5/6
A628

EXACTA mente

AÑO 7 · Nº 19 · $ 3 · DICIEMBRE DE 2000 ISSN 1514-920X

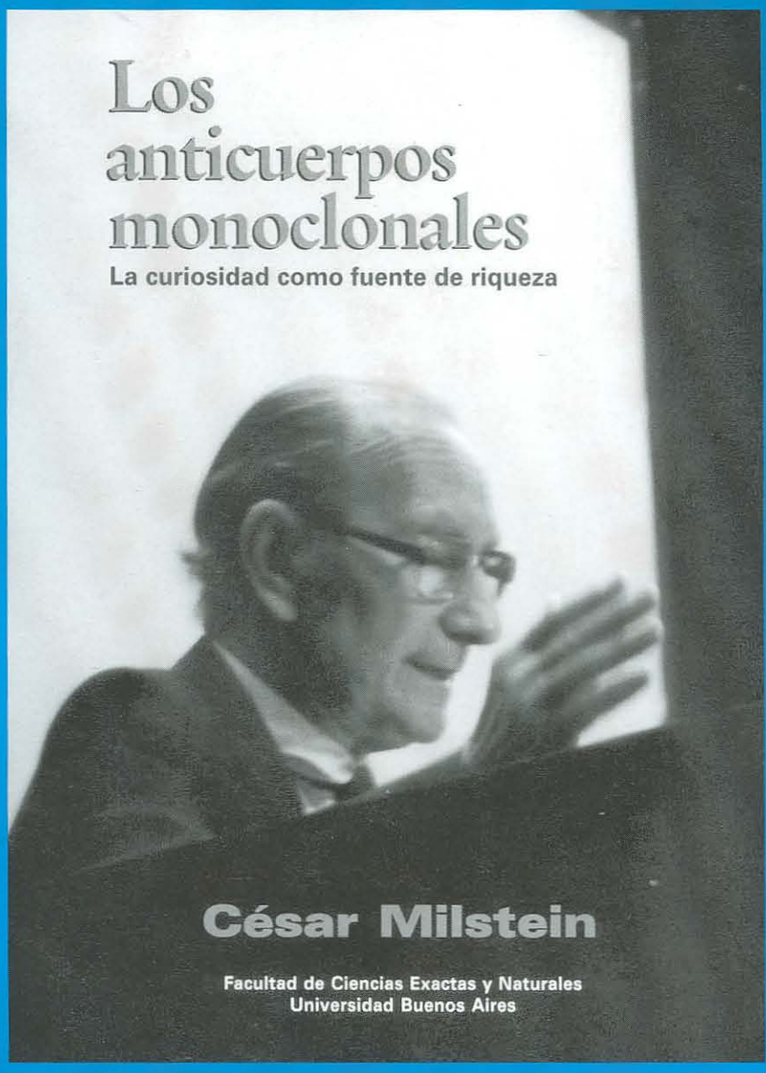
Debate
Alimentos transgénicos

Entrevista
Andrés D'Alessio

Investigación
¿Quién mató a Teresa Rodríguez?

Divulgación
Campo magnético terrestre

Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA



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
Fernando Ritacco

Diseño Gráfico
Santiago Erausquin

Fotografía
Juan Pablo Vittori
Paula Bassi

Colaboradores permanentes
Guillermo Mattei
Susana Gallardo
Guillermo Giménez de Castro
Pablo Coll
Gustavo Piñeiro
Luciano Moffatt

Colaboran en este número
Alfonso Buch
Patricia Olivella
Margarita Do Campo
Carmelo Polino
Simón Tagtachián
Carlos Borches

Impresión
Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.
Ciudad Universitaria. Pabellón II
Planta Baja, C1428EHA Capital Federal
Tel.: 4788-9570

Tapa
Circuito integrado.

EXACTA*mente* 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. Con la colaboración del Centro de Divulgación Científica y Técnica (CyT) de la FCEyN. Pabellón II, Ciudad Universitaria.
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

Uno de los motores del progreso de una sociedad es su capacidad de plantearse sus problemas más importantes. Es obvio que tratar de ignorarlos, pensando que no existen o que se solucionarán solos, no solamente no sirve para resolverlos, sino que provoca que se presenten de modo inoportuno cuando no se los espera y estallen a veces de manera incontrolable. La clase política argentina es propensa a esa táctica del avestruz, y el caso paradigmático es el del divorcio, que se convirtió en un tema tabú para los políticos hasta que el Congreso se vio obligado a tratarlo en 1987 ante una resolución de la Suprema Corte de Justicia, cuando ya había sido ampliamente aceptado por la sociedad y su prohibición producía como efecto la devaluación de la institución matrimonial, exactamente lo contrario de lo que los ultramontanos opositores a su vigencia se proponían defender. Durante muchos años fue tabú criticar a las empresas estatales, y sugerir cambios en las mismas. El resultado fue que, dado que aquellos que podían reformarlas de manera conveniente no lo hicieron, quienes atacaron el tema lo hicieron de manera brutal.

En la Universidad de Buenos Aires estamos viviendo el mismo problema: no discutimos ciertos temas importantes con la voluntad de solucionarlos. Seguimos teniendo materias repetidas en distintas facultades, e incluso en la misma facultad en distintas carreras. ¿O acaso no sería razonable que todas las materias legales se cursaran en la Facultad de Derecho, las materias económicas en Ciencias Económicas, y así sucesivamente? Pasarse de una carrera a otra hace perder tiempo, incluso en el CBC, que es menos común de lo que su título indica. La estructura departamental está poco desarrollada, y la estructura de cátedra demasiado consolidada. Los cargos con dedicación exclusiva siguen siendo escasos, la tasa de graduados respecto de estudiantes es baja y el concepto de estudiante con dedicación exclusiva está desapareciendo, no necesariamente por la obligación imperiosa de trabajar. Y la Universidad no se plantea qué carreras se quiere promocionar, porque la sociedad argentina necesita –o necesitaría, si funcionara mejor– más profesionales de determinadas disciplinas. Obsérvese, que ninguno de estos temas tiene respuesta fácil. Por ejemplo, respecto de la proporción de estudiantes que trabajan, no está claro cuántos lo hacen por necesidad económica, y cuántos para hacer su entrada al mundo laboral. Y respecto de estos últimos, debemos plantearnos qué es más eficiente para la Universidad (y para el país): una carrera alargada con un joven inserto en el mundo laboral desde mucho antes de graduarse (no necesariamente en temas de su interés), o una carrera en tiempo normal en la que el problema de la salida laboral se plantea en el anteúltimo o último año.

