planeta ni de las galaxias vecinas. Me parece que son temas que de alguna manera habrá que analizar en detalle. Ahora, yo estoy claramente de acuerdo con que la educación superior deber ser de acceso lo más abierto posible porque Argentina lo necesita. Por eso mismo pienso que el Estado debe hacerse cargo de la tarea de financiar la universidad, y esto conlleva

la gratuidad de la educación superior. Pero esto debe ir acompañado por cierta responsabilidad de nuestra parte. Muchos disfrutamos de una situación privilegiada frente a la cantidad de personas que no pueden tener acceso ni a la educación básica, y por eso creo que tenemos que responder con seriedad y responsabilidad a ese privilegio social que nos está dando el conjunto de la sociedad. Tenemos que poner énfasis en la calidad de los profesores y en la dedicación de los estudiantes: esto no es un lugar a donde uno va a pasar el tiempo sino a donde uno va a comprometerse.





¿Cuáles son los objetivos primordiales de su gestión?

Volver al debate educativo, poner énfasis sobre la educación. Algo fundamental es que la universidad cumpla la función de formación. La UBA debe lograr que la gente que pase por sus aulas salga con una verdadera visión del mundo, con capacidad crítica, y esa es la tarea central de la universidad. Cada vez nos estamos interesando menos por lo específico de la educación, que es lo que sirve para el entrenamiento de la mente: la función liberadora de la educación está en el conocimiento, no en otra cosa. Yo creo que el problema está en el convencimiento de los actores. Si los profesores no son conscientes de su papel trascendente; si los estudiantes piensan que el objetivo de ir a la universidad es salir con la cartulina debajo del brazo cuanto antes, y con el menor esfuerzo posible; si los padres piensan lo mismo, esto se va a hundir. En la universidad se tiene poca consideración para lo que pasa en el aula, en el laboratorio; en general, las autoridades piensan más en las superestructuras, en los convenios. Es un poco la idea de la universidad-empresa, que hoy es dominante, y con la cual yo no concuerdo. Volver a poner énfasis sobre la educación va a traer una revalorización de la actividad creadora del conocimiento y de la ciencia. Tendremos que ser más estrictos para

determinar qué es ciencia de calidad y qué no lo es; hay que apoyar a la gente de buen nivel para que siga formando gente de buen nivel. Además, quiero dejar en claro que rescato que la Universidad ha hecho durante estos años un esfuerzo muy importante y ha tomado el control de su actividad científica.

“Eudeba tiene un fondo editorial muy grande, muchas posibilidades, está distribuida en todas las facultades. Es cierto que lo poquito que vi de su estado actual es un aquelarre, pero va a ser distinta.”

En una situación de crisis como la que estamos viviendo la función de una editorial como Eudeba debería ser central.

Creo lo mismo. Todavía no tuve posibilidad de ocuparme del tema, pero es uno de mis objetivos centrales. Creo que la editorial debe ser una verdadera herramienta, como lo fue en otra época. Claro que hay que adaptarla a nuestra realidad de mercados contraídos, pero hay muchas maneras de desarrollarla: Eudeba tiene un fondo editorial muy grande, muchas posibilidades, está distribuida en todas las facultades. Es cierto que lo poquito que he visto de su estado actual es un aquelarre, pero Eudeba va a ser distinta. Otro de los puntos que me interesa es el de la radio de la UBA. Creo que la Universidad tiene que ocuparse más de la radio, que es un herramienta poderosísima de comunicación. Está todo listo, se compraron los equipos, y nunca salió al aire: eso no puede ser; va a ser prioridad. Y otro tema que me interesa fuertemente es apoyar al Centro Cultural Ricardo Rojas, que me parece una creación muy

importante, original y creo que es una de las contribuciones más importantes del período anterior.

Dentro de pocos meses habrá una asamblea universitaria para discutir la reforma del estatuto. ¿Tiene propuestas concretas al respecto?

No, todavía no, ese es un tema que hay que trabajar con seriedad, recibiendo muchas propuestas, y teniendo en cuenta las expectativas actuales tanto como lo permanente de la universidad. En lo que hace al cogobierno, sigo pensando que es importante conservar una mayor responsabilidad del claustro de profesores; que la participación de los estudiantes es fundamental —como lo demuestra la historia de la universidad—; que la representación del claustro del graduados debería ser al menos repensada. Otra cuestión es la de elección indirecta de las autoridades. Yo siempre pensé que la elección directa era una alternativa interesante. Sin embargo, ahora estoy atento al experimento de España, en donde se está probando la elección directa en varias universidades. Realmente, es una experiencia a observar con mucho cuidado porque se han convertido en campañas políticas generales: ahora ya depende de la plata que ponen los partidos, hay *spots* publicitarios, etc. *A priori* me parecía muy bien porque rompía la estructura tradicional, pero el problema es que se convierta en una lucha partidista y dependiente de contar con plata y con un aparato político. No sé, hay que pensarlo. Quizás lo que no estaría mal sería que el voto fuera secreto, y con esto se produciría un cambio importante porque ahí no se verían las lealtades y se perderían las posibilidades de comprar y vender votos. ■

Milstein en el recuerdo

El pasado 24 de marzo pasado falleció César Milstein, el último de los nóbeles argentinos. Tenía 74 años y residía en Gran Bretaña, autoexiliado tras el golpe militar que derrocó a Arturo Frondizi. En estas páginas, el recuerdo de Alberto Kornblihtt, colega suyo y profesor de esta Facultad.

Foto: Fernando Gutiérrez

Un sentimiento de profunda tristeza se suma a las penurias de los científicos argentinos. Se murió César Milstein. Ese hombre bajito, de inteligencia sagaz, silencios elocuentes y frases cortas y contundentes. Su exilio profesional en Inglaterra, provocado por la intolerancia y la discriminación de turno en los 60, simbolizaba al mismo tiempo el éxito personal y el fracaso de nuestro país en desarrollar un proyecto de nación

alimentaria, la veterinaria y sobre todo en la investigación básica que subyace y seguirá alimentando al desarrollo tecnológico.

Milstein no era un Nobel más. La vastedad de la aplicación de sus hallazgos lo hicieron *primus inter pares* entre los laureados por la Academia Sueca. Muchas veces las autoridades de ciencia y técnica y los medios periodísticos argentinos se llenaron la boca de orgullo repitiendo que Milstein era ar-

democrática e independiente. Conocí a Milstein en 1982 cuando desde Cambridge visitó el laboratorio de Oxford donde yo era becario postdoctoral. Eran los tiempos de la guerra de Malvinas y como argentinos viviendo en el país del enemigo pronto nos dimos cuenta de la paradoja de que si la señora Thatcher ganaba la guerra, caería la dictadura más sangrienta y asesina que conocieran nuestras pampas.

Volví a verlo recién en 1997 cuando visitó nuestro laboratorio en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, interesado por unos resultados que acabábamos de publicar sobre los mecanismos que gobiernan la expresión de los genes. Tenía poco tiempo, se encaminó directamente a la biblioteca y se puso a discutir experimentos con los tesisistas de mi grupo, con pasión y precisión admirables. Sorprendió a los jóvenes por el profundo conocimiento de la "cocina" de la investigación: los detalles experimentales. Malhumorado y resignado aceptó mi propuesta de ir a saludar al decano (no todos los días la facultad recibía a un premio Nobel) y cuando el encuentro se concretó no tuvo mejor idea que decirle al decano: "Perdone la tardanza pero la verdad es que prefería seguir hablando de experimentos con los becarios a venir a saludarlo a usted."

Los descubrimientos que llevaron a Milstein al Nobel revolucionaron la medicina, la biología celular y la biotecnología modernas. La simple curiosidad por tratar de comprender cómo funciona un tipo de células del sistema inmunitario, los linfocitos, le hizo descubrir la forma de producir anticuerpos monoclonales, herramientas imprescindibles en el diagnóstico y la terapia de enfermedades humanas, en las industrias farmacéutica y

gentino. Es cierto que jamás perdió su argentinidad y que tomaba mate en los claustros universitarios de Newton y Darwin. Pero no hay que engañarse, sus contribuciones fueron logradas íntegramente en Inglaterra, en el famoso Laboratorio de Biología Molecular de Cambridge, el mismo donde Watson y Crick descubrieron la estructura del ADN y que ha cosechado en su historia casi una decena de premios Nobel.

Hace dos años, 1500 personas lo ovacionaron en el aula magna de Ciencias Exactas donde en lenguaje sencillo disertó sobre su trabajo y la importancia de la investigación científica guiada por la curiosidad. Es que estaba hablando en el seno de su *alma mater*, la casa de estudios que lo había formado en química y de cuyo centro de estudiantes había sido presidente.

Milstein era implacable con la mediocridad y con las dictaduras y sus cómplices. Pensaba que en la Argentina había reservas científicas de calidad y originalidad, lamentablemente desaprovechadas por la ceguera de sus gobernantes. Lo vi por última vez en abril de 2001, cuando me invitó a dictar un seminario en su laboratorio. Volvimos a hablar de experimentos. Eso era lo que le gustaba, la fortaleza que compensaba holgadamente su debilidad física. Hasta hace unos meses seguimos en contacto por teléfono (se rehusaba a utilizar el e-mail). Era consciente de la profunda crisis de nuestro país que, con necesidades mínimas insatisfechas para 15 millones de sus habitantes, arrastraría en la avalancha también a sus científicos. Sé que debemos rendirle un homenaje, pero también sé que él no le daría la más mínima importancia porque preferiría seguir discutiendo qué experimentos diseñar para comprobar o descartar su hipótesis más reciente. ■

La Universidad y la crisis

Medicamentos

¿Quién se hace cargo?

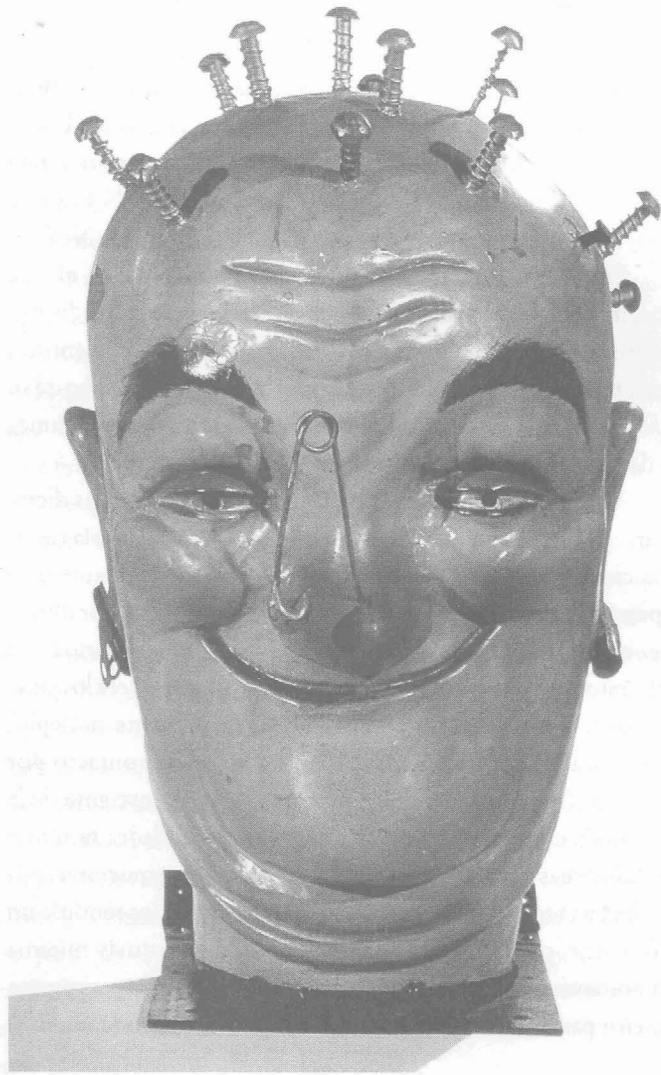
por Susana Gallardo
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

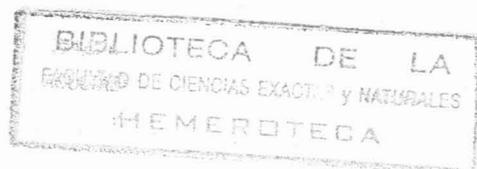
Ante la emergencia sanitaria y la urgencia por sustituir importaciones, surge la necesidad imperiosa de fabricar medicamentos en el país. ¿Está capacitada la Argentina para hacerlo? ¿Cuál es el rol de la Universidad en esta coyuntura? Investigadores de las Facultades de Farmacia y Bioquímica y de Ciencias Exactas y Naturales proponen algunas ideas.

La salud es una de las áreas más castigadas por la crisis, que todo lo devora. Y los medicamentos son un factor clave. Con un precio que en la Argentina siempre fue más alto que en otras partes del mundo, ahora exhiben el costo adicional de la devaluación. Mientras los salarios bajan, o son inexistentes, los remedios se van por las nubes y, lo que es peor, muchos no se consiguen. Para hacer frente a la situación, el Gobierno declaró la emergencia sanitaria y, por decreto, estableció “la prescripción de medicamentos bajo la modalidad de nombre genérico y su sustitución por profesionales farmacéuticos”.

Si bien los denominados “medicamentos genéricos” no son una novedad para la Argentina, ante el nuevo panorama cabe preguntarse si el país está en condiciones de fabricarlos. Y, en tal sentido, no es ocioso indagar qué papel le cabe, en esta coyuntura, a la Universidad de Buenos Aires, con su atesorada competencia para generar conocimiento. ¿Debe ponerse a sintetizar drogas?

Para algunos investigadores, el medicamento genérico es un producto de baja tecnología, con un porcentaje mínimo de conocimiento asociado. “La Universidad debe crear empresas de alta tecnología, para desarrollar medicamentos de mayor complejidad, y no competir con una industria nacional que podría expandirse para sustituir importaciones”, señala el doctor Lino Barañao, profesor y secretario de Investigación en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA. Para Barañao, no se trata de “fabri-





car aspirinas”, sino de producir drogas de alto valor agregado, que se puedan exportar, permitiendo así el ingreso de divisas.

Por su parte, la doctora Regina Wikinski, investigadora y decana de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB) de la UBA, si bien considera que fabricar medicamentos no es fácil “porque se trata de productos que requieren una tecnología muy actualizada”, coincide en que “más importante que reproducir medicamentos desarrollados por otros, es hacer lo que estamos haciendo: el control de calidad de las materias primas y de los medicamentos terminados”, afirma.

En la FFyB se dictan varias carreras de especialización en control de calidad de los medicamentos y en la producción. “Mediante convenios con ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología), tenemos unos 70 graduados, así como becarios y pasantes, que colaboran en el examen de los medicamentos certificándolos o rechazándolos”, detalla Wikinski, y agrega: “El papel de la Universidad es, en primer lugar, formar buenos profesionales. De hecho, el 80 por ciento de los profesionales que trabajan en la industria farmacéutica son egresados de nuestra Facultad”.

Está claro que la Universidad no cuenta con una infraestructura para la producción en gran escala. “Una cosa es sintetizar una nueva droga, como lo estamos haciendo, y otra es producirla para cubrir la necesidad de una amplia franja de la población”, señala la investigadora. De hecho, en la FFyB se están diseñando nue-

vos medicamentos y reactivos de diagnóstico, muchos de los cuales han sido patentados. Algunos ya están en fabricación por empresas privadas; otros, en cambio, son principios activos que requieren muchos estudios hasta que puedan ser aplicados.

“La misión de la universidad no es reproducir drogas, sino crear nuevos compuestos”, subraya la doctora Alicia Pomilio, profesora en la FCEyN y directora de Proplame (Programa de Plantas Tóxicas y Medicinales. Metabolismo de compuestos sintéticos y naturales), que depende de la FCEyN y del CONICET.

En el Proplame se están desarrollando nuevas sustancias con actividad contra tumores, virus e, incluso, para el tratamiento de la diabetes. “Diseñamos estructuras químicas nuevas a partir de compuestos naturales provenientes de plantas, hongos y líquenes”, explica Pomilio. Los investigadores modifican la molécula para favorecer una determinada actividad, que es analizada *in vitro* y en animales.

“Una vez obtenida una sustancia promisoriosa, ésta es probada en seres humanos, en las tres fases clínicas, que se realizan, en su totalidad, en la Argentina. En la fase I se evalúa la toxicidad, en la II la eficacia y, en la III, la relación entre la dosis efectiva y la toxicidad de la droga”, explica Pomilio. Los numerosos compuestos desarrollados hasta ahora se encuentran en trámite de patentamiento; entre ellos, un radiofármaco utilizable en el diagnóstico por imágenes de tumores cerebrales.

Lo que debe hacer la UBA, según Pomilio, es “intensificar el desarrollo de

nuevos fármacos y asegurar y agilizar su patentamiento”, y agrega: “En la Universidad empleamos técnicas muy modernas, como la genómica, la nanotecnología y la química combinatoria, con las que no cuenta la mayoría de las empresas instaladas en el país”.

En cuanto a la producción nacional de medicamentos, según relata la decana de la FFyB, “en los últimos meses se ha incrementado el número de laboratorios que nos envían periódicamente muestras para analizar, lo que evidencia que la fabricación se está reactivando”. Industrias que habían detenido su producción, están funcionando nuevamente. No obstante, éstas tendrán que compartir el mercado con enormes empresas globalizadas, resultado de fusiones entre laboratorios, que unifican el mercado, pero no contribuyen a bajar los precios.

En resumen, si el papel de la Universidad no es fabricar medicamentos, ya que esta tarea pueden realizarla las empresas privadas con el capital humano formado precisamente en la Universidad, ¿qué aporte brindará ésta a la sociedad en la coyuntura que nos toca vivir? ¿Sólo se trata de seguir haciendo lo que hace?

La Universidad empresaria

Para Lino Barañao, la Universidad tiene dos misiones principales: actuar como fiscal público, denunciando si existe un sobreprecio injustificado en los medicamentos, y establecer un análisis de costos que permita a los políticos discutir precios sobre bases ciertas.

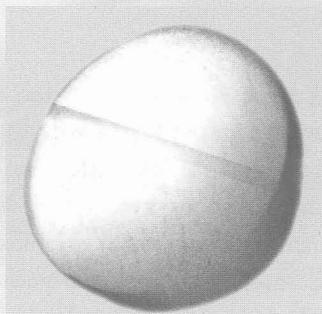


Cara y ceca de los medicamentos genéricos

El medicamento genérico tiene la misma fórmula química y concentración que el producto de marca, pero es fabricado por un laboratorio diferente del que lo patentó, que no invirtió en desarrollo ni en publicidad. Su nombre no es comercial -habitualmente llamado de fantasía- sino que es la denominación química de la droga que lo compone. Y es más económico porque no viene en envases atractivos ni está apoyado por una campaña publicitaria.