Esta ha sido una pincelada con algunos temas de discusión que la Universidad se debe. Estamos a tiempo de discutirlos, y además de poder analizar diecisiete años de evolución universitaria en democracia, se cuenta con abundantes datos almacenados y clasificados en la Universidad que pueden ser útiles para un debate masivo que se está convirtiendo en imperioso. La cuestión, entonces, es no perder el tiempo y empezar cuanto antes este debate, cuyo resultado será siempre mejor que el silencio.

Pablo M. Jacovkis
Decano de la FCEyN

Sumario

DEBATE
Alimentos transgénicos.....4

INVESTIGACIÓN
Un caso para la ciencia
por Ricardo Cabrera.....10

DIVULGACIÓN
Magnetismo terrestre
por Margarita Do Campo..14

ACTUALIDAD
Técnología de exportación
por Guillermo Mattei.....16

HISTORIA
Bernardo Houssay
por Alfonso Buch.....20

ENTREVISTA
Andrés D'Alessio
por Armando Doria y Guillermo Durán.....22

CORREO.....27

NÓBELES
El premio de Medicina
por Susana Gallardo.....28

BIBLIOTECA.....31

OPINIÓN
Azar o racionalidad
por Luciano Moffatt y Ernesto Calvo.....32

MICROSCOPIO
Grageas de ciencia.....34

ESPACIO
Cómo ser astronauta
por Patricia Olivella.....36

MINUTAS
por Ricardo Cabrera.....39

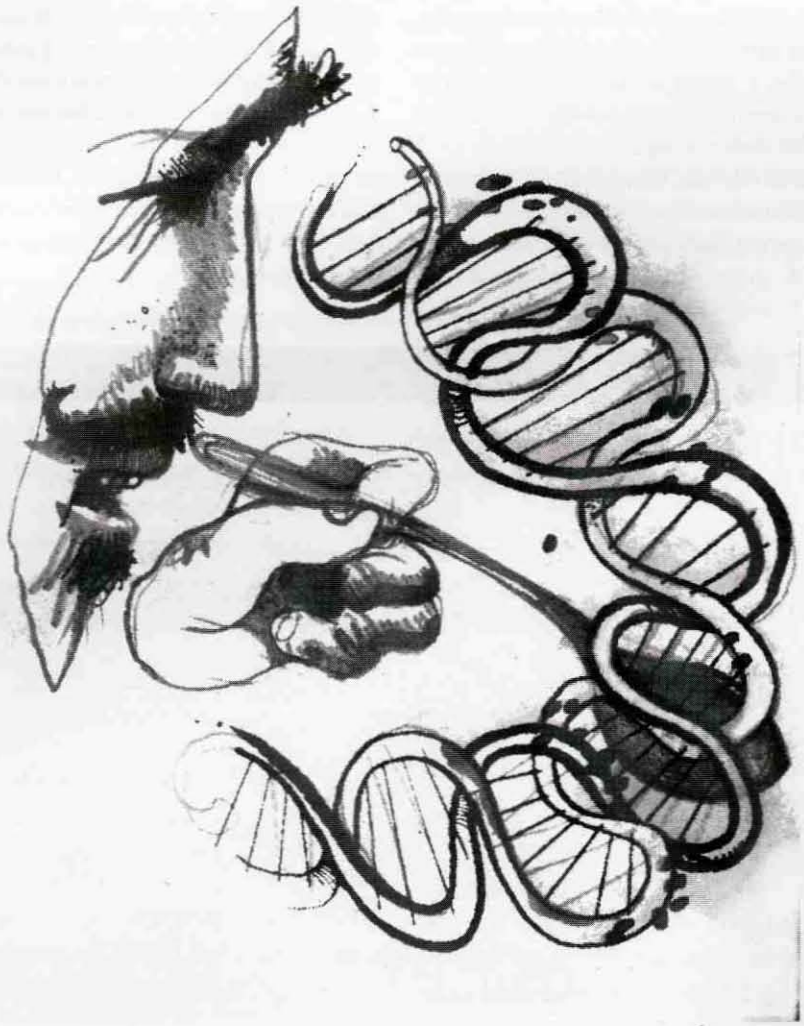
PSEUDOCIENCIA
La sangre de San Genaro
por G. G. de Castro.....40

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

Alimentos transgénicos

Mozo, hay un gen en mi sopa

Meses atrás explotó un nuevo tema en los medios de comunicación, cuando organizaciones ecologistas iniciaron una campaña televisiva denunciando que sería peligroso para la salud el consumo de lo que se dio en llamar "alimentos transgénicos". Mesas redondas, debates televisivos, columnas de opinión en diarios y revistas; muchas palabras y, por consiguiente, una buena cantidad de ruido opacando los conceptos. Para aportar claridad a un tema que provoca tantas susceptibilidades, EXACTAmente convocó la opinión del doctor Alejando Mentaberry, profesor de nuestra Facultad e investigador del CONICET, y la doctora Elsa Camadro, profesora de la Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata, y también investigadora del CONICET.