Los fármacos, además de los principios activos, poseen otras sustancias, los excipientes. Un genérico comparte con los de marca la cantidad de droga activa, pero puede haber variación en los excipientes. "Es importante tener la seguridad de que todos los medicamentos, genéricos o de marca, no sólo tengan la cantidad de droga activa que deben tener, sino también que se disuelvan, ingresen en el torrente sanguíneo y alcancen los sitios donde deben actuar", indica la doctora Wikinski. Para la investigadora, se debe evaluar la biodisponibilidad del medicamento, es decir, determinar si la droga llega a donde debe llegar, y la bioequivalencia, estableciendo si dos medicamentos con igual dosis tienen la misma actividad.

Según la especialista, el problema de los genéricos depende del lugar donde se expendan. En los hospitales públicos, el farmacéutico residente es quien hace la licitación para la compra, recibe los medi-



camentos y tiene la capacidad para evaluar si cumplen con las normas. En la farmacia de barrio, también es el farmacéutico quien está en condiciones de ver la receta de un medicamento genérico y aconsejar al paciente, mostrándole las diferentes opciones entre los medicamentos de marca o el genérico simple, si dispone de él. "Si no hay un farmacéutico, es peligroso", advierte Wikinski, y subraya: "Una persona no capacitada puede confundir medicamentos, sobre todo porque existen similitudes de nombres".

Para la doctora Pomilio, el tema es delicado. "No existe actualmente una ley nacional sobre los genéricos", advierte, y agrega: "Se debería reglamentar su uso, y determinar las condiciones de calidad y tipos de control en cada etapa de elaboración y en el producto final, así como las indicaciones del responsable legal y del contenido en la etiqueta del recipiente de consumo". El problema no es sólo el grado de pureza del principio activo, sino también el tipo y calidad de los excipientes así como su potencial interacción química o física. Éstos con-

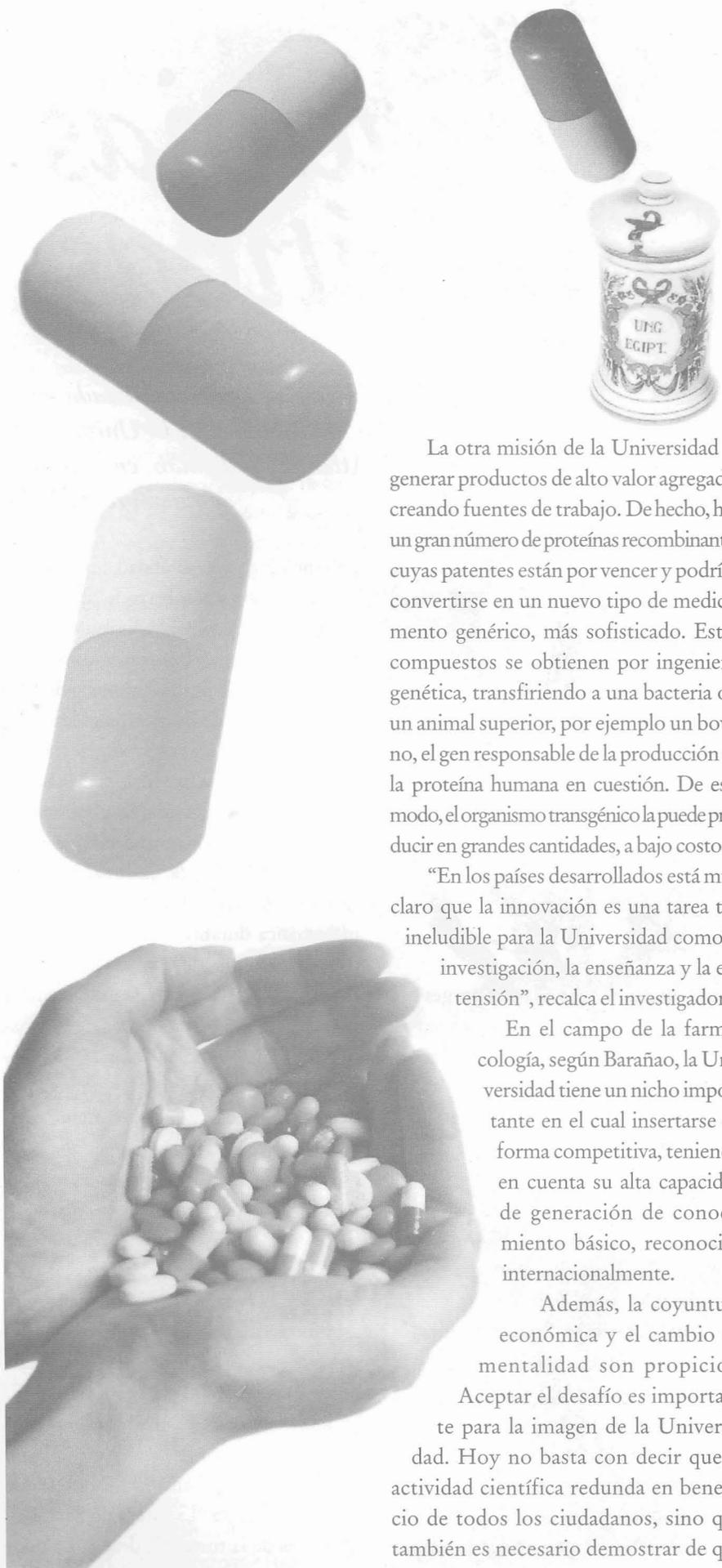
tribuyen a la acción del medicamento, por ejemplo, pueden facilitar una liberación lenta o más rápida.

"Los medicamentos de liberación lenta son particularmente delicados", señala Wikinski. "Si están mal formulados, puede llegar a producirse una concentración indebida de droga en el organismo, generando efectos indeseados."

En la Argentina hay 26 laboratorios que producen genéricos y abastecen al 80 por ciento de los hospitales de todo el país. La intención del gobierno es que se vendan en las farmacias. Y ya se firmaron las resoluciones que obligan a las obras sociales a aceptar recetas de medicamentos por su nombre genérico.

El concepto de medicamento genérico no es nuevo. La Organización Mundial de la Salud lo recomienda desde 1950 con el fin de bajar los costos de salud de los países. Y en Estados Unidos, estos medicamentos ocupan el 40 por ciento del mercado.

El panorama es complejo. Sin duda, la idea del Ministro de Salud de extender el uso de genéricos es correcta. Es una estrategia para enfrentar la crisis y equilibrar los precios. Pero, según los especialistas, el Estado deberá ejercer un control de calidad estricto sobre esos medicamentos, y garantizar que sean equivalentes a los de marca. De otro modo, los grandes laboratorios tendrán argumentos para imponer sus productos.



La otra misión de la Universidad es generar productos de alto valor agregado, creando fuentes de trabajo. De hecho, hay un gran número de proteínas recombinantes cuyas patentes están por vencer y podrían convertirse en un nuevo tipo de medicamento genérico, más sofisticado. Estos compuestos se obtienen por ingeniería genética, transfiriendo a una bacteria o a un animal superior, por ejemplo un bovino, el gen responsable de la producción de la proteína humana en cuestión. De este modo, el organismo transgénico la puede producir en grandes cantidades, a bajo costo.

“En los países desarrollados está muy claro que la innovación es una tarea tan ineludible para la Universidad como la investigación, la enseñanza y la extensión”, recalca el investigador.

En el campo de la farmacología, según Barañaño, la Universidad tiene un nicho importante en el cual insertarse en forma competitiva, teniendo en cuenta su alta capacidad de generación de conocimiento básico, reconocida internacionalmente.

Además, la coyuntura económica y el cambio de mentalidad son propicios. Aceptar el desafío es importante para la imagen de la Universidad. Hoy no basta con decir que la actividad científica redundará en beneficio de todos los ciudadanos, sino que también es necesario demostrar de qué

manera lo hace, y cuál es la vía más eficiente para lograrlo.

Barañaño señala la necesidad de tener también un nuevo arquetipo de investigador, más comprometido con los desarrollos rentables y menos preocupado por la originalidad de su descubrimiento. “La UBA tiene recursos para encarar proyectos orientados a la innovación y la rentabilidad”, asegura. “Se han invertido millones de dólares en proyectos, pero no se invierte en comercializar los resultados”.

La idea es que la Universidad genere empresas, lo que funciona muy bien en numerosas universidades europeas, y que se denomina *spin off*. El dinero parte de recursos propios y de inversores. En Canadá ya hay 221 empresas formadas en el ámbito universitario.

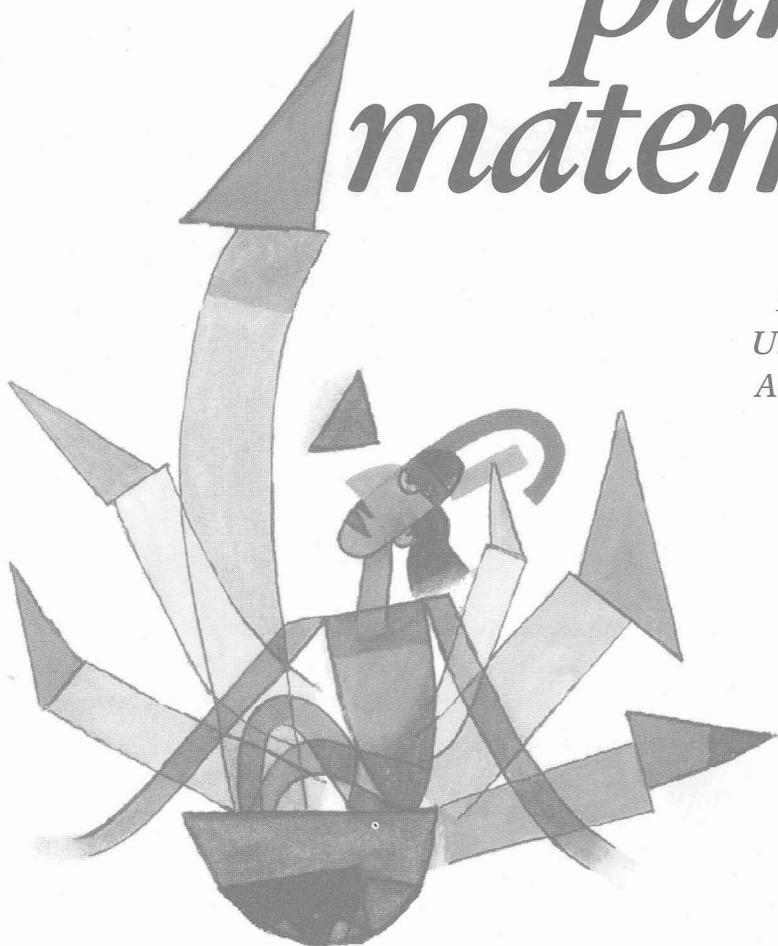
Sin duda, para alcanzar objetivos de este tipo será necesaria la cooperación internacional. “En muchos casos, el éxito de una empresa universitaria depende de tener un mercado latinoamericano. Es la única salida digna como país, si no, es incongruente plantearse una Universidad de excelencia”, concluye Barañaño.

Según los especialistas, en el nuevo escenario económico-social, la universidad no resolverá el problema puntual de la fabricación de medicamentos, pero sí deberá reorientar algunas de sus metas y encarar proyectos de innovación con el fin de comenzar a insertarse en el mercado con productos originales y de alto valor agregado, creando así fuentes de trabajo. ■

Borges y tres paradojas matemáticas

por Guillermo Martínez*

Extracto de una conferencia dictada en la Universidad de Boston y en la Universidad Armstrong Atlantic, Savannah, en octubre y noviembre de 2001.



Hay un fenómeno de apropiación del nombre de Borges, que a esta altura hace sonreír, y que permite la multiplicación de toda clase de libros cuyos títulos son Borges y... casi cualquier cosa que se quiera escribir al lado. Es verdad que Borges escribió sobre una cantidad imponente de temas: estos autores hacen un salto al infinito y se proponen demostrarnos que no dejó *nada* de lado. Tanto mejor cuanto más lejana y débil es la conexión, porque entonces pueden intentar libros más “sorprendentes” y “sagaces”. Hay una excepción interesante a esta maquinaria, en una colección de ensayos que se llama *Borges y la ciencia*. Es un libro hecho por científicos argentinos: incluye un ensayo sobre Borges y la física, dos o tres irreprochables sobre Borges y la matemática... pero mi

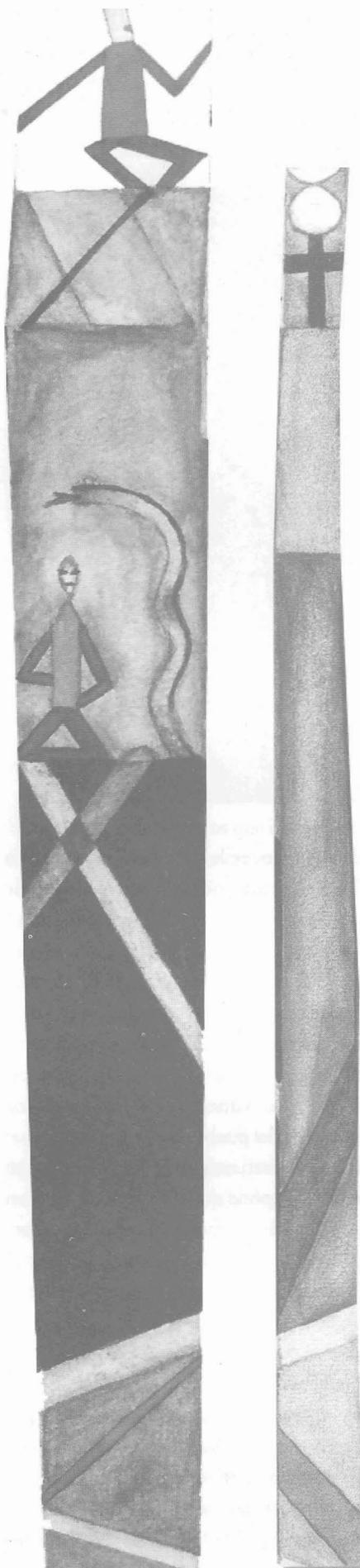
favorito fue uno que se llama “Borges y la biología”. Luego de algunos rodeos, y algo desolado, casi como disculpándose, el autor se decide a escribir que después de haber leído la obra completa de Borges tiene que decir que no hay ninguna vinculación entre Borges y la biología. ¡Ninguna! (risas). El hombre había descubierto con terror algo en este mundo—la biología—que Borges no había tocado... Por supuesto, es muy posible que al final de esta charla, como me ocurrió en Boston, alguien se me acerque, con una mezcla de disgusto intelectual y amenaza, para decirme que hay una obra de dos tomos de su autoría en la biblioteca de Harvard que se llama, justamente, *Borges and biology*, y que quizá, para la próxima vez, yo debiera consultarla (risas). No me animé a comprobarlo,

pero no niego la posibilidad de que exista ese libro: al fin y al cabo todo libro existe en la biblioteca de Babel. Es muy posible, y sería típicamente borgeano, que el libro más largo sobre Borges estuviera dedicado a un tema que a Borges nunca le hubiera importado.

Pero afortunadamente, para la buena definición de esta charla, como dirían los matemáticos, sí podemos decir que existe una conexión sólida, indudable, entre Borges y la matemática. Borges estudió matemática durante varios años, principalmente a través de la visión logicista de Bertrand Russell, quien trataba de reducir la matemática a sus métodos de demostración, a una “vasta tautología”, un propósito, como se comprobaría luego, condenado al fracaso. Fue seguramente también a través de Russell que conoció las arenas movedizas de las paradojas lógicas, los infinitos matemáticos y las discusiones sobre los lenguajes formales que transformaría con el tiempo en piezas literarias. Hay una cantidad realmente asombrosa de rastros matemáticos, e incluso pequeñas lecciones de lógica y matemática a través de su obra, desde “El idioma analítico de John Wilkins” al “Examen de la obra de Herbert Quain”, desde “La biblioteca de Babel” y “La lotería de Babilonia”, hasta “La esfera de Pascal” y “Avatares de la tortuga”, desde “La doc-

trina de los ciclos” y “Argumentum Ornithologicum”, hasta “El disco” o “La muerte y la brújula”, con múltiples ecos que llegan también a su obra poética. Pero a poco que uno relee estos textos, se advierte que hay un ejercicio de repetición y variaciones sobre lo que son en el fondo tres ideas principales. Estas tres ideas aparecen reunidas en el cuento “El Aleph” y podemos examinarlas desde allí. La primera está vinculada a la elección del nombre del Aleph. “Para la *Mengenlehre*”, dice Borges, “es el símbolo de los números transfinitos, en los que el todo no es mayor que alguna de las partes”. La *Mengenlehre* es el nombre alemán de la teoría matemática de las cantidades; Borges encontraba particularmente curioso y perturbador este quiebre del antiguo postulado aristotélico según el cual el todo debe ser mayor que cualquiera de las partes. “Hay un concepto que es el corruptor y el desatinador de los otros”, dice en “Avatares de la tortuga”: “No hablo del Mal cuyo limitado imperio es la ética; hablo del infinito”.

En el infinito matemático, en efecto, el todo no es necesariamente mayor que cualquiera de las partes. Para entender esto, pensemos primero en un niño que tiene un mazo de cartas pero sólo sabe contar hasta diez. El niño reparte las cartas con su padre, le da la primera, se queda con la segunda, le da la tercera, se queda con la cuarta, etc. Cuando termina de repartir el mazo, no podría decir cuántas cartas tiene en la mano, porque sólo sabe contar hasta diez, pero sí puede decir algo de lo que todavía está seguro, y es que él y su padre tienen la misma cantidad de cartas. De una manera parecida, en un desfile militar difícilmente podamos contar a golpe de vista la cantidad de jinetes, pero sí podemos decir algo, quizá no muy brillante, pero cierto, y es que hay la misma can-



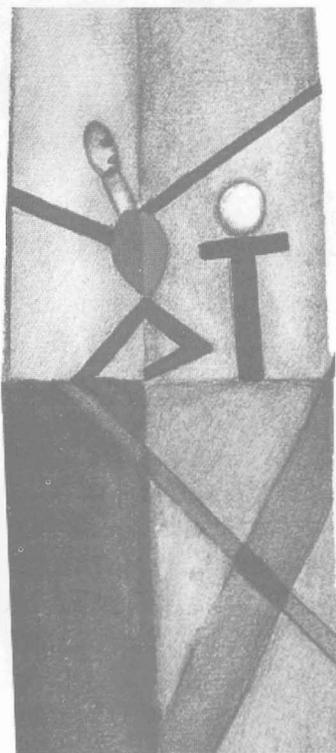
BIBLIOTECA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
HEMEROTECA

tidad de jinetes que de caballos (risas). Y bien, esta es la idea que encontraron los matemáticos para “contar” conjuntos infinitos. Dicen que un conjunto tiene “tantos elementos” como los números naturales si se puede asignar un número distinto a cada elemento, usando en esta asignación *todos* los números que empleamos para contar. Pero, y aquí viene el quiebre que intriga tanto a Borges, el conjunto de los números pares tiene de este modo “tantos elementos” como los números naturales, ya que se puede asignar el 1 al primer número par 2, el 2 al 4, el 3 al 6, etc. Tenemos así una parte propia de los números naturales, digamos, una “mitad”, los pares, que es “tan grande” como el todo.

La segunda idea es más bien geométrica y la encontramos un poco antes, cuando Borges intenta, con distintas analogías, describir el Aleph, el punto que concentra y guarda todas las imágenes. “Los místicos, en análogo trance”, escribe, “prodigan los emblemas: para significar la divinidad, un persa habla de un pájaro que es todos los pájaros; Alanus de Insulis, de *una esfera cuyo centro está en todas partes y la circunferencia en ninguna*.” Esta imagen puede parecer oscura, o un juego de palabras, pero es una metáfora magnífica, singularmente precisa, una vez que se conoce la explicación matemática: pensemos primeramente en el plano, por ejemplo, la superficie de este pizarrón. Yo pedí especialmente un pizarrón, ¡ahora tengo que usarlo! (risas). Dibujemos a partir de un punto cualquiera círculos con radio cada vez más grande. Estos círculos cubren más y más puntos del pizarrón, y por lejano que se encuentre un punto, es evidente que, eligiendo un radio suficientemente grande, puedo “enlazarlo” dentro de uno de mis círculos. Más aún, no importa dónde haya fijado en principio el centro de

estos círculos, con radios suficientemente grandes llego desde cualquier centro tan lejos como quiera. Pero entonces, dando un pequeño salto con la imaginación, podemos reemplazar la idea de plano por la de un círculo cuyo centro está en todas partes y cuya circunferencia... ¿dónde dibujar la línea de la circunferencia? No llegamos a dibujarla porque el radio es infinito, la circunferencia está siempre más allá, como el horizonte, "en ninguna parte". Exactamente lo mismo podemos hacer en el espacio tridimensional, reemplazando los círculos por esferas. Así, la totalidad del espacio, o el universo visible que muestra el Aleph, puede considerarse una esfera cuyo centro está en todas partes y la circunferencia en ninguna. Pero entonces -y aquí la analogía muestra su eficacia- uno puede imaginar una contracción de esta esfera gigantesca original, de modo que todas las imágenes aparezcan concentradas en la esferita minúscula que ve Borges al pie de la escalera: el Aleph como el universo en su inicio, antes del *big bang*, una pequeña esfera que aprisiona en un solo punto todas las imágenes.

La tercera idea es lo que yo llamaría la paradoja de autoreferencia, y aparece cada vez que Borges construye o alude a un mundo ficcional muy vasto y abarcatario, que acaba por incluir a ese mismo mundo como un elemento, y a veces al narrador, o al lector, en sus reglas de juego. En "El Aleph" esto ocurre durante la célebre enumeración de imágenes: "...vi el Aleph, desde todos los puntos, vi en el Aleph la tierra, y en la tierra otra vez el Aleph..., vi mi cara y mis vísceras, vi tu cara...". Esta clase de paradojas, que provienen de postular objetos o mundos demasiado vastos, fueron letales en la fundamentación de la matemática y no hay duda de que Borges



debía conocer la más famosa, debida a Russell, que muestra que no puede postularse la existencia de un conjunto universal, digamos, un aleph de conjuntos, que contenga en sí, como elementos, a todos los conjuntos imaginables. El mismo Bertrand Russell dio esta popularización de la paradoja: supongamos que exista un barbero que afeite únicamente a los hombres del pueblo que no se afeitan a sí mismos. Esto no parece en principio tan raro, se supone que esto es lo que hacen en general los barberos (risas). Ahora bien, ¿debe este barbero afeitarse a sí mismo? Si se afeitara a sí mismo, estaría excluido de la clase de hombres a los que puede afeitar, por lo tanto no puede afeitarse a sí mismo. Pero si no se afeita a sí mismo, pasa a integrar la clase de hombres a los que sí debe afeitar, por lo tanto, debe afeitarse a sí mismo. En definitiva, el barbero está condenado a un limbo lógico, en el que no puede afeitarse ni no afeitarse a sí mismo!

Dije antes que hay una multitud de rastros matemáticos en la obra de Borges. Esto es cierto, pero aún si no hubiera ninguno, aún en los textos que nada tienen que ver con la matemática, hay algo, un elemento de estilo en la escritura, que es particularmente grato a la estética matemática. Creo que la clave de ese elemento está expresada, inadvertidamente, en este pasaje extraordinario de "Historia de la Eternidad": "No quiero despedirme del platonismo (que parece glacial) sin comunicar esta observación, con esperanza de que la prosigan y justifiquen: *lo genérico puede ser más intenso que lo concreto*. Casos ilustrativos no faltan. De chico, veraneando en el norte de la provincia, la llanura redonda y los hombres que mateaban en la cocina me interesaron, pero mi felicidad fue terrible cuando supe que ese redondel era "pampa" y esos varones "gauchos". Lo genérico... prima sobre los rasgos individuales."

Cuando Borges escribe, típicamente acumula ejemplos, analogías, historias afines, variaciones de lo que se propone contar. De esta manera la ficción principal que desarrolla es a la vez particular y genérica, y sus textos resuenan como si el ejemplo particular llevara en sí y aludiera permanentemente a una forma universal. Del mismo modo proceden los matemáticos. Cuando estudian un ejemplo, un caso particular, lo examinan con la esperanza de descubrir en él un rasgo más intenso, y general, que puedan abstraer en un teorema. Borges, les gusta creer a los matemáticos, escribe exactamente como lo harían ellos si los pusieran a la prueba: con un orgulloso platonismo, como si existiera un cielo de ficciones perfectas y una noción de verdad para la literatura. ■

* Profesor del Departamento de Matemática - FCEyN

Diego Rosa

Del laboratorio al pozo de petróleo



Cuando uno piensa en un biólogo —y sobre todo del área de ecología—, lo supone vestido de bombachas y pólar, puede que con borceguíes, preparado en todo momento para salir de campaña. Diego Rosa no es el caso; viste traje de buena hechura, usa maletín y trabaja para una consultora que se dedica al tratamiento de desechos en plantas de petróleo.

Su *look* era otro en el año 89, cuando ingresó a la carrera de biología de Exactas —cuenta que tenía el pelo largo—, y sus planes también: “A comienzos del segundo año de la carrera empecé a trabajar en un laboratorio del Departamento de Biología en la obtención de microorganismos de degradación”. La idea de investigar le gustaba, pero no todo era rosas para Diego; explica por qué: “En Exactas la investigación era algo primordial, y me parecía el único camino posible. El problema era que, pese al trabajo que venía realizando, no conseguía ninguna beca ni subsidio, que era mi objetivo”. Entonces probó un tiempo en los laboratorios de la Facultad de Agronomía, pero de todas maneras seguía insatisfecho en el aspecto económico del asunto.

Beber de otra agua

Sin haber finalizado el ciclo inicial de la carrera, Rosa encontró trabajo —por

Al año y medio de ingresar a Biología comenzó a trabajar en un laboratorio de la Facultad de Exactas. A mitad de carrera descubrió la actividad privada. En el 97 se graduó y hoy asesora a una consultora ambiental especializada en petróleo.

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

medio del área de Pasantías de Exactas— en una empresa comercializadora de productos biológicos. Y cuenta que fue un hallazgo: “Esto cambió absolutamente mi vida porque descubrí lo que significaba trabajar en la empresa privada y, en este caso, que el privado me respetara como biólogo”. También había algo más que empezaba a resolverse: el aspecto económico del asunto.

Terminó la carrera mientras trabajaba, aprovechando los pocos turnos noche que ofrecía la Facultad. Todo marchaba bien, pero... al año terminó la pasantía. ¿Crisis? Para nada. Corría el año 98 y el menemismo nos decía que la satisfacción estaba garantizada (o nos devolvían el dinero; aunque, claro, después no fue así). Rosa aprovechó ese marco de euforia y buscó trabajo entre las empresas que había conocido durante la pasantía. Su trabajo consistía en asesorar en el uso de productos biológicos en las plantas de tratamiento de efluentes líquidos, y ya por esa época comenzó a trabajar junto a su actual socio, Eduardo Sarlo, otro biólogo de Exactas. Asegura que en muchos casos lograron disminuir costos al cliente, o mejoraron sensiblemente los efluentes, y así ganaron nombre. Tampoco desperdiciaron oportunidades; Rosa lo cuenta bien: “Empezamos trabajando con efluentes líquidos, y cuando fue el boom del impacto ambiental, también nos dedicamos al impacto. Con las ganancias, Eduardo hizo un curso de auditor de ISO 14000, gracias a lo cual pudimos incorporar como cliente, entre otros, a Coca Cola”. El camino estaba abierto.

La puntada y el hilo

Pero, ¿es difícil para un biólogo encontrar espacio en el ámbito privado? Si bien la coyuntura de crisis complica las cosas, para Rosas hay un hecho que facilita la inserción, y es que “está instalada la idea de que los biólogos egresados de Exactas están muy bien capacitados”. También suma el hecho de que la oferta de profesionales del ramo sea todavía baja. Pero, más allá de las posibles ventajas del contexto, hay que tener en cuenta que Diego Rosa es de aquellos que no dan puntada sin hilo, y que tanto se perfecciona en su área como se hace cargo de la contabilidad de la empresa, si es necesario.

En estos momentos, además de empresario, es profesor en una materia de 5to año de ingeniería industrial de la UTN. “Dar clases es muy bueno porque me mantiene actualizado —dice Rosa—. Por otro lado, también puede ser una inversión. Claro que uno no lo hace por eso, pero la realidad es que por lo menos el 10 por ciento de los alumnos ha venido con alguna oferta laboral, una vez que se recibieron”.

El último *hit* del dúo Rosa-Sarlo fue hace pocos días, cuando los contrató la consultora de medio ambiente Equilibrium, especializada en petróleo: Rosa en la gerencia técnico-comercial y Sarlo en el monitoreo ambiental de los pozos. Siempre como asesores externos, respetando la sociedad, nunca en relación de dependencia. ■

El chingolo no lineal

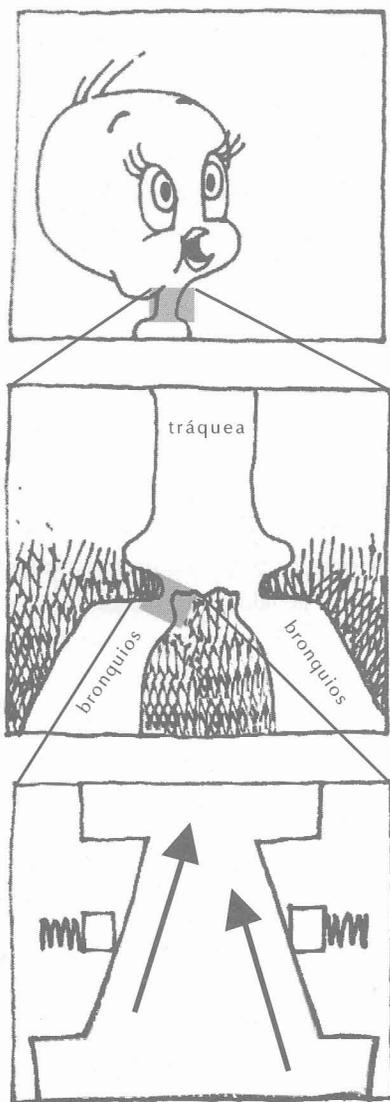
por Guillermo Mattei*
gmattei@df.uba.ar

Un chingolo en el campo. Un canario enjaulado. Sus cantos tienen una magia que atrae al hombre desde siempre. Pero, ¿qué hay detrás de esos armoniosos sonidos? ¿Qué mensaje comunican? ¿Cómo lo producen? Recientemente, un grupo de científicos argentinos, en colaboración con pares estadounidenses, han logrado reproducir muy fielmente, en lenguaje matemático, el mecanismo que emplean las aves para cantar. Mientras la fascinación por el canto de los pájaros no decae, estos estudios pueden arrojar luz acerca de cómo el cerebro humano aprende. Así funciona la ciencia.

En las ramas del saber altamente formalizadas por el idioma de las matemáticas, tal como la física, el conocimiento inédito comienza a globalizarse (con perdón por la palabra) a lo largo del mundillo experto cuando las revistas especializadas lo publican en formato de artículo. Cada uno de estos aportes es un ladrillo más en el edificio conceptual que describe o imita una parte de la realidad que nos rodea. En ocasiones, algunas contribuciones aportan al edificio paredes enteras, trascienden el ámbito de los especialistas y rebotan por los medios de difusión masiva.

Tal es el caso de grandes descubrimientos que terminan derramándose en la cultura, como el hecho de que el universo parece expandirse por siempre, o de hallazgos que resultan de cruzar disciplinas que aparentan ser poco afines, como la biología y la física. A este último tipo de cruces nos dirigimos.

A fines del 2001, la prestigiosa revista de alta divulgación Nature, varios importantes sitios de Internet y el diario local La Nación se hicieron eco de los resultados publicados por los físicos argentinos Gabriel Mindlin y Rodrigo Laje, del Departamento de Física de la FCEyN, acerca de la modelización matemática del órgano vocal de las aves y de su altísima co-



Modelo matemático de siringe

rrelación con los registros de chingolos y canarios “reales”. Mindlin es un profesor e investigador de la FCEyN con importantes antecedentes, pese a su juventud (ver **EXACTA**mente nro. 5, 1996), y Laje es uno de sus actuales estudiantes de la carrera de doctorado en física. Dentro de su campo de trabajo, la llamada “dinámica no lineal” (ver recuadro “Ser o no ser...”), Mindlin abordó el problema del comportamiento físico de la garganta de las aves en su interacción con el aire que fluye desde los pulmones y en su relación con la vocalización sonora del canto.

Un viaje a la garganta del chingolo

Muchas aves machos impresionan a las hembras desplegando todas sus habilidades sonoras: el mejor cantante será el elegido para el apareamiento (acá no vale aquello de “sólo es puro verso”). Las preguntas básicas son: ¿cómo se genera ese complicado repertorio? y ¿cómo opera el modesto cerebro de las aves para procesar el canto?

Un endoscopio imaginario, entrando por las vías aéreas del chingolo, encontraría primero la tráquea, de un milímetro de diámetro, y luego una bifurcación en dos canales, denominada siringe, que llevan a

los bronquios y pulmones. En la siringe hay unas protuberancias del tejido, llamadas labios, que pueden abrir y cerrar el paso del aire que va de los pulmones a la tráquea. Bajo ciertas condiciones, el aire que sale hace vibrar los labios, lo cual produce sonido de manera análoga a las cuerdas vocales humanas. Los músculos de la siringe alteran la tensión y la apertura de los labios para cambiar el tono fundamental del sonido (la "altura" de la nota, diría un músico).

Para determinar cómo la actividad cerebral lleva a la producción de sonido, los científicos se esforzaban por entender cuánto del sonido proviene de complicadas instrucciones desde el cerebro y cuánto de la física compleja de los órganos vocales. Las conclusiones del trabajo de Mindlin y colaboradores demuestran que el complejo canto de los aves se debe casi fundamentalmente a un control simple de su voz: regulando sólo dos variables, la presión del aire y la tensión de los músculos de la siringe, los pájaros pueden producir un amplio repertorio de sonidos. Es decir, el secreto es soplar y angostar la garganta en forma coordinada.

La modelo, el modelo y la tráquea matemática

Los golpes de creatividad, las ideas atrevidas, el criterio estético o la rica experiencia acumulada no son cualidades exclusivas de, por ejemplo, un pintor que intenta plasmar en el lienzo el cuerpo de una modelo. Sin embargo, contrariando la intuición popular, los científicos también pueden crear, en este caso, conocimiento nuevo guiados por impulsos parecidos.

Por ejemplo, un físico (el pintor) enfrenta el aspecto de la realidad externa que quiere estudiar (la modelo) con diversas



Las redes neuronales

Basadas en el deseo de crear dispositivos artificiales capaces de producir cálculos sofisticados o "inteligentes" - similares a los que el cerebro humano rutinariamente produce - que pudieran dar cuenta de los mecanismos de aprendizaje, surgen las redes neuronales artificiales.

De entre varias formas de definir las, las redes neuronales «de juguete» podrían entenderse como una malla de muchos procesadores unitarios de información, quizás con una pequeña memoria local, conectados por canales de comunicación que transportan datos numéricos codificados de diferentes formas. La sorprendente propiedad de algunas de estas redes es que pueden aprender a partir de ejemplos y hacer una generalización (tal como un niño reconoce a los perros a través de un ejemplo de lo que es un perro).

En principio, las redes neuronales pueden hacer todo lo que hace una computadora normal y, teóricamente, algo más. En un extremo más especulativo, algunos investigadores aseguran que las redes neuronales serían aptas para simular algunos prerrequisitos de la conciencia humana, tales como la percepción y la cognición y otros, más atrevidos, apuestan a que ayudarán a resolver uno de los más intrigantes enigmas, el estado consciente.

herramientas matemáticas (pinceles y lienzo) que le permiten construir un modelo físico o estructura conceptual (la pintura) que imita o luce como su objeto de estudio (la modelo). Pese a que el modelo no es la modelo, lo realmente valioso es que la pintura matemática creada por el investigador le permite a él y a otros aprender nuevas propiedades, contestar preguntas pendientes, formularse otras nuevas y predecir comportamientos del objeto imitado.

En la línea de la anterior analogía, Mindlin "pintó", en términos matemáticos, una tráquea de formas un poco más simplificadas que la real y, para reproducir el movimiento de los labios, apeló a una idea relacionada con un viejo conocido de la física: el modelo del resorte idealizado. Es decir, supuso que el ir y venir de los labios - cambiando el tamaño del agujero de los canales por donde pasa el aire - es similar (no igual) al movimiento, por ejemplo en un plano horizontal, de una pequeña bolita de metal sujeta al extremo de un resorte fijo, por la otra punta, a una pared. En realidad, técnicamente, se trata de un oscilador de relajación u oscilación entre dos estados: "abierto" (pasa el aire) y "cerrado" (el aire no pasa). Luego hipotetizó que las aves controlan sus vocalizaciones sólo mediante dos acciones: cambiando la presión del aire que proviene de los pulmones y usando los músculos que modifican la rigidez de los labios. La "vida", a este órgano de juguete, se la aportan las llamadas ecuaciones diferenciales de los osciladores armónicos amortiguados. Finalmente, las simulaciones computacionales muestran que, efectivamente - en la hipótesis de la sola variación de la presión y la tensión labial -, es posible reproducir con bastante fidelidad gran parte del repertorio de muchas aves.