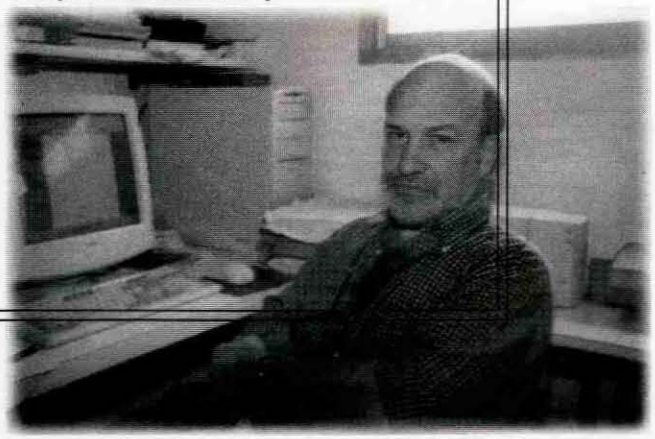
¿Cuáles son las ventajas o desventajas de consumir alimentos transgénicos?

Alejandro Mentaberry: Los cultivos transgénicos que están actualmente en comercialización están diseñados para incrementar los rendimientos y bajar los costos de producción, por lo que son básicamente neutros en lo que hace a su calidad alimentaria. Los beneficios para el consumidor son indirectos y se dan principalmente en el caso de la resistencia a insectos. Por un lado, se utilizan menos insecticidas, lo que reduce el nivel de agroquímicos que entran en la cadena alimentaria. Por el otro, se reducen también las infecciones provocadas por otros patógenos, en particular por hongos.

Los beneficios de los cultivos transgénicos en la alimentación se evidenciarán más cuando comiencen a comercializarse los llamados productos de la "segunda ola". En este caso, muchas modificaciones están dirigidas a cambiar características de calidad para obtener mejores balances nutricionales. En mi

Elsa Camadro

Alejandro Mentaberry



opinión, esto abrirá un campo muy interesante de discusión con médicos y nutricionistas, quienes deberán definir cuáles son los requerimientos alimentarios deseables con mayor precisión.

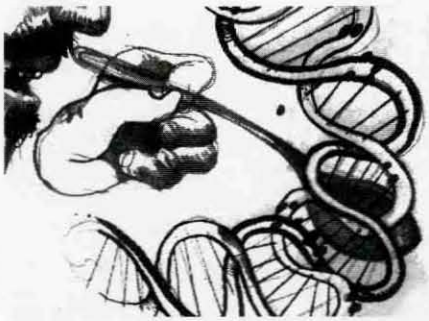
Elsa Camadro: Las ventajas dependen del transgén incorporado, de cómo se use el alimento transgénico o derivado de organismos transgénicos, del lugar que ocupe en la dieta y de la población que los consume. Por ejemplo, se ha desarrollado una variedad de arroz que tiene alto contenido de vitamina A, y cuyo consumo puede suplir carencias de esta vitamina en países en vías desarrollo; sin embargo, para poblaciones que no tienen carencia de esa vitamina o que consumen regularmente bajas cantidades de arroz, esa variedad no ofrece ventajas comparativas. Asimismo, se han desarrollado variedades de soja que producen aceite con mayor contenido de ácido oleico, que puede calentarse a temperaturas más altas que otros aceites, lo que permite realizar la fritura en menor tiempo, con menor absorción de aceite. En el futuro, los alimentos transgénicos serán fuentes de vitaminas y vacunas (por ejemplo, banana antidiarreica, papa anti-hepatitis B), con los consecuentes beneficios directos de su consumo para la salud humana. No existe, sin embargo, ninguna ventaja cuando se consumen alimentos derivados de organismos transgénicos en los que el transgén incorporado controla resistencia o tolerancia a factores adversos, de origen biótico (insectos, hongos, virus) o abióticos (sequías, heladas), por ejemplo.

¿Cuáles son las ventajas o desventajas de producir alimentos transgénicos?

A M : Estos cultivos permitirán reducir la aplicación de agroquímicos y pesticidas (disminuyendo costos y beneficiando el medio ambiente); se puede acelerar el ritmo del mejoramiento genético convencional, introduciendo así saltos cuantitativos en los rendimientos agrícolas; se podrán desarrollar cultivos aptos para tierras semiáridas, lo que tendrá un impacto muy importante en regiones no desarrolladas. Por otro parte, los incrementos cuantitativos por aumento de los rendimientos permitirán estabilizar, o incluso disminuir, la

¿Qué es un alimento transgénico?

Todo organismo, animal o vegetal, posee en cada una de sus células moléculas gigantes, extraordinariamente largas, llamadas ácido desoxiribo nucleico (ADN), que contiene toda la información necesaria para la vida del organismo. Cada molécula de ADN, como una cadena, posee eslabones, páginas de información. Cada página contiene la información para la fabricación de una proteína, que a su vez, son los ladrillos, las piezas, con los que está formado el cuerpo del organismo. Cada una de esas páginas se llama gen. Una vaca, por ejemplo contiene unos 100 mil genes. Cuando nos comemos un pedazo de asado, como estamos comiendo células vacunas, también estamos comiendo sus genes. Lo mismo con la lechuga y el tomate. Pero lo que en realidad comemos es ADN independientemente de que contenga información y de qué información contenga, del mismo modo que si se quema un libro, lo que arde es la celulosa y no las palabras ni las oraciones. Un alimento transgénico es aquel consistente en un organismo, o un derivado de un organismo, que entre sus genes, heredados por generaciones, posee uno insertado por el hombre mediante técnicas de ingeniería genética.



superficie cultivada, con el consiguiente beneficio para los ecosistemas silvestres y la preservación de la biodiversidad.