Ser o no ser "no lineal"

En matemáticas, la palabra "lineal" tiene un significado muy preciso: es la característica de la relación entre dos magnitudes que se pueden representar gráficamente por una línea recta. Por ejemplo, el precio del boleto de colectivo y el valor del gasoil. Sin embargo, para algunos círculos posmodernos del ambiente de las ciencias sociales, punibles por apropiación indebida de jerga, "lineal" significa "poco imaginativo", "pasado de moda", mientras que "no lineal" adjetiva lo que está en la vanguardia de las ideas...

Sin embargo, la "dinámica no lineal", como área de la física, no vino a derrumbar a la mecánica en tanto teoría previa y sólo por el hecho de ser cronológicamente anterior, sino que permite ampliar los alcances y la capacidad de comprensión precedentes a nuevos horizontes y posibilidades.

Los movimientos de los sencillos objetos de estudio de la mecánica —un satélite orbitando la Tierra— aparentan ser predecibles y fáciles de describir por las leyes conocidas. No obstante, ya hace más de cien años, Henri Poincare descubrió

que aun sistemas de objetos en apariencia simples pueden desarrollar complejísimos movimientos si uno deja transcurrir suficientemente el tiempo. En este sentido, el inocente problema de la relación gravitatoria entre la Luna, la Tierra y el Sol puede llenar varios capítulos de un libro de astronomía.

¿La característica distintiva de estos ejemplos no lineales? Aumentar al doble la causa no aumenta al doble el efecto, o el todo es más que la suma de las partes. En algunos sistemas, además, el comportamiento global bajo estudio depende muy sensiblemente de la manera con la que se inicia un proceso que nunca termina de una forma previamente reconocible. Acostumbrarse a esta nueva intuición lleva su tiempo y conduce irremediablemente a otro concepto muy apetecido en ámbitos de estudios culturales: el caos.

Las teorías, formalizaciones y técnicas que permiten encarar estas ideas son las mismas que Mindlin y colaboradores usaron para estudiar a fondo el comportamiento de la tráquea de las aves cuando cantan.

Moraleja: cambios simples sobre un sistema muy básico, en lugar de sofisticadas instrucciones cerebrales, son los que produce la física que da lugar a tan ricos y complejos sonidos. Dos perillas sintonizan el canto de las aves: presión y tensión muscular. Simplemente por alteración repetida de estas variables, Mindlin y su equipo crearon una canción artificial, completa y con sutiles cambios en el contenido armónico que se asemeja casi a la perfección al canto real de chingolos y canarios.

Aprendiendo canto

Mindlin explica: "El habla humana y el canto de los pájaros comparten una similitud básica: ambas aptitudes se aprenden a temprana edad a través de la experiencia". Como sucede con los niños, las vocalizaciones del canto de los pájaros comienzan con tímidos balbuceos para llegar finalmente a un canto estructurado. Los investigadores esperan que la dilucidación de la mecánica de la generación del sonido en el canto de los pájaros ayude a



explicar la relación con la actividad cerebral del animal y, en consecuencia, la manera en que se produce el aprendizaje de las canciones.

"El canto de las aves es un interesante punto de partida para el estudio del aprendizaje y memorización en redes neuronales", explica el especialista refiriéndose a otra gran área de investigación multidisciplinaria (ver recuadro "Las redes..."). Mindlin agrega que los elementos que él es capaz de controlar, vía su modelo, le permitirán aprender la manera en que los cambios neuronales modifican las vocalizaciones innatas o no enseñadas y, finalmente, cómo los distintos detalles del repertorio del canto de las aves aparecen representados en el cerebro. En otras palabras, los científicos podrán discernir cuánto aporta el cerebro y cuánto el órgano vocal al proceso de aprendizaje.

Por su parte, Laje aclara: "Todos nuestros resultados preliminares nos permiten plantear que, al menos en el caso del canto de chingolos y canarios, podemos usar modelos físicos simples para reproducir los datos observados y que la complejidad de los elementos de la canción provienen de simples modificaciones de un muy genérico ajuste en la presión pulmonar y en la tensión muscular."

¿La conclusión para los cantantes de ópera? Para entonar como un canario sólo se necesita una buena coordinación entre aliento y control muscular. ■

* Coordinador de los laboratorios de enseñanza del Departamento de Física - FCEyN

El anillo de la vida

por Omar Adrián Coso*
ocoso@bg.fcen.uba.ar

El mecanismo básico de propagación de la vida en la Tierra es la duplicación celular. Descifrar su mecanismo ha obsesionado a biólogos celulares y moleculares por más de un siglo. Con tres aportes alternativos, Nurse, Hunt y Hartwell han logrado dar pistas acerca de las llaves que regulan el ciclo de división en las células.

Nurse



Hartwell



Hunt



El pasado octubre, los científicos Paul Nurse, Tim Hunt y Lee Hartwell recibieron el premio Nobel de Fisiología y Medicina 2001. Las observaciones de cada uno de ellos, reunidas en un modelo único, permitieron establecer el modo en que las células toman la decisión de disparar el proceso conocido como ciclo de división celular o "ciclo celular" a secas.

La división celular es el único camino que conduce a la inmortalidad. Observaciones hechas por Schleiden, Schwann y Virchow en el siglo pasado sugirieron la siguiente idea: todas las células se originan y surgen por fisión de otra similar preexistente. Este comportamiento es repetido una y otra vez en forma cíclica. Así es cómo de una sola célula se pueden originar millones de hijas iguales. El "ciclo celular" juega un rol central en la operación y en el desarrollo de toda forma de vida y en asegurar su continuidad a través del tiempo. Comúnmente es representado como un anillo o rueda en el cual se indican los sucesivos eventos que deben repetirse en forma ordenada ante cada disparo del ciclo. Como una célula es lo que es gracias a la información que lleva su material hereditario, antes de que se produzca la división celular debe producirse la duplicación del ADN asegurando que una copia de cada uno de sus genes esté disponible para cada hija. Sólo entonces se permite que

progresen las divisiones celulares o mitosis.

El paso clave de la división celular tiene que ver, entonces, con la copia y partición del ADN o material hereditario. Las bases moleculares de ese proceso y su control están conservadas desde las simples levaduras hasta nosotros y la precisión con la cual es ejecutado asegura la supervivencia de los organismos. Cualquier error en la duplicación o distribución del ADN genera inestabilidad genómica lo cual puede acarrear consecuencias tan dispares como la incapacidad de sobrevivir o el encendido del cáncer.

La información presente en los genes es ejecutada por las proteínas para las cuales ellos codifican. Las proteínas son, por lo tanto, el medio por el cual los genes se expresan. Lee Hartwell razonó del siguiente modo: "Si pudiese aislar levaduras que presenten dificultades para duplicarse, e identificar qué genes han mutado en ellas y las diferencian de sus parientes sanas, podría tener pistas acerca de la naturaleza de las proteínas que conducen la división de estas células". Los primeros mutantes de Hartwell fueron aislados en los años 60.

En la década siguiente, Paul Nurse usó un enfoque similar para encontrar genes (y sus correspondientes proteínas) responsables de acelerar el proceso de división celular. A su labor le debemos la identificación de las enzimas conocidas en for-

ma general como CDK. El rol de estas proteínas es modificar otras mediante fosforilación y promover la síntesis de ADN iniciando, por consiguiente, otra vuelta de duplicación. Nurse fue inclusive un paso más allá al encontrar que las células humanas tenían sus propias CDKs con funciones análogas a las de levaduras.

Importantes como suenan, los descubrimientos de Hartwell y Nurse no explicaban la naturaleza cíclica del proceso. Si las CDKs están siempre presentes, ¿por qué no habría de dispararse la división celular en forma continua? Tim Hunt fue el encargado de proveer el dato faltante al descubrir la existencia de "ciclina". Estas proteínas aparecen en el encendido de cada ciclo replicativo pero desaparecen más tarde, sólo para reaparecer al comienzo de otra vuelta. Más aún, las CDKs se encienden y apagan acorde con la presencia o ausencia de ciclina. De ahí el nombre Cyclin Dependent Kinases, o proteínas quinasas dependientes de ciclina.

Nurse, Hartwell y Hunt tienen algo en común que excede su interés en estudiar los mecanismos básicos de duplicación celular: ninguno era mayor de 40 años al hacer sus descubrimientos. Ellos dicen haberse visto beneficiados por una atmósfera de investigación que fue permisiva para escuchar sus preguntas y darles la guía y el marco que permitiera desarrollar su curiosidad. Quizás deberíamos acordar que ese beneficio alcanza a sus mentores, sus instituciones y, sobre todo, a la comunidad entera. De allí las razones del premio. ■

* Investigador del Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular - FCEyN

¿Ciencia básica VS. ciencia aplicada?

Las declaraciones efectuadas al diario Página/12 hace algunos días por el decano de la Facultad de Ingeniería de la UBA, Bruno Cernuschi Frías, reabrieron un debate que parecía cerrado. ¿Tiene sentido la discusión de ciencia básica vs. aplicada? ¿Hay una ciencia para el primer mundo y otra diferente para el resto del planeta? ¿Debe un país en la situación de la Argentina dedicarse a la ciencia básica? En este artículo reflejamos las opiniones sobre el tema del decano Pablo Jacovkis; del director del Departamento de Física, Juan Pablo Paz; y de Juan Flo, profesor del Departamento de Química Biológica, todos de la Facultad de Exactas.

UNA LAMENTABLE POSICIÓN

por Pablo Jacovkis

Mi primera reacción ante la infortunada frase de Bruno Cernuschi fue ignorarla pensando que tal vez había sido tergiversada, pues sé perfectamente que no representa el sentir de la mayoría de la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería, como, por otra parte, muy bien me lo hicieron saber unos cuantos profesores de Ingeniería que inmediatamente hicieron llegar sus disculpas y aclararon que esas declaraciones indican exclusivamente la opinión personal del decano. Pero, dado que no hubo aclaración alguna de Cernuschi, finalmente no puedo dejar pasar esos comentarios sin una respuesta, tanto en mi calidad de decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales como en mi calidad de profesor regular titular de la Facultad de Ingeniería, cuyo claustro de profesores me siento orgulloso de integrar y a la cual le dediqué y le dedico una apreciable cantidad de tiempo colaborando en docencia e investigación.

Ciencia universal

En primer lugar, me parece absurdo insistir con una polémica absolutamente perimida sobre ciencia para el "tercer mundo" y ciencia para el "primer mundo". La ciencia es seria o no es seria, sea básica o aplicada, independientemente de que es muy difícil conocer de antemano qué descubrimiento, teorema o innovación sirve o no sirve a las necesidades nacionales. Sin ir más lejos, en la década del 60 hubo muchas voces presuntamente progresistas que se alzaron en contra de ciertas investigaciones básicas en el campo de la medicina y biología, porque «servían al imperialismo», «estaban subvencionadas por organismos internacionales o norteamericanos», etcétera, etcétera. Gracias a esas investigaciones, científicos argentinos han estado en condiciones de identificar desaparecidos y ayudar a recobrar su identidad a hijos de desaparecidos. No se me ocurren muchas aplicaciones mejores, desde el punto de vista ético, a problemas del "tercer mundo", y en particular a problemas argentinos.

Lo que dijo Cernuschi

En una entrevista publicada en la edición del pasado 2 de mayo del diario Página/12, el flamante decano de la Facultad de Ingeniería de la UBA, Bruno Cernuschi Frías, expresó en una de sus respuestas: "Para nuestras carreras defendemos que los estudiantes sepan más física y más matemática. Necesitamos hacer ciencia básica y no relegarla, por ejemplo, a la Facultad de Ciencias Exactas, donde, con todo respeto, se ponen a delirar y generan una tecnociencia que es útil para el Primer Mundo. Pero no vamos a resolver los problemas de la Argentina estudiando el Big Bang, la teoría de supercuerdas o participando en el mundial de fútbol de robots".

Es extremadamente ofensivo decir que estudiar el origen del universo y la teoría de supercuerdas es un delirio. Si las ideas de Cernuschi llegaron a ser dominantes en la UBA, nunca podría ser profesor de la Facultad de Ciencias Exactas, por ejemplo, el físico argentino probablemente más brillante de los últimos años, el doctor Maldacena, especialista en supercuerdas. Y aunque no lleguen a ser dominantes, el solo hecho de que un decano tenga la osadía de decir frases tan lamentables puede contribuir a que, en el hipotético caso de que Maldacena o científicos argentinos del mismo nivel que se encuentran en Estados Unidos o en Europa comiencen a acariciar la idea de retornar, o de tratar de trabajar algunos meses por año en Argentina (con el valor inmenso que tal eventualidad tendría para nuestra ciencia) abandonen dicha idea inmediatamente. Notemos que estas frases son pronunciadas, no por un ministro ignorante que manda a los científicos a lavar platos, sino por el propio decano de una facultad de la universidad más importante del país, lo que implica que el nivel de desubicación de nuestra clase dirigente no tiene remedio.

Investigación aplicada en la FCEyN

Dado que el doctor Cernuschi parece no saberlo, voy a recordar algunas investigaciones desarrolladas en nuestra Facultad que son bien aplicadas a problemas de nuestro país, y se hacen en muy buen nivel gracias justamente a esa «delirante» educación básica. La Facultad estudia los problemas de epidemias causadas por roedores urbanos y rurales y por el mosquito del dengue. Y lo hace mediante convenios con la Ciudad Autónoma y con, por ejem-

plo, el municipio de Exaltación de la Cruz. O sea, trabajamos con ciudades grandes y con municipios pequeños. Trabajamos sobre el mal de Chagas (y, dicho sea de paso, el artículo del año pasado de uno de nuestros investigadores sobre el mal de Chagas en Science—una de las dos revistas científicas más importantes del mundo—demuestra en los hechos que trabajar sobre temas locales no es obstáculo para publicar en revistas internacionales, como cree alguna gente). Trabajamos con empresas privadas en nanotecnología, en farmacología y en biotecnología. Nuestros estadísticos han ayudado significativamente a definir estándares de peso y altura normales para niños de distintas edades, con lo cual se pueden detectar mejor insuficiencias alimentarias debidas a la pobreza.

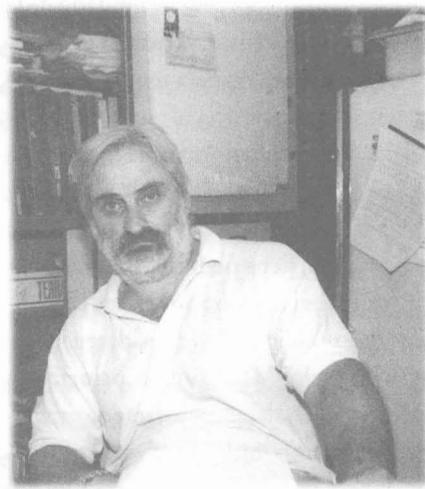
Un párrafo aparte merece el último de los ejemplos indicados por el doctor Cernuschi: la participación en el mundial de fútbol de robots. La cosmología y la teoría de supercuerdas son, efectivamente, áreas muy básicas. Pero el campeonato de fútbol de robots es un ejercicio impresionante de desarrollo justamente de robots, y es difícil encontrar áreas mucho más aplicadas—y útiles para nuestro desarrollo—que la robótica. Parece mentira que el doctor Cernuschi, que es, por añadidura, ingeniero electrónico, ignore esto. Salvo que, como alguna vez dijo nuestro actual Presidente, piense que debemos evitar las máquinas para dar trabajo a todo el mundo (opción que, por otra parte, no existe: si no tenemos una industria más avanzada no tendremos más trabajo, de todos modos). Es decir, volver al siglo diecinueve, abandonar definitivamente toda

posibilidad de desarrollarnos y pasar a exportar únicamente materias primas cada vez más baratas: en suma, decidir, desde la Universidad, que nuestro destino como Nación sea el fracaso.

Extracto de la declaración del doctor Jacovkis que fue adoptada por el Consejo Directivo de la FCEyN por resolución CD 393/02 aprobada el pasado 6 de mayo.

¿QUÉ CIENCIA SE NECESITA EN LA ARGENTINA DE HOY?

por Juan Flo



En este momento de la Argentina me parece oportuno retomar el debate sobre la disyuntiva de priorizar la ciencia básica o la aplicada. Nadie niega la importancia de la ciencia básica en el desarrollo de la humanidad. Ahora, esta no-negación es una afirmación universal, abstracta y atemporal. Si nos preguntaran sobre la importancia de comer y de recibir educación, sin duda diríamos que ambos son

¿Ciencia o hambre?

derechos básicos de cualquier niño y no haríamos demasiada distinción jerárquica entre ambos derechos. Sin embargo, si tenemos dos pesos y debemos decidir usarlos en darle de comer a un hijo o en pagarle el boleto para que vaya a la escuela, no hay dudas que le daremos de comer. Es decir: algo se convierte en opción en un determinado contexto.

¿Cuál es el contexto en que vivimos hoy en nuestro país? El primer elemento es que tenemos 16,5 millones de pobres, de los cuales 6 millones son indigentes. Esto quiere decir, lisa y llanamente, que no logran comer. ¿Cuáles son las opciones ante este drama? Por un lado, aplicar una política que priorice los acuerdos con el FMI y quizás generar un país exportador (modelo que jamás redistribuyó la riqueza). En este caso, un porcentaje limitado de la población seguirá usufructuando de la tecnología y de esta manera tendrá una sensación de pertenencia al mundo globalizado. Pero una enorme mayoría vivirá casi sin derechos, por lo tanto, plantearse el debate de la ciencia básica o aplicada, en este modelo, tiene poca importancia.

¿Cuál es la otra opción? Que las políticas que se apliquen no consideren las directivas del FMI. Que se priorice la redistribución del ingreso; que se privilegie el consumo interno y el crédito a pequeñas empresas; y que, en definitiva, vayamos generando nuestras alternativas tecnológicas para suplir lo que hoy, luego de 27 años de liberalismo salvaje, nos viene de afuera. Bajo una política de este tipo, sin duda los privilegiados serán ese 50 por ciento de argentinos que está por debajo de la línea de pobreza, los que perderán serán los que hoy manejan la riqueza del país, y habrá una clase media que tendrá que decidir de qué lado se pone, pues perderá algunos "privilegios" – pérdida que será impuesta por el aislamiento interna-

cional a que sin duda intentarán someternos. Entre los perdedores estarían también aquellos que hacen exclusivamente ciencia básica, pues en ese marco posible será necesario elegir: vamos a tener que volcar todos nuestros esfuerzos en sustituir las importaciones y en desarrollar tecnología aplicada a procesos de producción.

La ciencia ya está

Es cierto que para hacer ciencia aplicada primero tiene que haber ciencia. Pero ese requisito ya se cumplió. Ciencia ya tenemos, lo que no tenemos es posibilidad de independencia, que en este momento es sinónimo de igualdad social. Y el camino es volver esa ciencia que ya existe a proyectos que impliquen prescindir de la tecnología del imperio. No hacerlo significa ser cómplice de seguir condenando al hambre a millones de argentinos.

Me parece que si un científico frente al contexto concreto que vive la Argentina (es decir, que vive gran parte de los argentinos) se plantea continuar con su "ciencia" y no se le ocurre aportarla como fuerza de cambio para contribuir a que sea posible una política independiente de los grandes grupos de poder, bien puede sentirse avergonzado. La política que se aplicó en los últimos años en esta Facultad fue justamente la de despreciar a aquellos investigadores que aportaban a la solución a problemas concretos del país. Paradójicamente, Argentina puede dejar de hacer ciencia básica y nadie en el mundo se dará cuenta, pero si no volcamos la estructura científica al desarrollo de tecnologías y procesos de producción propios, estaremos contribuyendo a que continúe la pobreza.

Hacer ciencia básica en la Argentina no es importante en cuanto a los resultados que se obtengan, sino para tener una comunidad científica capacitada para

abordar los problemas tecnológicos que se nos van presentando. Y en segundo lugar, es importante para poder enseñar y mantener a través de las generaciones esta posibilidad. Si sólo hacemos ciencia porque nos gusta, pero no nos gusta que en momentos de definición para el destino de nuestro país (que para millones de hermanos significa la posibilidad de comer y tener una vida digna) nos exijan cambios en nuestra forma de asumir nuestro trabajo, lo menos que podemos hacer es avergonzarnos.

CIENTÍFICO SIN-VERGÜENZA

por Juan Pablo Paz



Soy un profesor de la universidad pública, soy un científico que investiga movido por su curiosidad y su deseo por entender al menos algunos de los maravillosos misterios de la naturaleza. Aspiro a trabajar en mi país y, haciéndolo, a veces me siento útil aunque otras me veo como un imbécil. Pero nunca siento vergüenza por lo que hago. ¿Vergüenza? En cualquier país civilizado mis colegas, aquellos que intentan responder mis mismas preguntas,

aquellos que publican sus resultados en las mismas revistas donde yo lo hago, aquellos que son invitados a las mismas conferencias donde yo asisto, no comprenderían cómo alguien como yo, o como cualquier otro científico argentino, pueda plantearse esa cuestión.

Es claro, las sociedades de los países centrales han aprendido a valorar a sus científicos y comprenden que esa gente extraña y ensimismada resulta sumamente útil. Y las razones son múltiples: en las universidades, los así llamados científicos básicos son la especie encargada de proveer la mayor parte del oxígeno al ecosistema científico y tecnológico. De su mano han surgido ideas de enorme impacto en nuestra cultura, en nuestra visión del hombre y del universo. Pero también sus cerebros han ideado los más revolucionarios inventos que han cambiado, para bien o para mal, la vida cotidiana de los habitantes del planeta. En fin, éstos son hechos conocidos, son casi verdades de perogrullo.

En ningún país civilizado se perdería mucho tiempo en discutir el valor de la ciencia básica. Menos tiempo aún sería utilizado para debatir sobre su importancia en la universidad. Y muchísimo menos tiempo todavía sería necesario para analizar la importancia de la investigación básica en una Facultad de Ciencias.

Cernuschi y la ciencia básica

Cada tanto, los científicos sufrimos un nuevo ataque y nos preguntamos, una vez más, si deberíamos avergonzarnos por hacer ciencia en un país como el nuestro. Y así, una vez más, resurgen nuestras dudas sobre si éste, nuestro lugar, es realmente nuestro lugar. Un ministro nos manda a lavar los platos, otros funcionarios nos tienen en cuenta solamente para utilizar su tijera. Hay otros casos menos dramáticos, al menos por ahora, en los que

el golpe es meramente emocional. Las declaraciones del decano Cernuschi parecen denotar su desconocimiento del significado de la ciencia básica. Para él, estudiar el origen del Universo o las interacciones fundamentales de la materia son simples delirios. La ciencia básica según Cernuschi debería hacerse con el objetivo de «resolver los problemas de la Argentina». Paradójicamente, Cernuschi equipara el “delirio” de los cosmólogos con la participación en el campeonato mundial de fútbol de robots. Pero esto podría explicarse como un simple error, que el propio Cernuschi seguramente admitirá. Ese proyecto, como tantos otros que se llevan a cabo en el ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, tiene una naturaleza netamente aplicada (y su objetivo, obviamente, no es aprender a construir y programar robots que sólo sepan jugar al fútbol!).

Criterio utilitarista de la ciencia

En esta facultad muchos otros investigadores buscan comprender aspectos fundamentales de la naturaleza. Yo soy uno de ellos. Y como científico básico, que estudio movido por mi vocación y que trabajo impulsado por la curiosidad, las declaraciones del decano Cernuschi me generan preocupación. No sólo me preocupa el futuro de la Facultad que él dirige sino, fundamentalmente, el hecho de escuchar en boca de alguien que ocupa un lugar tan significativo planteos que conciben a la ciencia básica como algo que se justifica sólo en la medida en que demuestra su utilidad inmediata para resolver problemas concretos.

Estas ideas no son nuevas y en las últimas décadas han estado de moda entre quienes, desde el neoliberalismo, han intentado aplicar un criterio utilitarista a todo. Tampoco son novedosas las opinio-

nes que sostienen que instituciones como la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA deben evitar cultivar «una tecnociencia útil para el Primer Mundo». La corriente que sostiene tal línea de pensamiento parece opinar que en nuestro país se necesita una ciencia básica diferente de aquella que se practica en otros lugares del mundo. Parecen aceptar el hecho de que hay una ciencia que es «útil» para el Primer Mundo pero que no lo es para gente atrasada como nosotros. Se equivocan: es evidente que nuestro país necesitará de ciencia y tecnología aplicadas a resolver problemas locales y que, por lo tanto, la aplicación del conocimiento científico debe hacerse con un profundo espíritu nacional. El problema que tiene en sus manos la universidad es cómo formar gente capaz de hacer eso. Y con ése fin debe combinar en su plantel docente a investigadores con dosis imprescindibles de “delirio”, creatividad y dedicación, cuidando especialmente mantener una alta calidad. Como decía Houssay, para poder aplicar la ciencia, primero hay que tener ciencia.

Me cuesta resignarme a que el destino que les quede a aquellos científicos de vocación sea un exilio irremediable en el que, con sus “delirios”, contribuirán al progreso de otras sociedades. En definitiva, aspiro a que nuestro país progrese y para eso estoy convencido de que debe contar con universidades serias, que no difieran demasiado de aquellas instituciones que funcionan en cualquier país civilizado del mundo donde los científicos básicos, aquellos delirantes que se mueven motivados por su curiosidad o su deseo, juegan un importante papel dentro de un gran ecosistema. Junto a muchos colegas aspiro, señor decano Cernuschi, a seguir siendo un científico básico no vergonzante que trabaja en la Argentina. ■

Fútbol para robots en Corea

Exactas va al Mundial

En el momento en que esta edición de **EXACTA**mente sale a la calle se está llevando a cabo, en Corea, el Mundial de Fútbol de Robots, organizado por la Federation of International Robot-soccer Association. El evento contará este año, por primera vez, con la participación de un equipo argentino, el del Departamento de Computación de Exactas.



por Verónica Engler vengler@bl.fcen.uba.ar

Este año la ciencia y la tecnología tendrán un lugar privilegiado en medio del evento deportivo que despierta la pasión de las multitudes futboleras del mundo. Tan sólo una semana antes de que se inicie el Campeonato Mundial de Fútbol de Corea, organizado por la FIFA, otro mundial de fútbol dará comienzo en Seúl: se trata de una competencia entre robots.

FIRA Robot World Cup 2002 es un evento organizado por la *Federation of International Robot-soccer Association* (www.fira.net) con la intención de promover el intercambio en la investigación en robótica e inteligencia artificial (IA) y

proponer problemas con el fin de desarrollar tecnologías aplicables a cuestiones de impacto social, como por ejemplo la creación de robots para realizar actividades de rescate en zonas de catástrofe.

El desafío que plantea una cancha de fútbol a los científicos de la computación podría incluirse bajo el amplio paraguas temático de lo que en los últimos años ha dado en llamarse robótica cooperativa. De este deporte tan popular pueden surgir problemas relacionados con la cooperación, la visión, el control y la resolución de conductas en tiempo real, entre otros.

Este año la Argentina hace su debut

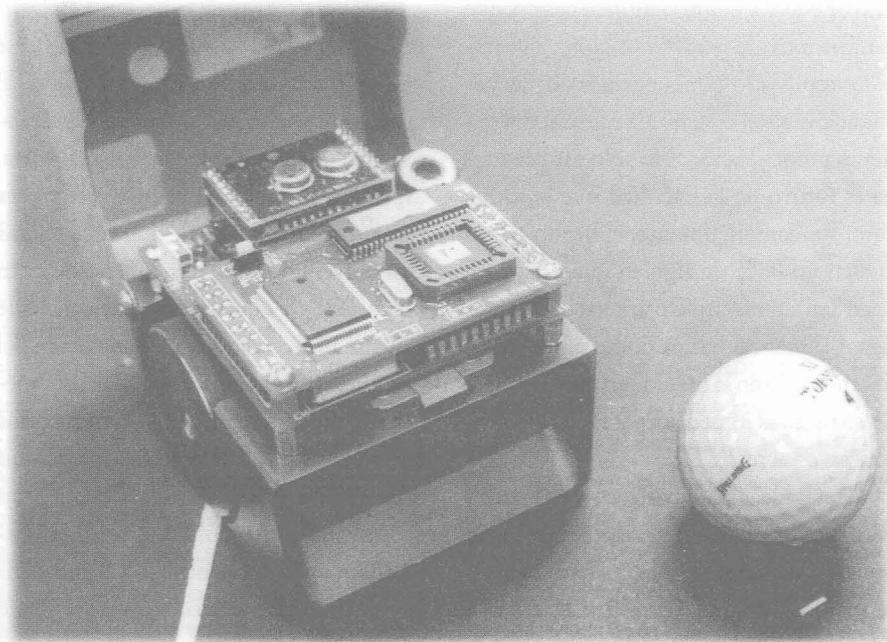
en tierras coreanas con el flamante equipo de robots que el Departamento de Computación (DC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA viene "entrenando" desde hace casi un año.

El equipo de profesionales del DC que participa del proyecto UBA-SoT (*Soccer Team*) está integrado por: Patricia Borensztejn, Claudia Castelo, Mariano Cecowski, Sergio Daicz, Héctor Fassi, Andrés Ferrari, Julio Jacobo Berlles, Andrea Katz, Ignacio Laplagne, Marta Mejail, Flavio Scarpettini, Andrés Stoliar y Gonzalo Tejera. El proyecto está dirigido por Juan Miguel Santos y coordinado por Hugo Scolnik y Santos.

Para poder preparar al "seleccionado argentino", los investigadores que trabajaron en el desarrollo del proyecto UBA-SoT, se dividieron en tres grupos: uno de visión, uno de procesamiento y otro de robótica e IA.

Ciclo de juego

"El esquema de juego del fútbol de robots es el siguiente: hay una cancha donde se disponen diez robots, cinco pertenecen a un equipo y cinco al otro. La misión de cada equipo es meter la mayor cantidad de goles al contrario y minimizar la cantidad de goles que reciba." De esta manera, Juan Santos sintetiza el esquema operativo con el que funciona el equipo UBA-SoT, integrado por los robots YSRA



de la empresa coreana Yujin Robotics Co.Ltd. (www.yujinrobot.com).

Sobre la cancha, a dos metros de altura y en el centro, hay dos cámaras, una para cada equipo. Las cámaras apuntan al campo de juego y envían las imágenes captadas a la computadora de sus respectivos equipos. En cada computadora esas imágenes son analizadas con un sistema de visión que le pasa información al sistema de control acerca de la ubicación de los robots de su equipo, de los robots del equipo contrario y de la pelota. "Con esa información —destaca el investigador— el sistema de control resuelve cómo debe moverse cada jugador y por medio de un sistema de radiofrecuencia le envía el comando de velocidades a cada robot. Entonces, cada robot actúa, la cámara toma la imagen, informa la nueva situación y se cierra el ciclo".

El ciclo descrito por Santos es un complejo proceso que se cumple cada 33 milisegundos. En este breve lapso, un sistema de visión y un sistema de control interactúan, dentro de la computadora que procesa la información, para determinar la conducta de cada robot.

Salen a la cancha

Cada uno de los "jugadores" YSRA no es más que un cubo de 7,5 centímetros de lado que posee dos ruedas para moverse en el campo de juego (una superficie rectangular de 2,20 por 1,80 metros). Este tipo de robots se llaman *brainless*, porque no tienen incorporado un microprocesador en el que puedan ejecutarse los programas que organizan sus conductas. Estas pequeñas "cajas bobas" sólo cuentan en su interior con un rudimentario sistema electrónico que les permite mover sus ruedas de acuerdo con las órdenes

emitidas por la computadora central. En ésta corren los programas que funcionan como la "inteligencia" de cada robot. La información procesada por la computadora es transmitida por un sistema de radio a cada robot y éste la recibe a través de una antena que posee en su cara superior.

Se podría pensar en el fútbol de robots como una práctica en la que el "cuerpo" físico que ejecuta el juego se halla dentro de la cancha, mientras que la "mente" que lo piensa y toma las decisiones se halla fuera del campo de juego. Los robots no "saben" qué están haciendo cuando mueven sus ruedas de acuerdo a las órdenes que le envía la computadora en donde se ejecuta el sistema de control. Sin embargo, cualquiera que observe a los YSRA en



acción verá el desarrollo de un partido de fútbol, en una versión mucho más esquemática y menos apasionada de la que se puede ver cuando la contienda deportiva es entre humanos.

En el *robot-soccer* no hay jugadores que cumplan funciones diferenciadas como las de delantero, mediocampista o defensor, como sucede en cualquier equipo de futbolistas que transpiran la camiseta. Todos los robots son iguales en la cancha: tienen una serie de conductas posibles a desarrollar (moverse para recibir la pelota, pasar la pelota a un compañero, "patear" al arco, etc.) y una serie de precondiciones para que cada una de estas conductas sea activada. La única excepción a esta regla es el arquero. Este jugador cumple una función diferente a la del resto del equipo, de manera tal que sus conductas (y las precondiciones concomitantes) son mucho más limitadas y específicas.

Durante los diez minutos que dura un partido (dos tiempos de cinco minutos), ocho cubos de metal —cuatro de cada equipo— se mueven tratando de meter goles contra el equipo adversario, mientras los arqueros de cada equipo tratan de evitar que el balón (una pelota de golf) se introduzca en el arco que están defendiendo. Las únicas destrezas físicas de las que pueden hacer gala los robots en la cancha son dos: movilizarse con sus ruedas y empujar ("patear") la pelota con alguna de sus caras laterales. En el fútbol robótico no hay un estándar en cuanto a la canti-

Bielsa tiene recambio

Al cierre de esta edición, el equipo de la UBA finalizó su participación en el Mundial coronando una gran actuación que sólo pudo ser detenida en cuartos de final por una potencia en la disciplina, Austria, que nos venció por 4-1. En la primera ronda, nuestro representativo había goleado a Ecuador por 19 a 2 y a México por 12 a 3. Estas victorias le dieron el pasaporte a octavos de final, donde superaron al fuerte conjunto de Irlanda por 9 a 1. La actuación argentina sorprendió gratamente al "mundillo" del fútbol de robots, dado que obtuvo excelentes resultados en su primera aparición mundialista. En el próximo número de **EXACTA**mente, todos los detalles de la competencia.



dad de goles que pueden meterse por encuentro, un partido puede terminar con un resultado de 28 a 2 o de 1 a 0.

Deliberativos y reactivos

Uno de los desafíos más destacables que plantea el fútbol robótico es el de lograr que los integrantes del equipo se comporten cooperativamente. El *desiderátum* para quienes trabajan en esta disciplina es la obtención de conductas individuales que sirvan para mejorar la performance del equipo.

Hay varias formas de lograr el control de los autómatas para obtener una conducta cooperativa del equipo. Se puede hacer a través de una estructura centralizada que le diga a cada robot lo que tiene que hacer o se puede dejar que cada uno decida autónomamente: estos son los dos extremos en el espectro de posibilidades para llegar a la cooperación. “La alternativa que elegimos nosotros es que cada robot haga lo que quiera”, afirma Santos, riéndose de la aparente paradoja de su respuesta y afina un poco la explicación acerca de qué es la cooperación cuando de robots se trata. “Nuestra hipótesis es la siguiente: si cada robot decide hacer en cada momento lo que al conjunto le permite mejorar el desempeño, entonces la suma de los comportamientos individuales resulta en un comportamiento cooperativo”.

La idea es que cada robot sea autónomo, que sepa hacer un conjunto de cosas y pueda decidir en cada momento qué

hacer. Para lograr este objetivo, los investigadores integraron dos enfoques distintos: el de la conducta reactiva (que tiene que ver con problemas de tiempo real) y el de la conducta deliberativa (relacionado con cuestiones de estrategia).

Como el robot tarda en decidir, en mandar el comando y en actuarlo, para cada uno de los objetos que se mueven en el mundo real se usan “predictores”. Este concepto es una de las claves para entender cómo se logra que los robots puedan tener conductas deliberativas, pero en tiempos similares a los de una conducta reactiva.

Un predictor es una función que, sobre la base de la historia previa del objeto, permite predecir acerca del estado futuro. Estas funciones sirven para realizar pronósticos en un muy corto plazo. Se puede prever, por ejemplo, el recorrido que la pelota hará en un periodo de tiempo y de esa forma calcular el trayecto que un robot determinado deberá realizar para llegar a interceptarla.

Luz, cámara, acción...

Cada robot tiene en la parte superior dos parches de colores: uno de estos parches identifica al equipo -puede ser azul o amarillo, el color se sortea entre los dos equipos antes de cada partido- y el otro identifica a cada jugador.