La realización plena de estos beneficios dependerá del contexto social y económico. En el caso de los países no desarrollados, el saldo dependerá de que el Estado juegue un papel activo en la introducción y apropiación de la tecnología y en promover una distribución social equitativa de la riqueza que se genere. Por ejemplo, la producción argentina de soja casi se ha duplicado en los últimos cinco años debido a la aplicación de la siembra directa y al uso de variedades transgénicas. Es un logro enorme, sin embargo, el Estado ha permanecido ajeno a lo ocurrido, por lo que la introducción de la tecnología ha seguido las políticas de las compañías multinacionales y ha generado situaciones "de hecho". Ello no ha sido necesariamente malo (en realidad permitió salvar de la crisis a miles de productores), pero podría haber sido mucho mejor si hubieran existido políticas públicas explícitas y otro nivel de investigación. Lamentablemente, lo que ocurre en la práctica es todo lo contrario: durante los últimos 40 años nuestros sectores dirigentes (políticos y económicos) se han despreocupado del patrimonio científico-tecnológico del país y han contribuido a su degradación hasta llevarlo prácticamen-

Una guerra en varios flancos

por Emiliano Ezcurra, de Greenpeace Argentina

El debate de los transgénicos escapa a lo exclusivamente científico. Y, en muchos casos, parece más una guerra que un debate, debido a los millones de dólares en juego ante las potencialidades que brindan la venta de paquetes tecnológicos específicos y los derechos de propiedad intelectual sobre semillas. Por eso quienes cuestionan a los transgénicos necesariamente inquietan a importantes empresas.

Las batallas de esta guerra se libran en cuestiones como el marco regulatorio, el impacto ambiental y el impacto económico. Con respecto al primero, el Estado ha montado un sistema que involucra tres pasos de control para que un organismo vivo modificado a través de la ingeniería genética pueda ser comercializado, los tres dentro de la órbita de la Secretaría de Agricultura. Pese a la regulación, en la Argentina no están previstas las acciones contra las empresas que no respetan las normas (como en el caso del tabaco transgénico ilegal sembrado en Catamarca y Tucumán, que fue sancionado con una multa ridícula de 3 mil pesos). Greenpeace exige, entonces, el establecimiento de un sistema de sanciones y compensaciones para que nuestro marco regulatorio sea tomado en serio.

En cuanto al impacto ambiental, algunos técnicos han expresado su preocupación respecto de la aparición de malezas resistentes al herbicida glifosato, dado por la selección natural a partir de la aplicación de un mismo principio activo en una superficie sumamente amplia (más de 8 millones de hectáreas). Si un mayor número de malezas resistentes comienza a incrementar su extensión, esto podría traer problemas para los productores que ven en el glifosato un instrumento de control barato y efectivo. Además, habría que investigar su impacto en el medio ambiente. Si el INTA se sigue debatiendo entre vender o no sus terrenos con el fin de conseguir recursos para investigar, y si el Estado continúa considerando la investigación como gasto y no como inversión, la cuestión del impacto ambiental quedará sin ser investigada y de seguro el sector privado no reemplazará esa función.

Como última consideración, la economía nacional está basada principalmente en el cultivo de soja y direccionada exclusivamente hacia la exportación. Sólo el dos por ciento de la cosecha queda en el país, por lo tanto, cualquier turbulencia en el mercado mundial de la soja nos haría particularmente vulnerables. La coyuntura europea, dada por la prohibición de harinas de origen animal para alimentación de ganado, ha provocado cierta euforia local ante el alza en el precio de la soja, pero esta euforia es fruto de la suerte más que de una planificación cuidadosa. Para el mundo la soja Argentina es 100 por ciento transgénica, y aún no está claro si los europeos nos siguen comprando por falta de otro proveedor, porque realmente no les importa que sea transgénica, o porque apuestan a que el público cambiará su percepción. Dado el estado de vulnerabilidad, es sumamente necesario que el gobierno prepare el complejo sojero para reaccionar ante cualquier cambio abrupto que el mercado pueda experimentar en el futuro, para no tener que pasar de la euforia al pánico.

Competitividad y producción sustentable

por Juan F. Kiekebusch, de Novartis Argentina

Al ir avanzando las aprobaciones de eventos transgénicos en distintas partes del mundo, basándose dichas aprobaciones siempre en estudios caso por caso tanto en lo que se refiere al impacto en los ecosistemas como en la inocuidad alimentaria, podemos afirmar hoy en día que las argumentaciones en contra de la aplicación de la biotecnología en el mejoramiento vegetal carecen de justificación científica. Este hecho está avalado por las principales academias científicas del mundo.

La guerra comercial entre los EEUU y la Unión Europea ha generado una situación de crisis en la producción agropecuaria mundial sin precedentes, ya que con el manejo de altísimos subsidios (el 40 por ciento del ingreso de un productor de los EEUU es por subsidios) han distorsionado totalmente los mercados mundiales. Nuestro país, al depender su bienestar económico de las exportaciones de origen agropecuario, debe encontrar formas de poder competir en esos mercados tan viciados por intereses que no podemos controlar.

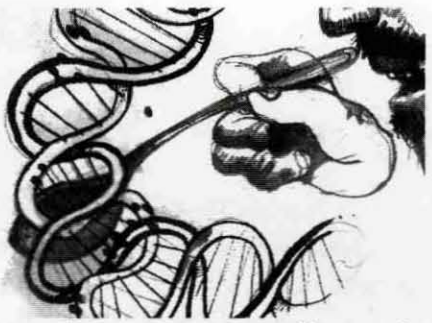
Al tema competitividad en el comercio mundial debemos agregarle la complejidad técnica de producir grandes volúmenes en forma sustentable en el tiempo. En base al concepto riesgo/beneficio debemos estudiar la aplicación de las nuevas tecnologías que permitan buscar la sustitución de sistemas de producción por otros que permitan una producción sustentable en el tiempo sin tener que ampliar las superficies dedicadas a producir alimentos, a pesar del incremento en la población mundial.

La biotecnología, correctamente aplicada, es hoy la ciencia que promete el mayor aporte para solucionar los problemas acuciantes que tenemos como país en cuanto a la competencia en los mercados mundiales, de los cuales dependemos. También la biotecnología está demostrando ser la principal aliada en el desarrollo de esquemas de producción sustentable al permitir la disminución del impacto en el medio ambiente que la agricultura de por sí ejerce.