Cada 33 milisegundos el sistema de visión se ocupa de tomar una imagen de la cancha e intenta ubicar las coordenadas x-y de cada uno de los jugadores propios y

contrarios dentro del campo de juego. “Acá se presenta el problema de que la imagen no está en centímetros, sino en píxeles, y deformada -explica Julio Jacobo, del grupo de visión-. Para subsanar este inconveniente, durante la etapa de calibración se determinan los coeficientes de la transformación de coordenadas en píxeles sobre la imagen, a coordenadas en centímetros sobre la cancha real.”

El sistema de visión se encarga de realizar una detección por color para identificar cada uno de los elementos presentes en el campo de juego. Las muestras obtenidas se utilizan para caracterizar estadísticamente cada uno de los colores que van a estar presentes en la imagen. Con esta caracterización se determinan ciertos parámetros y se realiza una partición del espacio de colores en clases, que se materializa en una tabla. “Todo esto no se hace en tiempo real, sino en la parte de calibración, y esa tabla enorme es la que se utiliza en tiempo de juego para hacer la clasificación”, aclara Jacobo.

Hasta desarrollar el sistema de visión actual del equipo UBA-SoT, los investigadores pasaron por varias etapas. Lo primero que hicieron ante las primeras fallas que arrojaba el sistema del software incluido en el kit de Yujin, fue ajustar las condiciones de iluminación del campo de juego, como para que se adecuara lo más posible al escenario real de la competencia.

Una vez que el tema de la iluminación estuvo resuelto, volvieron a probar el sistema de Yujin y comprobaron que seguía fallando, aunque en menor medida. En ese momento se pusieron a desarrollar un sistema de visión propio. Este software fue el primer gran logro que los investigadores de la UBA obtuvieron en el arduo y gratificante camino recorrido para desarrollar esa “mente”, que es la impronta argentina con la que los autómatas llegados de Corea vuelven a su tierra natal para competir en el campeonato mundial. ■

Inteligencias sintéticas**Un acercamiento al fascinante mundo de las máquinas inteligentes**

Sergio Moriello
Buenos Aires, 2001
Editorial Alsina, 234 páginas.
Formato electrónico en:
<http://www.amazon.com>
<http://www.ebooksnthe.net>

**El periodismo canalla y otros artículos**

Tom Wolfe
Barcelona, 2001
Ediciones B, 304 páginas.

**Cómo funciona la mente**

Steven Pinker
Barcelona, 2001
Ediciones Destino, 864 páginas.



En un lenguaje sencillo, y sin dejar de lado el rigor, Sergio Moriello realiza una puesta al día de un tema cautivante: la posibilidad de dotar a las máquinas de inteligencia. Si bien la perspectiva es, principalmente, tecnológica, el autor se adentra en disciplinas como la filosofía, la psicología, la lingüística, la antropología y la biología.

Con un estilo didáctico, el texto explica cuestiones básicas como qué es un algoritmo o cómo funciona una computadora convencional. Y se interna en las complejidades de las nuevas propuestas en estudio: computadoras cuánticas, fotónicas, biológicas y biomoleculares, entre otras.

Asimismo, realiza un recorrido por el complejo campo de la inteligencia artificial, dedicando un capítulo a cada línea de investigación: lógica difusa, sistemas expertos, redes neuronales, tratamiento del lenguaje natural, visión artificial y robótica.

Pero el libro no sólo reseña los últimos avances y anticipa los desarrollos futuros, sino que también intenta responder una pregunta para muchos acuciante: ¿es posible que las máquinas piensen? Dado que el concepto mismo de inteligencia es problemático, el autor presenta las diversas propuestas, pero prefiere dejar abierto el interrogante.

¿Cuál es el asunto más candente de la ciencia? ¿Cómo surge la revolución tecnológica de los microprocesadores? ¿Cuándo el periodismo es amarillo o canalla? ¿Dónde está, que no se ve, la literatura norteamericana de la última década?

Respuesta tras respuesta va dando en el blanco la serie de artículos que integra este libro. Tom Wolfe acierta con cada uno de los temas que aborda. Sin darle respiro al lector, despliega su prosa atrapante y contundente, llena de ironía y mordacidad. Avanza derribando próceres y gigantes, con una lógica feroz, y sin el más mínimo respeto al prejuicio y la mediocridad. No falta la reflexión aguda, la proyección última, que hacen que *El periodismo canalla* nos acompañe hasta mucho después de haberlo concluido. El alma, la mente, el dinero, la psicología, Dios, la biología, el destino y el calefón aparecen pertinentes bajo el análisis agudo de un testigo formidable.

Padre del nuevo periodismo, Wolfe es uno de los escritores más leídos de todo el mundo. La crítica social (la norteamericana en primer lugar) y el realismo sin atenuantes son dos constantes de su pluma. Su dos últimas novelas, *La hoguera de las vanidades* y *Todo un hombre* marcan records de ventas en todas las lenguas a las que se han traducido. *El periodismo canalla* tal vez no se quede atrás.

¿Quién es toda esa manga de gente que se hace llamar psicólogos evolutivos? Esos que dicen que la mente humana funciona como una computadora. Los que insinúan que las teorías freudianas son puras fantasías; que le han hecho la doble nelson a la mente humana y la están diseccionando con pretensiones científicas. Los que a toda manifestación de la conducta le buscan la vuelta evolutiva ¡y ahí aparece Darwin explicando hasta la pornografía!

Steven Pinker es uno de ellos. Director del Centro de Neurociencia del MIT y famoso por su anterior libro, *El instinto del lenguaje*, escribió este nuevo volumen que resume (es un modo de decir) el nuevo enfoque con el que se aborda la —hasta entonces insubstantial— mente.

Pese a su generosa extensión, *Cómo funciona la mente* es un libro entretenido. Resulta muy ameno verse a uno mismo reflejado en cada ejemplo con que el autor explica por qué somos como somos. En síntesis, la teoría computacional de la mente, la psicología evolutiva, la ingeniería inversa son presentados y desarrollados con una lógica prolija y didáctica.

Este formidable libro despierta pasiones sin distinción entre legos y científicos. Las críticas lo alaban y también lo denuncian. Es comprensible: *Cómo funciona la mente* patea el tablero.

Una plaga productiva

por Cecilia Draghi cdraghi@bl.fcen.uba.ar

No sólo es posible recuperar tierras invadidas por el vinal –que afectan a dos millones de hectáreas del país– sino que esta plaga puede dar rédito al convertirse en madera para muebles o carbón, además de brindar un respiro a la explotación de algarrobo.



No son mil ni diez mil, sino dos millones de hectáreas de la Región Chaqueña plagadas de vinal, una especie nativa que hace varias décadas invadió campos y los tornó improductivos. A pesar de los numerosos intentos por acabar con esta maleza, los rebrotes vuelven con más fuerza y avanzan sin tregua. Pero lejos de estar todo perdido, estas tierras pueden recuperarse para el pastoreo o cultivo. Así lo demuestra un proyecto de investigadores de la Universidad de Buenos Aires, quienes asesoraron a pequeños productores formoseños para aprovechar esta planta espinosa de buena madera, similar en calidad al algarrobo, y apta para parquet, muebles o carbón. Pero el desafío no sólo es obtener recursos para sectores de economía de subsistencia, sino que es aún más ambicioso.

“El Proyecto Vinal propone introducir esta especie en el mercado maderero para darle una nueva oportunidad laboral a los campesinos de Formosa y para disminuir la presión sobre el algarrobo, permitiendo su recuperación. La idea es lo-

grar bosques manejados con criterios sustentables”, destaca el ingeniero Jorge Adámoli, director del Grupo de Estudios sobre Ecología Regional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (GESER), a cargo de esta iniciativa llevada adelante por pequeños productores de la localidad formoseña de Ibarreta.

Allí, como en un millón de hectáreas de Formosa, esta planta invadió tierras sobrepastoreadas y chacras abandonadas. No en vano, en 1941 fue declarada plaga nacional. Los intentos por erradicarla fracasaron una y otra vez. “Si bien se puede sacar por corte, quema, inundación o herbicidas, la capacidad de rebrote es muy fuerte. Cuando se reinstala lo hace con más fuerza que antes, un fenómeno común de las plagas. Además –resalta el investigador– el vinal tiene un argumento muy contundente: espinas de hasta 30 centímetros de largo, algo así como un puñal”.

Sumamente agresiva no sólo por su aspecto y resistencia, esta leñosa invasora ocupa rápidamente el espacio, desplegan-

do ramas por doquier. Si en ambientes no perturbados crece con forma de árbol, como plaga modifica su hábito de crecimiento y se parece más a un arbusto. Se han llegado a contar más de 1500 individuos por hectárea. Un vinalar de estas características es virtualmente impenetrable por la densidad de ramas y por las espinas. Debajo, el suelo se presenta desnudo.

Hasta aquí todos defectos. ¿Cómo convertir entonces estos terrenos invadidos en campos productivos? “Lo que hicimos –explica Adámoli– fue jugar con lo que se denomina la estrategia del yudoca: usar la fuerza del adversario. Ya que es tan eficiente para colonizar, tan persistente una vez que se instaló y que su madera es de buena calidad, nos preguntamos qué necesita el vinal para crecer mejor”.

La respuesta se halló en el trabajo de raleo: disminución del número de ejemplares de 1200 a 250 por hectárea. Al eliminar la competencia entre individuos, los recursos del suelo son mejor aprovechados. Al principio, la tarea se complementa con la poda que permite concentrar el cre-

Las primeras reacciones

Algo así como marcianos

Las afirmaciones de los visitantes no dejaban de sorprender a los hombres y mujeres del campo formoseño, ya acostumbrados y casi resignados a convivir con esta plaga, el vinal. "Cuando llegamos y les dijimos que era un recurso interesante porque la madera es excelente, la gente nos miraba como marcianos", relata el ingeniero Jorge Adámoli, desde su escritorio de vinal y rodeado de objetos que evidencian las virtudes de este árbol nativo.

La reacción se repetía: "¿Cómo esto, que es una porquería, va a servir?", planteaban. "No es que desconocieran las virtudes. Sabían —ejemplifica— de la dureza de la madera para hacer carbón, pero nunca se plantearon la posibilidad de aprovecharla". Otro tanto ocurrió cuando el equipo de investigadores tomó contacto con los dueños de aserraderos y fábricas de muebles. "Cuando le preguntamos qué pensaban de la madera del vinal para muebles, nos respondieron con una mala palabra. Pero cuando se les mostró la posibilidad de separar la parte sana, ahí cambio todo: 'es una maravilla', 'sólo ventajas', decían. Nunca se había comercializado de esa manera".

cimiento en un fuste o tronco principal, evitando que se disperse por las ramas.

Los resultados no se hicieron esperar, como lo demostraron los trabajos realizados desde 1993 cuando el GESER comenzó este experimento financiado por el CONICET y por UBACYT tras un convenio con la Estación Experimental del INTA de Bartolomé de las Casas, dependiente de la estación experimental de El Colorado. "El raleo permitió recuperar la fisonomía de sabana original de la zona central de Formosa, que había sido transformada en arbustales tras la invasión del vinal ocurrida hace décadas", subraya. En



En números

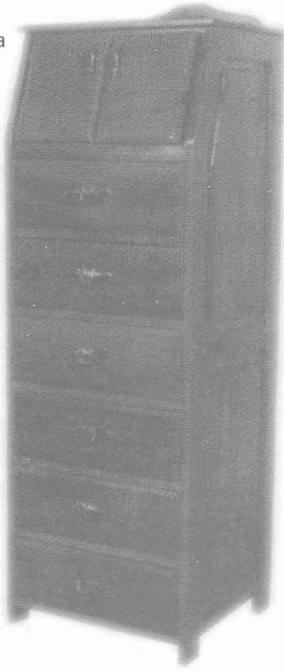
- ✦ 2.000.000 de hectáreas invadidas por el vinal en la Región Chaqueña
- ✦ 1.500 ejemplares de vinal se han contado por hectárea invadida
- ✦ 150 a 200 ejemplares por hectárea es la densidad dejada para que crezcan óptimamente.
- ✦ 30 centímetros pueden medir las espigas de esta leguminosa de la misma familia que el algarrobo
- ✦ 30 productores son los protagonistas del Proyecto Vinal
- ✦ 10 motosierras, 5 hornos metálicos para fabricación de carbón y 2 hornos de ladrillo fueron el equipamiento con que contaron los productores.
- ✦ 2 a 3 metros, y unos 40 cm de diámetro, presentan los troncos aprovechables para aserraderos.

poco tiempo, lo que se había convertido en tierras no aptas para el cultivo y pastoreo recuperaba su productividad perdida. Al raleo las plantas, aumenta la exposición al sol de los campos, lo que favorece el crecimiento del estrato herbáceo, virtualmente ausente debajo de un vinal denso. Según señala un estudio del GESER, un año después del raleo se recupera la cobertura y por tanto la aptitud forrajera, y en dos años se recompone el pastizal original.

Nada se pierde, todo se transforma

El desafío del Proyecto Vinal no sólo comprendía recuperar tierras improductivas, sino hacerlo sin mayores costos para pequeños productores de una economía de subsistencia. "Con este proyecto, los productores no sólo vuelven a aprovechar sus campos, que hasta entonces no producían nada; sino que los costos de limpieza son absorbidos por la venta de la madera del lote recuperado", puntualiza Adámoli.

Con la madera del vinal se pueden construir muebles de igual calidad que los de algarrobo.



Este nuevo ingreso es posible por las características del vinal que, a diferencia de otras invasoras, es de madera noble, semidura, apta para pisos y muebles. Similar al algarrobo –de hecho, pertenece al mismo género, Prosopis– es de color más claro y con un perfume muy particular. El tronco aprovechable llega a medir de 2 a 3 metros de longitud, unos 40 centímetros de diámetro, y se puede destinar a procesamientos industriales en aserraderos de la zona. Parte del raleo obtiene postes o tutores muy solicitados por las plantaciones de vid mendocinas. Y aquellos troncos dañados o con hongos van a parar al horno para convertirse en carbón, de mayor poder calorífico que el común.

“Haber demostrado que es posible recuperar las áreas invadidas por el vinal, utilizando tecnologías accesibles a los pequeños y medianos productores, es sólo el primer paso”, destaca el investigador. Ahora falta avanzar en la comercialización. Aquí, a su criterio, “la estrategia pasa por colocar en el mercado esta nueva madera, hasta ahora desconocida”, y brinda mayores detalles: “En una primera etapa la

El paso que falta, la comercialización ¿Cómo cerrar el círculo?

El proyecto Vinal ya demostró que es posible recuperar para la producción tierras invadidas por esta plaga. Y también cómo convertir esta maleza en fuente de ingresos al explotar la madera para muebles o carbón. Ahora, la asignatura pendiente es la comercialización.

En este sentido hubo intentos como el contacto con una importante cadena de supermercados para proveer carbón, pero la imposibilidad de contar con un galpón en Buenos Aires para el acopio de la producción paró el acuerdo hace un tiempo atrás.

“Dentro del marco de las Asambleas Vecinales nos contactamos con ex industriales quienes consiguen el galpón y varios tienen camionetas para la distribución”, anticipa el ingeniero Jorge Adámoli, y a renglón seguido agrega: “Esta propuesta es interesante porque tenemos la producción, por un lado, y acopio-distribución, por otra parte. Ahora se están buscando fondos. Movilizar una carga costaría entre 7 y 10 mil pesos –ejemplifica–. Falta financiar ese tramo, el último toque para cerrar el círculo”.

No sólo está pendiente la comercialización del carbón, sino también la venta de muebles, cuyo diseño y fabricación está en manos de la Cooperativa de Trabajo “El Pucú” de Formosa.



Otro producto de calidad obtenible del vinal es el carbón.



idea es incorporar la madera del vinal como parte de los muebles de algarrobo, para disminuir la presión sobre los algarrobales y permitir su recomposición”.

La implicancia de reemplazar el algarrobo por el vinal no sólo es ecológica, sino que también evitaría un mayor dolor de cabeza a nivel social. Como ejemplo señala el caso de la merluza, “al borde del colapso porque la falta de controles permitió una sobrepesca a niveles críticos. Si se toman las medidas de veda que serían necesarias para conservar la especie, se corre el riesgo de fuertes reclamos sociales porque generaría pérdida de fuentes laborales. Con el algarrobo sucede algo parecido, aunque con menor cobertura de prensa”, compara. “Todos los actores involucrados saben que la especie está al borde de la extinción económica (no biológica) porque los algarrobales productivos que quedan están a enormes distancias de los pueblos donde están los aserraderos. Si se dispone una veda, se cerraría la principal fuente de trabajo”, señala.

Y es aquí donde el vinal entraría en acción generando una nueva salida laboral para absorber estos posibles desocupados, mientras da una oportunidad de recuperación a los algarrobales. “¿Y si se puede hacer esto con el vinal y con el algarrobo, por qué no hacerlo con los otros bosques? Si empezamos ahora –sugiere Adámoli– en pocas décadas podremos dejar esos bosques nativos –hoy degradados– en condiciones productivas muy superiores, manteniendo, e inclusive mejorando, la calidad de hábitat para la flora y fauna silvestre”. ■

En esta entrega: El tiempo negativo



Con la entrega de hoy inauguro un ciclo que decidí llamar "Grandes Mitos de la Ciencia", empezando por uno ampliamente difundido en las escuelas secundarias, y que dice que el tiempo no puede ser negativo; por lo tanto, si $t = -15$ s, entonces t no existe. Veamos.

Aún admitiendo que el universo comenzó su existencia en el Big Bang, hace más o menos 12.000 millones de años, y que no tiene demasiado sentido hablar de instantes de tiempo anteriores a ese evento, no puede escapar a nadie el hecho de que las escalas de tiempo utilizadas para estudiar cualquier fenómeno son arbitrarias. También son arbitrarias las unidades en que se cuentan (años, días, minutos, segundos) y arbitrarios los ceros de las escalas. Por ejemplo, si quiero estudiar la cinemática de la caída de una pelota, me resultaría incómodo fijar el cero de los tiempos en el Big Bang o en el instante de la creación de la pelota: acostumbro poner el cero en el instante en que suelto la pelota.

Los profesores de física suelen recrear esta idea diciendo que el t cero es cuando se dispara el cronómetro. Ahora bien, ¿todo lo que ocurrió antes de apretar el cronómetro no existió? Sí existió. ¿Y si quiero referirme a esos eventos anteriores al cero utilizando la misma y arbitraria escala de tiempo que utilicé antes? ¿No puedo hacerlo? Claro que puedo, y lo hago de esta manera: a los instantes de tiempo anteriores al cero les pongo números negativos. Muy fácil.

En general, se pierde de vista que los números son simplemente nombres que utilizamos para denominar instantes de tiempo. Bien podríamos llamarlos "el momento de lanzamiento", o "el día del delfín" o "la hora señalada", pero preferimos números

por un motivo: hay infinitos instantes –tantos como números reales– y esos instantes están ordenados –del mismo modo que los números. Que Aristóteles haya nacido en el 384 AC o en el –384 no significa que haya nacido en un año negativo (por sus malas cosechas, por ejemplo) y menos aún significa que Aristóteles no haya nacido. Significa, nada más, que nació 384 años antes que el año cero, al cual arbitrariamente le pusimos cero para ordenar la historia.

Otros profesores me han transmitido que suelen utilizar la palabra tiempo como sinónimo de "intervalo de tiempo", Δt , y que es a éste concepto al que sus alumnos le niegan la posibilidad de ser negativo porque –dicen– el tiempo fluye en una única dirección, de antes a después y no viceversa. Es otra patraña. Un Δt negativo sólo indica una anticipación. Una vez, un osado estudiante objetó esta idea diciéndome:

–Maestro, el intervalo de tiempo no puede ser negativo porque el universo no permite viajar hacia el pasado, en cambio sí permite viajar hacia el futuro.

–Jovencito –le respondí–, el universo no permite ninguno de los dos viajes. Nos obliga a permanecer en el presente. Un Δt negativo no indica un viaje al pasado del mismo modo que un Δt positivo no significa un viaje al futuro.

–¡Pero al futuro sí que se puede ir!– insistió el incrédulo.

–Bueno –lo desafié– desaparezca del presente y váyase al futuro, si puede. Ja, ja, ja, pequeño bellaco. Además tiene un cero y quince amonestaciones–. Siempre tengo a mano alguna herramienta pedagógica. ■

Frasas Imperdibles

"Vivimos en una sociedad profundamente dependiente de la ciencia y la tecnología y en la que nadie sabe nada de estos temas.

Ello constituye una fórmula segura para el desastre."



Carl Sagan,
astrofísico estadounidense
(1934-1996)

Situación legal de la clonación

La personalidad de los embriones artificiales

por Fabio Cohene* fcohene@de.fcen.uba.ar

La clonación de embriones humanos con fines terapéuticos brinda posibilidades para la curación de enfermedades degenerativas. Pero, salvo en Gran Bretaña, la legislación en el mundo acerca de la manipulación de embriones es muy restrictiva. En la medida en que se pueda establecer cuál es el estatus legal del embrión clonado, habrá menos restricciones y mayor financiamiento para la investigación de modo de poder avanzar en la cura de enfermedades.



En febrero de este año, la Cámara de los Lores de Gran Bretaña aprobó la clonación de embriones humanos para fines exclusivamente terapéuticos y bajo estrictas condiciones de control. La medida, adoptada por un comité especial, abre una esperanza para la curación de múltiples enfermedades, pero reavivó la discusión ética en torno a la investigación en embriones. Esto es así, pues ya no es necesario usar los embriones congelados sobrantes de las fertilizaciones *in vitro*: ahora se los puede crear por clonación.

La clonación es un método que consiste en obtener un individuo genéticamente idéntico a otro que ya existe. Su utilidad puede estar en dos ámbitos bien distintos: para producir un individuo gemelo —lo cual se conoce como clonación reproductiva— o bien, para obtener células embrionarias, de las cuales se pueden generar tejidos con el fin de reemplazar

otros dañados. En este caso, se habla de clonación terapéutica y ha empezado a desarrollarse en el último lustro.

En la clonación terapéutica se emplea la misma técnica con la cual se obtuvo la oveja Dolly. Se transfieren núcleos de células somáticas a un óvulo enucleado, es decir al que se le extrajo el núcleo. A continuación, se deja desarrollar el embrión hasta el cuarto o quinto día y entonces se lo destruye para obtener células de la masa celular interna. Estas células se cultivan para obtener células madre que más tarde se pueden diferenciar en distintos tipos celulares e incluso órganos simples.

La posibilidad de generar embriones artificiales mediante clonación ha abierto nuevas esperanzas a aquellos científicos interesados en investigar con embriones y células madre. Esto es así pues, hasta el momento, casi todas las legislaciones del mundo son bastante restrictivas en per-

mitir la experimentación sobre embriones humanos, obtenidos de aquellos no implantados en las fertilizaciones *in vitro*. Ya existen resultados promisorios en ratones, pero aún no se han obtenido embriones humanos. A pesar de las grandes dificultades técnicas a superar, las incipientes investigaciones en esta área constituyen la más firme promesa para la medicina del futuro. Sin embargo, algunos científicos son contrarios a la investigación en embriones, y proponen el uso del cordón umbilical y la placenta como fuentes de células madre. De este modo, se evitaría tener que recurrir al empleo de embriones humanos.

Sin duda, la continuación del desarrollo de las investigaciones en embriones clonados precisa de financiación y, como paso previo a ella, de una aceptación legal. Hay que determinar entonces, qué tipo de entidad es este “embrión reconstituido”. La pregunta clave es si se lo puede equiparar a una persona y por ende, considerarlo como un sujeto digno de protección legal.

La cuestión se centra en que, si las células se obtienen de un embrión, éste, inexorablemente, debe ser disgregado. Aquí surge de nuevo el paradigma ético de la reproducción humana: ¿Cuándo considerar que comienza la vida? Si pensamos

que un embrión todavía no implantado no es un ser vivo, el enunciado de la frase “un embrión debe morir”, no tiene sentido al considerar que se trabaja con células, igual que se pensaría de aquellas que han sido obtenidas de un adulto.

Lo que parece claro es que resulta inconducente usar categorías científicas para dirimir jurídicamente la pregunta de si un embrión (clonado o no) es una persona.

Desde un punto de vista científico, es insostenible la idea de que el ser humano comienza en el “instante” de la fecundación, ya que ésta no ocurre en un instante sino que dura horas, e incluso, días. El derecho crea la ficción conceptual “persona” y la considera una entidad depositaria de derechos y obligaciones, fijando discrecionalmente cuándo comienza y termina su existencia. Estas creaciones no tienen por qué coincidir con aquello que la ciencia entiende por comienzo o fin de la vida.

Los criterios de individualidad

En el campo del derecho, clásicamente se ha determinado que dos son las propiedades esenciales que distinguen a una persona: la unidad y la unicidad; ser una y única. La evidencia experimental muestra que los embriones no adquieren esas propiedades hasta el fin de la implantación, el día 14 luego de la fecundación. Por una parte, no se puede hablar de que siempre se dé el requisito de unicidad porque con una frecuencia de 2 por 1000 nacimientos ocurre la existencia de gemelos monocigóticos. Y por otro lado, también existe la posibilidad de formación de quimeras humanas, producto de la fusión de dos embriones. Este hecho impide considerar la existencia de unidad en todos los casos.

A pesar de estos datos, la tendencia en las legislaciones del mundo occidental

ha sido adoptar la postura de que el embrión humano debe ser protegido sobre la base de su potencial para convertirse en persona. Ahora bien, ¿cómo se aplica esta concepción a aquellos embriones creados artificialmente a partir de células somáticas de una persona?

La primera respuesta la ha dado el Reino Unido al aprobar la ley que permite clonar embriones humanos para investigación médica. La sanción de esta ley, propuesta por el gobierno laborista, se basó en la consideración de que las técni-

Beneficios médicos potenciales de la clonación humana

Creación de:

- ✦ células productoras de insulina para tratamiento de diabetes
- ✦ neuronas para el tratamiento del mal de Parkinson y del Alzheimer
- ✦ células cardíacas para tratamiento de fallas congestivas del corazón, arritmias y reparación de tejidos cicatrizados tras infartos
- ✦ células de médula ósea para el tratamiento de desórdenes autoinmunes, como la esclerosis múltiple o la artritis reumatoidea.

cas científicas son moralmente neutras y su aprobación depende del uso que de ella se haga. Así, resulta aceptable su utilización para la creación de tejidos con fines terapéuticos, a diferencia de lo que ocurriría si lo que se buscara fuera crear una copia exacta de un ser humano (clonación reproductiva).

En estos días, también se está dirimiendo el debate en EEUU, lo cual reverbera en todo el mundo. El gobierno conservador de Bush ha exhortado al Congreso a prohibir tanto la clonación tera-

péutica como la reproductiva. La investigación sobre embriones, orientada terapéuticamente, está actualmente privada de financiamiento federal, por lo que queda restringida al sector privado. De hecho, existe una moratoria de facto, por la cual sólo se permiten y financian las investigaciones sobre líneas celulares derivadas de embriones existentes con anterioridad al 9 de agosto de 2001.

Los intereses en juego en este debate son diversos. La comunidad científica norteamericana casi unánimemente es favorable a que se apruebe la clonación con fines terapéuticos. En efecto, cuarenta premios Nobel estadounidenses han suscripto un documento en tal sentido. En idéntica dirección apuntan poderosos intereses económicos como los de las empresas biotecnológicas Geron Corporation y Advanced Cell Technologies, que aspiran a dominar el mercado de producción de células madre embrionarias humanas para el reemplazo de tejidos y que, por ende, buscan evitar la existencia de trabas legales que entorpezcan sus desarrollos. La cruzada anticlonación está encabezada por el gobierno y los legisladores conservadores, atentos a las reacciones de los votantes que en forma mayoritaria prestan mucha atención a la opinión, en general negativa, de las iglesias y los activos grupos antiabortistas.

En todo caso, lo que se presume es que el éxito o el fracaso de las investigaciones serán decisivos a la hora de lograr un relajamiento de las restricciones. La posición a favor de la clonación recibiría un espaldarazo importante si personajes como Michael Fox o Muhammad Alí logran recuperarse de sus enfermedades gracias a los resultados de las experimentaciones. ■

* Biólogo de la FCEyN - UBA

La medicina también es cosa de físicos

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

Los sofisticados equipos de diagnóstico y tratamiento hacen imprescindible la presencia de físicos especializados en medicina. En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA se dicta una maestría en física médica que, a pesar de la crisis, hace posible una salida laboral.



El continuo avance de la tecnología médica y el desarrollo de equipos cada vez más sofisticados para diagnóstico y tratamiento, hacen necesaria la formación de profesionales con alto nivel de especialización. En tal sentido, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) se dicta, desde 1995, una maestría en física médica, que capacita a los físicos para trabajar en estrecho contacto con los médicos a fin de contribuir no sólo a la obtención de diagnósticos más precisos, sino también a la ejecución de determinados tipos de tratamientos.

“En el área de radioterapia el físico debe formar parte del staff del servicio en forma obligatoria por disposición de los organismos reguladores”, explica Susana Blanco, doctora en física y directora de la Maestría en Física Médica de la FCEyN.

Un físico se ocupa de planificar el tratamiento de radioterapia en acuerdo con el médico, según las características del equipo, para que el paciente reciba la dosis de radiación adecuada en el lugar adecuado, esto significa irradiar exactamente el tumor produciendo el menor daño posible

en el tejido sano circundante. También debe establecer la posición del paciente, que deberá ser la misma durante los meses que dure el tratamiento. Otra tarea es diseñar las protecciones de los órganos aledaños al tumor, que no deben ser irradiados.

“Además, es fundamental que el profesional se halle capacitado en temas de protección radiológica, para el cuidado de los pacientes y del personal que trabaja en el área”, señala Blanco, que también es presidenta de la Sociedad Argentina de Física Médica. Es importante, además, el control de calidad de los equipos, que deben cumplir con normas establecidas. Si el equipo está mal calibrado, la información que provee puede ser errónea.

Actualmente, los pocos físicos médicos formados que hay son muy requeridos, aunque parezca extraño en un país donde las fuentes laborales se hallan en riesgo de extinción. De hecho, si bien en la Argentina todo centro de radioterapia está obligado a tener un físico responsable, en muchos casos, un físico cubre más de un centro.

En algunas universidades del país la física médica es una carrera de grado, sin embargo, la doctora Blanco aboga por una formación de posgrado. “El estatus del físico médico es el de un profesional muy especializado, con una formación básica en física, química o ingeniería”, subraya.

La maestría se compone de un grupo de materias básicas, mediante las cuales un físico profundiza su conocimiento de las ciencias biológicas, y un conjunto de materias más específicas, que requieren el contacto con los diferentes equipos. Por último, el físico efectúa una residencia o período de capacitación en un centro asistencial. Al respecto, la FCEyN ha firmado un convenio con la clínica Fleni para que los estudiantes puedan realizar allí su residencia.

EQUIPOS DE ALTA COMPLEJIDAD

“Debido a la complejidad de la tecnología, si queremos obtener resultados buenos o confiables desde el punto de vista del diagnóstico y el tratamiento, es imprescindible contar con un equipo multidisciplinario que incluya a los físicos”, señala la doctora Silvia Vázquez, jefa de Diagnóstico por Imágenes, de Fleni.

¿En qué consiste el trabajo del físico? Una de sus tareas fundamentales es el análisis de los datos crudos de la imagen, que escapan a las posibilidades del médico. Las

curvas, ecuaciones y funciones matemáticas que se obtienen necesitan ser procesadas para construir algo visualizable. “La labor del físico es sumamente importante porque una imagen mal analizada puede llevar a un diagnóstico equivocado”, subraya Vázquez.

Una de las áreas donde se requiere el aporte del profesional físico es la resonancia magnética nuclear funcional, en particular la activación cortical y la espectroscopía. Tradicionalmente, la resonancia magnética era un estudio estático que informaba sobre la estructura de un órgano o tejido del cuerpo. Pero el desarrollo tecnológico ha hecho posible obtener información sobre la función o la actividad metabólica. “Si tomamos imágenes de un paciente en el momento en que le aplicamos un estímulo –por ejemplo, le hacemos mover los dedos de una mano– vemos cómo se modifica la concentración

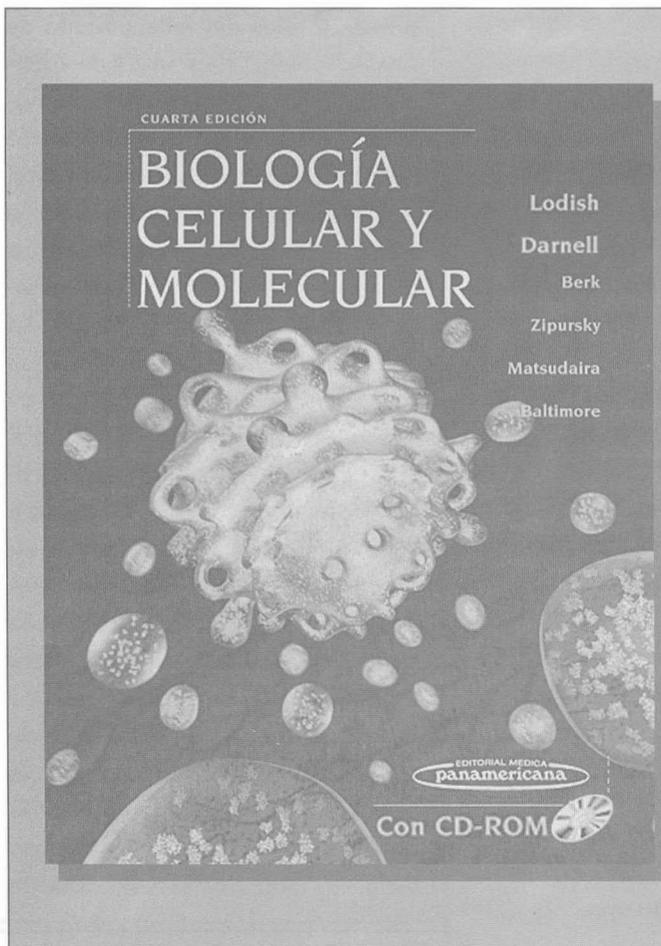
de sangre en la zona del cerebro que es activada. Esto es lo que se denomina activación cortical”, explica la doctora Vázquez.

Una de las aplicaciones más importantes que tiene esta información es la planificación de la cirugía. Ciertos tumores o lesiones, según la zona del cerebro donde se ubiquen, pueden comprometer áreas funcionales. Si el cirujano sabe la ubicación exacta del tumor respecto del área motora, por ejemplo, puede planificar la operación de manera que el paciente tenga la menor secuela posible.

En cuanto a la espectroscopía, es un estudio de resonancia magnética que informa sobre la concentración en el cerebro de determinadas sustancias químicas que se modifican según se trate de un tumor, una lesión vascular o una enfermedad degenerativa. Es una forma de alcanzar un diagnóstico que antes sólo se podía hacer con una muestra de tejido *in vitro*.

Luego de la obtención de la imagen por resonancia magnética, aquélla es procesada con un software de última generación. Cada sustancia que se quiere analizar se comporta de diferente manera, dando un valor medible en una curva. Los picos en el diagrama indican la concentración, y la ubicación en el eje informa sobre el tipo de sustancia. De este modo, en forma previa a un método invasivo como la biopsia o la cirugía, es posible tener un diagnóstico presuntivo sobre las características de la lesión, por ejemplo, si se trata de un tumor o de una infección.

En los países desarrollados, todos los hospitales cuentan con un departamento de física médica. Hoy en día, a la hora de realizar un diagnóstico, la presencia del físico se torna indispensable a fin de obtener imágenes de mayor calidad y precisión, y de extraer el mayor provecho posible de los equipos. ■



¡Nuevo, dinámico... fascinante!

Proporciona las bases experimentales del conocimiento actual y las herramientas para el desarrollo del conocimiento futuro.

Lodish - Darnell BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR

Incluye CD-ROM

4^a edición - 2002

Un tomo de 1184 págs., enc. cartoné.

Formato 20 x 28

Precio \$ 122.-

Para adquirirlo, contáctese con su librero o librería amiga o con Editorial Médica Panamericana:

Marcelo T. Alvear 2145 - C1122AAG - Bs. As. - Argentina

Tel.: (011) 4821-2066 / Fax: (011) 4821-1214

info@medicapanamericana.com.ar

www.medicapanamericana.com

Una alegría en el Mundial de Programación

El equipo del Departamento de Computación de la Facultad, representando a la Universidad de Buenos Aires, e integrado por Flavia Bonomo, Dario Fischbein y Sergio Sancho, con Pablo Coll como entrenador, realizó una brillante actuación en el Campeonato Mundial de Programación que se realizó en marzo pasado en Hawaii. Alcanzó el décimo puesto sobre 64 participantes en la final de la competición (contando las rondas preliminares participaron más de 3000 equipos en la competencia, representando a 1300 universidades, de 67 países diferentes). Nuestro equipo consiguió así medalla de bronce en la mejor actuación de un conjunto argentino en la historia de la competencia. También obtuvieron una vez más el título de campeones latinoamericanos.



La competición consistía de 9 problemas a ser resueltos mediante el uso de una computadora en un plazo de 5 horas. Las posiciones finales se resolvían por cantidad de problemas resueltos y, ante empates, la definición de las posiciones se realizó por un sistema de penalidades instrumentado por los organizadores.