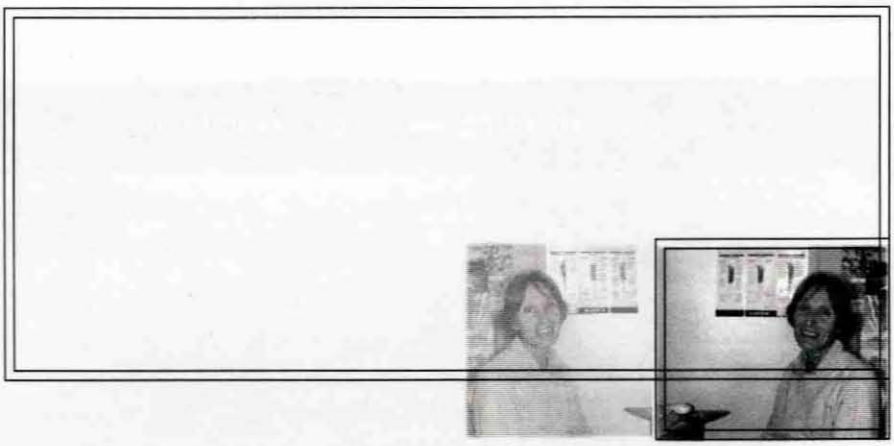
Los intereses económicos y políticos del hemisferio norte, más los intereses particulares de algunas ONGs, han creado una percepción pública negativa respecto a la biotecnología sin ninguna base científica. La historia se repite, la introducción de toda nueva tecnología que aporte al bienestar del ser humano debe pasar por una serie de exámenes hasta su adopción masiva. Creo que la biotecnología está dando los últimos exámenes para que eso ocurra.

te al colapso. Una situación que contrasta con la nuestra es la que tiene lugar en China en donde, a pesar de que el proceso está en sus inicios, sus beneficios ya son tangibles para millones de pequeños productores. El gobierno chino ha ejercitado una política inteligente que combina la negociación con las grandes multinacionales con el esfuerzo propio en ciencia y tecnología. El resultado en unos pocos años será un extraordinario incremento productivo, lo que no es poco para un país que cincuenta años atrás padecía hambrunas y que carecía prácticamente de investigación.

E C: Las ventajas y desventajas dependen del transgén incorporado. En el



caso de transgenes que confieren resistencia a plagas, a enfermedades o a herbicidas, se reduce la aplicación de agroquímicos y, consecuentemente, los costos de producción, protegiéndose el ambiente. Existen, sin embargo, riesgos potenciales para los agroecosistemas y para los ecosistemas naturales que tienen que ser evaluados en cada ambiente, porque los resultados no son extrapolables. Para transgenes que confieren resistencia o tolerancia a herbicidas, los riesgos son: que el cultivo se convierta en maleza de los cultivos subsiguientes; que el transgén se transmita por el polen a especies emparentadas con el cultivo, y que los híbridos que se produzcan adquieran la resistencia y se conviertan en malezas; o que se generen "super malezas". Para transgenes que confieren resistencia a plagas: que se dañen insectos nativos; que se ejerzan presiones indeseables en poblaciones de insectos que interaccionan con el cultivo, alterando el agroecosistema; o que se generen "super insectos". Para transgenes que confieren resistencia a plagas o a enfermedades, la resistencia podría llegar a introducirse por cruzamientos naturales en poblaciones emparentadas con el cultivo y producir efectos negativos sobre el ecosistema natural, que podrían llevar a la erosión genética y, eventualmente, a la extin-



ción de especies. Dado que la producción está directamente relacionada con la comercialización y que nuestro país es exportador de granos, aceites y subproductos de la industria aceitera como primer rubro, deberían evaluarse los riesgos de adopción de la tecnología para la exportación.

¿Qué información debería conocer la potencial población consumidora de alimentos transgénicos?

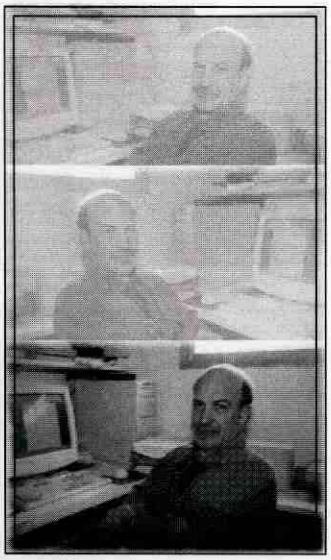
A M: Lo que debe brindarse es información pertinente y comprensible. La información debe referirse a la composición, valor nutricional y al proceso de certificación de los alimentos. En el caso particular de los alimentos derivados de cultivos transgénicos, sólo debe informarse si existen cambios sustanciales en su composición por referencia a los no transgénicos. No es racional etiquetar como "genéticamente modificado" o "derivado de organismo genéticamente modificado", porque ello no brinda ninguna información sustancial y sólo hace mención a un proceso de obtención. No es razonable que el consumidor deba pasar por un curso de genética molecular para comprender qué hay en una lata de tomates. Habitualmente comemos productos en cuyas etiquetas figuran cientos de componentes que no identificamos porque quien emite la información nos despierta cierto grado de confianza. Lo realmente importante es que la información sea fidedigna y que los organismos de control que garantizan la calidad de los alimentos sean confiables. No quiero decir con esto que no deba proveerse mayor información a quien quiera conocerla. Por ejemplo, podrían habili-tarse centros de consulta que den información detallada sobre temas que no podrían incluirse en una etiqueta, tanto en las compañías como en el sector público.

E C: Los distintos sectores de la ciudadanía tendrían que tener acceso a información objetiva sobre beneficios y riesgos, basada en estudios serios y en casos fehacientemente comprobados, para que pueda generarse opinión fundada sobre el tema en el seno de la sociedad. Pienso que, en gran medida, la información llega al público desde dos posiciones extremas ("no existe riesgo de ningún tipo" y " los organismos trans-génicos son inseguros para el consumo humano, dañinos para el ambiente, peligrosos, y artificiales"), lo que aumenta la desconfianza de los consumidores hacia la comunidad científica, los productores y los políticos. Esta tecnología, como tantas otras, no está libre de riesgos; estos riesgos potenciales (que posiblemente irán cambiando a medida que aumenten nuestros conocimientos sobre el tema) tienen que ser evaluados en cada caso y sopesados en relación a los beneficios para que se puedan tomar decisiones racionales.

¿Qué motivaciones extracientíficas cree que hay detrás de la puja a favor o en contra de los alimentos transgénicos?

A M: Hay por lo menos dos conflictos superpuestos. Uno, bastante evidente, es el interés de la Comunidad Europea en retrasar el ingreso de la agrobiotecnología. Debido a que Europa subvenciona fuertemente su agricultura, un aumento de la eficiencia productiva se traduciría inmediatamente en más subsidios y en menos competitividad. Por el otro lado, Estados Unidos lleva claramente la delantera en este campo y los europeos ven con desconfianza la incidencia de las compañías y universidades norteamericanas sobre sus propios sistemas agrícolas.

Por el otra parte, están las motivaciones de los grupos "ecologistas", entre los que predomina la percepción de que el dominio de las tecnologías reforzará el dominio del mercado agroalimentario mundial por unas pocas firmas multinacionales, lo que contiene una cuota importante de razón, pero no es toda la realidad. También prima en estos grupos una visión romántica de la naturaleza (y de la relación del hombre con la naturaleza) de la que derivan una serie de argumentos tecnofóbicos. Estos grupos intentan detener la globalización salvaje haciendo blanco en las tecnologías. Esto fracasará porque nadie pudo detener jamás la adopción



de una tecnología económicamente ventajosa (al menos no por mucho tiempo) apelando a argumentos ideológicos. Por el contrario, las campañas de desinformación y el terrorismo en los medios terminarán por causar un efecto bumerán y privarán a la causa ecologista de aliados importantes en el campo científico. Lo lamentable de todo esto es que ni la comunidad europea, ni las compañías multinacionales, ni los "ecologistas", piensan demasiado en los problemas futuros de los países más pobres, en donde ocurrirán las mayores crisis poblacionales y la mayor devastación ambiental, y en donde la biotecnología podría incidir positivamente.

E C : Los intereses económicos de las empresas transnacionales son innegables y poderosos (patentamientos de genes, métodos y productos, monopolio del comercio de semillas y agroquímicos). Esto ha generado una desconfianza muy grande hacia las empresas, sobre todo en los grupos de consumidores informados como los de la Unión Europea. Esta desconfianza se ha extendido a todo el sistema político, que es el encargado de los controles, lo que ha llevado a una fuerte reacción negativa, en mi opinión extrema.■

UBATEC S. A.

Fundada en 1991

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

UNIDAD ADMINISTRADORA

■ **Administra 400 Subsudios de Investigación Científica** otorgados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y el CONICET a Investigadores que desarrollan sus tareas en la Universidad de Buenos Aires. (Agencia: PICT 97, PICT 98, PID, IAI y PICTOs; CONICET: PIP 98 y PEI 98)

■ **Administra Servicios Universitarios** de la Secretaría de Extensión y Bienestar Estudiantil de la UBA:
Programa Centro Universitario de Empleo.
Programas de Capacitación del Centro Cultural Ricardo Rojas.
Programa de Cursos de Capacitación para Empresas e Instituciones.

■ **Administra el Programa de Auxiliares Vecinales** por Convenio entre el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la Universidad de Buenos Aires

PROVEDORA DE ASISTENCIA TECNICA

■ **Como Unidad de Vinculación Tecnológica**, pone el potencial tecnológico de la Universidad de Buenos Aires a disposición de PYMES y grandes Empresas y les provee Asistencia Técnica para:
Programa de Consejerías Tecnológicas FONTAR.
Programa de Crédito FONTAR.
Fondos de Promoción de la Ley 23877.

■ **Cursos de Capacitación "a medida" en las empresas** (tecnificación, informatización, entrenamiento técnico, etc.)
Proyectos PID de las convocatorias FONCYT.

PROMOTORA DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE TECNOLÓGICA

■ **Producción:**
Incubadora de Empresas de Base Tecnológica (UBA-GCBA) En Constitución.
Parque Industrial de la Ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz. En fase de preparación de la Licitación Internacional.

■ **Formación y Capacitación:**
Constitución de UBA-net S.A. (Universidad de Buenos Aires-TELECOM Italia, para la Educación Técnica a Distancia.

CONSULTORA

Utiliza el potencial de experticidad de la Universidad de Buenos Aires para ser utilizado directamente por organismos públicos.

Consultora para proyectos tecnológicos e industriales, construcciones y urbanizaciones, salud y asistencia hospitalaria, y reingeniería administrativa.