Los resultados completos, así como los problemas, pueden obtenerse en la pá-

gina <http://www.acmicpc.org>. Los nombres de las otras universidades galardonadas junto a las otras que finalizaron por debajo de la UBA (Tokio, Toronto, Cornell, Chicago, California) dan una excelente idea del valor del logro obtenido por los chicos argentinos.

Los 10 primeros y los problemas resueltos:

1. Shanghai JiaoTong University, 6
2. Massachusetts Institute of Technology, 6
3. University of Waterloo, 6
4. Tsinghua University, 6
5. Stanford University, 6
6. Saratov State University, 5
7. Fudan University, 5
8. Duke University, 5
9. Moscow State University, 5
10. Universidad de Buenos Aires, 5

Baja estatura: descubren una de sus causas

Un equipo de investigadores argentinos determinó por qué algunas personas apenas alcanzan el metro y medio de estatura. Esta alteración en el crecimiento se denomina baja talla idiopática y sus causas hasta ahora eran desconocidas. La frecuencia de casos familiares, sin un patrón de herencia definido, hizo suponer que hay varios genes involucrados, y se trató de encontrar la mutación de alguno relacionado con la hormona de crecimiento. El hallazgo argentino determina que una clave residiría en la falla congénita de un receptor del neurotransmisor dopamina, denominado D2, lo cual impide una adecuada producción de la hormona en cuestión.

Las doctoras Damasia Becú y Graciela Díaz, del Instituto de Biología y Medicina Experimental (Ibyme), que publicaron sus resultados en *Endocrinology*, indagaron cómo incide la dopamina en la regulación del crecimiento. Trabajaron con ratones modificados genéticamente, que quedaron petisos para siempre. Todos tenían el mis-



mo peso al nacer, pero los que carecían del receptor D2 alcanzaron una talla un 15 por ciento inferior a la de otros ratones que no habían sido modificados genéticamente.

"El efecto de la dopamina sobre receptores D2 sería el de promover una adecuada secreción de la hormona de crecimiento en los primeros estadios del desarrollo", explica Becú. Al faltar los receptores D2, la producción de hormona es insuficiente.

Para tratar este problema, en algunos casos se administra la hormona. Pero este método no siempre es adecuado. El hallazgo de las doctoras Becú y Díaz permitiría desarrollar terapias más efectivas.

HOMENAJE A OSVALDO REIG

El pasado 13 de marzo, al cumplirse 10 años del fallecimiento de Osvaldo Reig, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales rindió homenaje a quien fuera un biólogo de trascendencia internacional. Marisol Aguilera, Patricio Garrahan y Pablo Jacovkis fueron los oradores de un acto que culminó con la inauguración de una placa en la entrada del aula Burkart, en el Departamento de Biología de la Facultad.

Aguilera, una discípula venezolana de Reig, destacó los aportes científicos del homenajeado —que lo llevaron a integrar la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos— y su calidad humana, reflejada en la larga lista de discípulos presentes en el acto.

En cambio, las intervenciones de Garrahan y Jacovkis aludieron a la trayectoria de Reig como un científico comprometido con su medio. Jacovkis enumeró una larga lista de

Otro argentino en la Academia

El físico argentino Francisco de la Cruz acaba de ser incorporado a la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos como uno de sus 300 miembros extranjeros, sumándose de esta manera al biotecnólogo Armando Parodi, quien ocupa un lugar en el organismo estadounidense desde hace dos años.

La Academia se encarga de asesorar al gobierno federal en asuntos de ciencia y tecnología y forman parte de ella científicos de primerísimo nivel internacional, muchos de ellos Premios Nobel.

De la Cruz tiene 64 años y desde 1958 trabaja en el Laboratorio de Bajas Temperaturas del Instituto Balseiro, en Bariloche.

Adiós a Stephen Jay Gould



Hace apenas unos días, el 21 de mayo pasado, murió, a los 60 años, uno de los científicos más reconocidos del planeta, de aquellos que sobrepasan la esfera académica y se los nombra en los debates de entrecasa. Stephen Jay Gould era paleontólogo especializado en evolución y una de las estrellas de la Universidad de Harvard. Su columna en la revista *Historia Natural* era de lo más esperada y hasta participó —en forma de caricatura, claro está— en un capítulo de *Los Simpson*. Todo un personaje.

A principios de la década del 70, Gould y Niles Eldredge —también evolucionista— establecieron la teoría “puntuacionista”, siguiendo la línea de pensamiento darwiniano, y en la que se especifica que la transición de una especie a otra tiene lugar en un tiempo y un espacio muy limitados y no se produce a nivel gradual en toda una población.

Tan polémico como soberbio (así cuentan aquellos que lo conocieron), Gould se convirtió en un verdadero especialista en divulgación de la ciencia, incorporando el discurso desacartonado a los conocimientos científicos. “La vida maravillosa”, “La sonrisa del flamenco”, “La falsa medida del hombre” y el súper éxito “El pulgar del panda” están entre su voluminosa bibliografía.

Orientación en Exactas

A principios de este año comenzó a funcionar en la Facultad de Ciencias Exactas la Dirección de Orientación Vocacional (DOV). Al no ser de las tradicionales, las carreras de Exactas son muy poco conocidas por los estudiantes secundarios que están decidiendo su vocación. La Universidad podría recibir muchos más estudiantes para las áreas científicas de los que hoy recibe, y al país también le conviene orientar la matrícula hacia las carreras de Exactas, ya que, además de necesitar de sus egresados, no existe superpoblación de profesionales como sí la hay para otras profesiones.



Pero nada se logra sin esfuerzo, ni tampoco sin un esfuerzo inteligente. Es por ello que el DOV, integrado por especialistas en el tema, ha encarado una serie de estrategias dirigidas a la reorientación de la matrícula universitaria hacia nuestras carreras. Interactuando principalmente con las escuelas medias de la zona de influencia, se están diseñando pasantías, visitas guiadas a la Facultad, clases teóricas y de laboratorio abiertas, charlas de divulgación científica en las escuelas, de orientación vocacional, etcétera. Junto con las actividades de las Semanas de las Ciencias, se integra un paquete interesante para que a la hora de elegir, la desinformación no juegue una mala y definitiva pasada.

Consultas e informes: 4576-3337, o a la dirección dov@de.fcen.uba.ar.



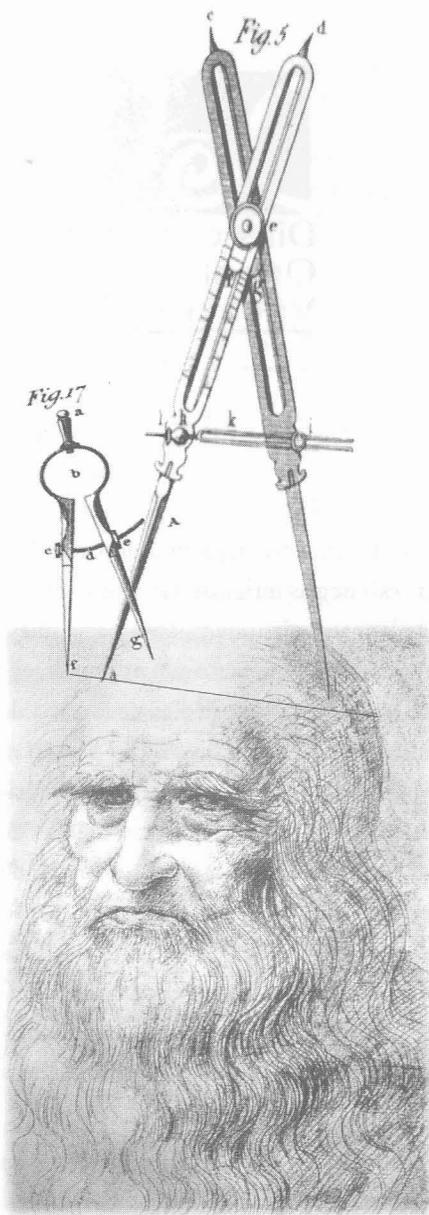
artículos donde Reig abordó temas vigentes sobre el desarrollo de la ciencia local y su articulación con la sociedad, en tanto que a su turno, Garrahan recordó el tiempo compartido con Reig durante los primeros años de edición de la revista *Ciencia Hoy* y alertó sobre la imperiosa necesidad de integrar a la ciencia con la comunidad como un aporte ineludible para la emancipación: “No nos quedemos contemplando los mitos del pasado, salgamos a construir las utopías del futuro”, cerró Garrahan.

Capacidad cerebral

El mito del 10 por ciento

por Guillermo Giménez de Castro*
guigue@craam.mackenzie.br

Una leyenda muy arraigada dice que sólo usamos el 10 por ciento de nuestro cerebro. Sobre ella se montan maravillosas previsiones de portentosas capacidades desconocidas. Y sobre estas previsiones se montan cursos, seminarios, libros de autoayuda y mucha literatura de escasa calidad y grandes ventas.



Promediaban los años 70 cuando por primera vez escuché la teoría de que nuestro cerebro está subutilizado. “Usamos un 10 por ciento de nuestra capacidad. Einstein llegó a usar apenas el 20 por ciento”, decía. La supuesta teoría era profética, anunciando un porvenir dichoso: tal vez podríamos encontrar la forma de utilizar el 90 por ciento restante y elevarnos así a una estatura muy superior a la de Albert Einstein. Incluso, tal vez podríamos, como el célebre Juan Salvador Gaviota de Richard Bach, trasladarnos instantáneamente o atravesar la dura roca de los acantilados.

Apenas se lanzó la teoría, no tardaron en aparecer libros de autoayuda con técnicas para aumentar el porcentual en uso. El puntapié inicial parece haberlo dado en 1975 el best-seller, ahora fuera de impresión, “Powers of Mind”, de A. Smith. El libro explora todas las técnicas para aumentar el porcentaje de uso de nuestra mente, desde la meditación zen, hasta el I-Ching, pasando por la pretenciosa meditación trascendental, y nos cuenta innumerables anécdotas de personas que se curaron de enfermedades incurables, o adquirieron poderes sobrenaturales por-

que aprendieron a usar su mente con mejor eficacia.

Recuerdo que, en el Buenos Aires de mediados de los 80, el actor Esteban Mellino –conocido por su personaje del profesor Lambetain– exploraba, en una obra de teatro de su autoría, la obsesión de un muchacho por volar como un pájaro. En el *gran finale*, el protagonista volaba en el escenario, claro que amarrado por una fuerte cuerda para evitar que, si la fe del actor no fuera suficiente, ocurriese algún accidente.

El origen de la manía

¿Cuándo comenzó esta manía? Como en toda leyenda, es difícil precisarlo. La idea de que nuestra mente sea capaz de dominar la materia tiene centenares de años: de alguna forma era una hipótesis central de los alquimistas. Algunos también traen una referencia más cercana, asegurando que Einstein habría dicho en algún reportaje que él utilizaba el 20 por ciento de su capacidad mental; aunque es previsible que lo haya hecho en broma. Por otro lado, el famoso Dale Carnegie –aquel del libro *Cómo ganar*



amigos e influir en las personas—refirió también a este mito, aunque sus fuentes son desconocidas.

Los antecedentes más firmes parecen provenir de experimentos que en realidad demuestran lo contrario. En la década del 20, el psicólogo estadounidense Karl Lashley intentó conocer la ubicación de los recuerdos en el cerebro. Para esto entrenó ratas de laboratorio con la intención de hacerles recordar el camino de salida de un laberinto, y después fue retirándoles diferentes partes del córtex cerebral. Lashley reportó que, en algunos casos, las ratas podían recordar el camino hasta con 90 por ciento de la masa perdida. Sin embargo, en los mismos informes se cita que, al mismo tiempo, esas ratas perdían performance.

A partir de la década del 60 comenzaron a realizarse experimentos con personas a fin de determinar qué áreas del cerebro estaban involucradas en las diferentes actividades humanas. Los resultados mostraron que normalmente se utiliza un área pequeña para una actividad determinada, lo cual es bastante lógico, ya que existe un cierto grado de especializa-

ción funcional en el cerebro, y solemos realizar una tarea por vez. Por ejemplo, mientras escribo estoy movilizandolos unos pocos músculos, entre ellos los de mis dedos y alguno de los brazos. El resto de mi masa muscular se encuentra relajada, lo que no significa que sólo un 10 por ciento de los músculos tenga algún fin. A lo largo de un día completo, muy probablemente habré utilizado cada uno de ellos en diferentes momentos. Lo mismo acontece con el cerebro.

Por otro lado, es interesante el dato de que algunos pacientes con hidrocefalia suelen tener el cerebro bastante comprimido y a pesar de ello son normales. Un ejemplo, dado por el neurólogo británico John Lorber, es el de un brillante estudiante de matemática cuya materia gris tenía un espesor de apenas 1 milímetro, cuando lo normal es 45. Y algo más: muchas personas con daños cerebrales suelen recuperar funciones inicialmente perdidas.

Qué hay de cierto

La mala interpretación de algunos de los datos antes mencionados puede contribuir a la falsa idea de que gran parte del cerebro es ociosa. En realidad, lo que la ciencia ha demostrado hasta el momento es que el cerebro tiene una increíble capacidad para reasignar funciones, y que la memoria es ubicua, se extiende en todo el volumen. Por otra parte, si aceptamos como cierta la teoría de la evolución darwinista, es muy difícil explicar cómo un órgano como el cerebro se desarrolló

de forma muy avanzada sin ser utilizado. La naturaleza suele ser muy avara: da y obtiene apenas lo necesario.

Ahora, más allá de toda evidencia, supongamos que, efectivamente, usáramos un 10 por ciento de nuestra capacidad cerebral: ¿qué habilidades adquiriríamos si llegáramos a utilizar el 90 por ciento restante? Se puede imaginar que hablaríamos más lenguas, haríamos cálculos matemáticos más complejos, ejecutaríamos más de un instrumento musical, etc. Pero esto no alcanza para los fanáticos de la leyenda de la supermente, que imaginan habilidades extrasensoriales, como la telepatía, telekinesis o visión remota. Adquirido ese “estado superior”, tendríamos poder de dominación absoluta sobre la materia. Y, por último, obtendríamos el dominio del tiempo. En suma, omnipotencia e inmortalidad. Estas extrapolaciones de la realidad no tienen el más mínimo asidero y parecen más bien proyecciones de los deseos de sus autores.

Lo que nos dice la investigación científica es que usamos nuestro cerebro en casi toda su capacidad. Después de mucho entrenamiento podemos especializarlo en algunas tareas, como tocar un instrumento, jugar ajedrez, aprender una lengua extranjera o, simplemente, capacitarnos en una profesión. Esto ya de por sí es maravilloso, ya que ningún otro animal de la Tierra ha demostrado tanta capacidad de aprendizaje y creación. Nuestro cerebro es nuestra marca distintiva en el reino de los seres vivos. No lo devaluamos por decir que lo usamos en su totalidad. No es necesario creer en destrezas mágicas obtenidas por medio de dudosas técnicas para conocer nuestras esperanzas y miedos, nuestras limitaciones y posibilidades de realización. En suma, para saber cuál es nuestro lugar en el Universo. ■

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

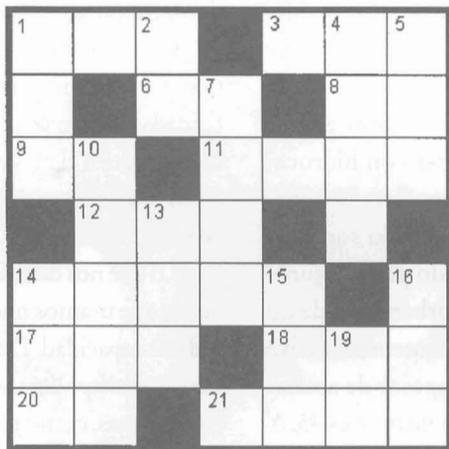
Crucigrama censurado numérico

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

Un crucigrama numérico es muy similar a aquellos crucigramas que aparecen en muchos diarios y revistas. La diferencia es que en los crucigramas numéricos, como su nombre lo indica, en lugar de palabras se definen números enteros.

En cada casilla del crucigrama debe colocarse una cifra (sólo una) entre 0 y 9. No pueden quedar casillas vacías y ninguno de los números que se forman (en horizontal o vertical) puede comenzar con 0.

Este crucigrama tiene, además, la rara peculiaridad de que algunas de sus definiciones han sido censuradas: los números que ellas definirían deben ser deducidos a partir de las definiciones restantes.



Horizontales

- 1) Es la décima parte del 11 horizontal.
- 3) Es el producto de las cifras del 21 horizontal.
- 6) CENSURADO.
- 8) La suma de sus cifras es 3.
- 9) Este número es múltiplo de 17.
- 11) CENSURADO.
- 12) Número capicúa (se lee igual de izquierda a derecha que de derecha a izquierda).
- 14) Este número es la diferencia entre el número más grande y el más pequeño de los que aparecen en todo el crucigrama (números completos, no cifras).
- 17) Tiene tres cifras pares diferentes escritas en orden creciente.
- 18) CENSURADO.
- 20) CENSURADO.
- 21) El producto de sus cifras no termina en 0.

Verticales

- 1) Tiene las mismas cifras que 13 vertical, pero escritas en orden inverso.
- 2) Número par (o sea, termina en 0, 2, 4, 6 u 8).
- 4) Difiere de 21 horizontal en sólo una cifra.
- 5) Es el doble del producto de las cifras de 14 horizontal.
- 7) Sus cifras suman lo mismo que las cifras de 11 horizontal.
- 10) El producto de todas sus cifras es 1050
- 13) CENSURADO.
- 14) Es un cuadrado perfecto (el producto de un entero por sí mismo).
- 15) Es una cuarta potencia (un entero multiplicado por sí mismo cuatro veces).
- 16) Es el resultado de restar 15 vertical menos 2 horizontal.
- 19) Es el producto de las cifras de 20 horizontal.

Soluciones del número anterior

La respuesta a la primera pregunta es no. Cada muesca aporta 2 a la suma total pero $1+2+3+4+5+6=21$, que es impar. Luego, no se puede llegar agregando muescas. Los demás poliedros regulares tienen solución.

Problema de Sicherman:

El único par de dados que cumple es
 2 6
 2134 5148
 2 3

Problema de Efron:

4 3 2 1
 4400 3333 6622 5515
 4 3 2 1
 No existen conjuntos de tres dados con esta propiedad.

Problemas nuestros

- 1) No encontramos un procedimiento que nos satisfaga. En general las soluciones putativas admiten secuencias infinitas de tiradas sin definición o usan elementos externos a los dados.
- 2) No sabemos. Habría que resolverlo en forma experimental.

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

**Licenciado en Matemática - FCEyN.