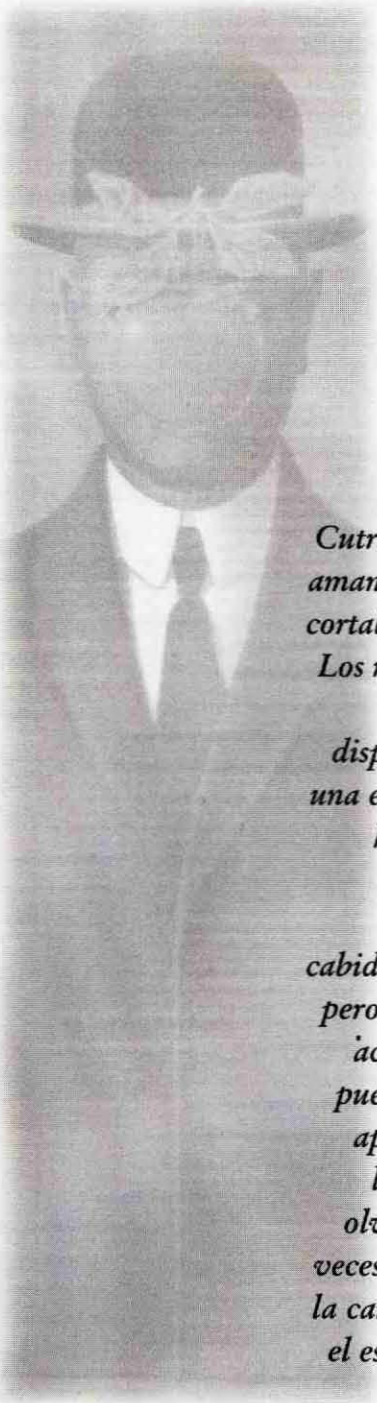
Consultora para estudios de preservación ambiental. Inscripta por RCEIA 101 de la Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable

Arenales 1371 2° – C1061AAM Ciudad de Buenos Aires – Tel/Fax (54-11)4815-6473/4938 – Subsidios: (54-11)4816-7071/72 – ubatec@correo.uba.ar

Una sorprendente pericia a cargo de un físico

¿Quién mató a Teresa Rodríguez?

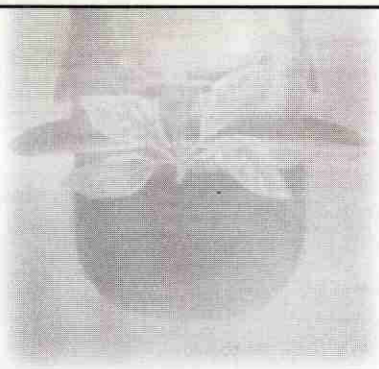
por Ricardo Cabrera
ricuti@de.fcen.uba.ar



El 12 de abril de 1997 la ciudad de Cutral-Co, en la provincia de Neuquén, amaneció conmocionada. Una pueblada cortaba el paso sobre el puente de acceso. Los manifestantes fueron corridos por la policía que arremetió efectuando disparos al aire. Pero Teresa Rodríguez, una empleada doméstica de 24 años, que había salido a comprar el pan, cayó muerta con un disparo en el cuello. El luto y la indignación no tienen cabida en la burocracia de los tribunales, pero sí tuvieron lugar las pericias, falsas acusaciones, un policía detenido, una puesta en libertad por falta de méritos, aprietes y chicanas, lo común en estas lides. Todo presagiaba un destino de olvido e impunidad como tantas otras veces, hasta que la jueza que entiende en la causa decidió pedirle colaboración en el esclarecimiento del hecho a un grupo de físicos que aceptó el desafío.

Rodolfo Pregliasco, doctor en físca de la Universidad de Buenos Aires, realizaba su trabajo pos-doctoral en el Instituto Balseiro de Bariloche. La jueza le entregó junto a la documentación tres fotografías y una cinta con la filmación que Crónica TV había grabado durante los enfrentamientos. La pieza era fundamental. Dieciséis segundos de nerviosas imágenes abarcaban el momento desde que el pelotón policial inicia la carga hasta que Teresa yace agonizante. No se ve nada sustancial: la confusión es absoluta, la cámara va y vuelve, la imagen es de mala calidad. Un montón de uniformados avanza corriendo desordenadamente en medio de una lluvia de piedras, los manifestantes retroceden, y la imagen diminuta de Teresa entra y sale de cuadro, ajena al drama que ya se cierne sobre ella.

El resto del material no aporta demasiado. La bala, en su mortal trayectoria, había perdido el casquillo y por lo



tanto las huellas que el arma le imprime. El plomo restante había sido negligentemente lavado. Como elemento de prueba, lo que quedaba del proyectil y la nada eran lo mismo.

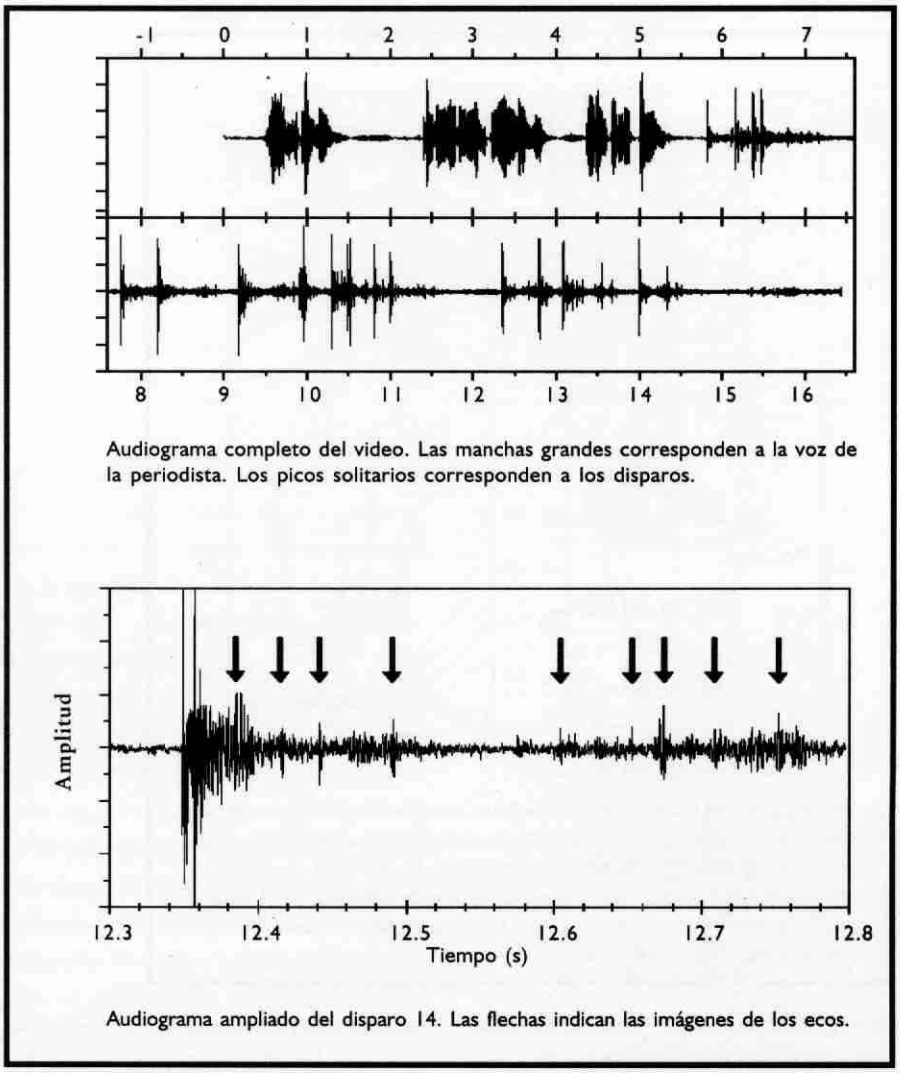
En el video esta todo. Delante del televisor Pregliasco hace play y rewind decenas de veces. Cientos de veces. No trabaja solo, el físico Ernesto Martínez, reconocido perito, lo acompaña en la búsqueda. No saben qué buscan. Pero una y otra vez miran el video esperando encontrar algo, un detalle, un color, una sombra que los oriente. Lo digitalizan. Analizan cuadro por cuadro, pixel por pixel. Con ayuda de las fotografías realizan un plano detallado de los hechos. Cada una de las imágenes de los 22 policías, tienen ahora un número; cada número, una trayectoria; cada trayectoria una ubicación real. Ahora la escena se transformó en una compleja pero certera coreografía que los actores repiten una y otra vez con cinemática precisión de 5 centímetros y 10 milisegundos.

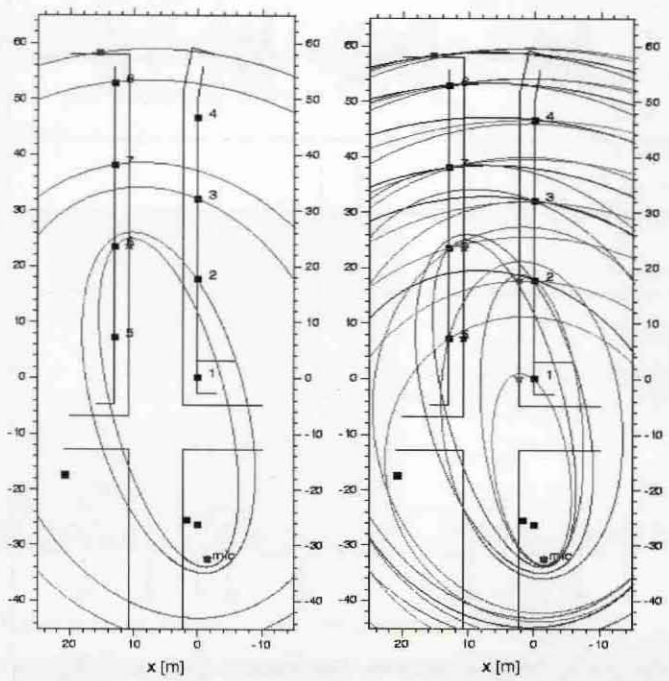
Aún así es imposible saber de dónde provienen los disparos, de qué arma, de qué puño, de qué policía. Y aunque se pudiera, no hay forma de hacerlo concordar con la caída de Teresa, que justo en ese momento sale de cuadro.

En la oscuridad ve más un ciego

Como todo buen científico, Pregliasco intuía que la información que buscaba estaba delante de sus ojos sin que pudiese verla. En algún lugar se hallaba la clave. Efectivamente, la información necesaria existía pero ni él ni nadie podría haberla visto, sencillamente porque no estaba en la imagen, estaba en el audio. Sólo había que escucharla. La banda sonora del video resolvía la escena con un detalle mayor a 20 kilohertz; es decir, más de 20.000 datos de sonido por segundo de video. Había entonces, más de 320.000 (20.000 x 16) informaciones para analizar. El detalle de este análisis alcanza la asombrosa precisión de las 5 centésimas de milisegundo. Los físicos comenzaron por meter el sonido en una computadora y digitalizarlo, y a partir de ello confeccionaron un audiograma de la secuencia completa del video. Allí se percibe la voz de la periodista y los disparos. Los físicos sintieron al alcance su presa, y de ahí en más acecharon con maestría. Al amplificar en detalle el audiograma de un disparo encontraron que la imagen no era pura. Cada disparo estaba seguido de 5 ó 6 registros idénticos pero más débiles, retrasados en el tiempo a espacios irregulares, conformando un patrón de bandas particular. Plegliasco tuvo una idea brillante: lo que estaban viendo era el registro de los ecos de cada disparo. Cada estallido tenía un patrón de bandas diferente ya que provenía de un lugar diferente. De confirmar tal hipótesis cabría la posibilidad de determinar de qué posición exacta partió cada disparo en cada instante. De ser así, cada audiograma, como una huella digital, señalaba a un policía y uno de ellos era el asesino. La apuesta se doblaba.

¿Qué objetos podrían funcionar de pantalla para hacer rebotar el sonido?





En la figura de la izquierda se muestra una familia de elipses generada por un solo petardo. Cada elipse indica las posibles localizaciones de las fuentes de eco. La figura de la derecha muestra la superposicion de las cuatro familias de elipses (una por cada petardo). La intersección coincide con la posición de los postes de luz (indicados en ambas figuras).

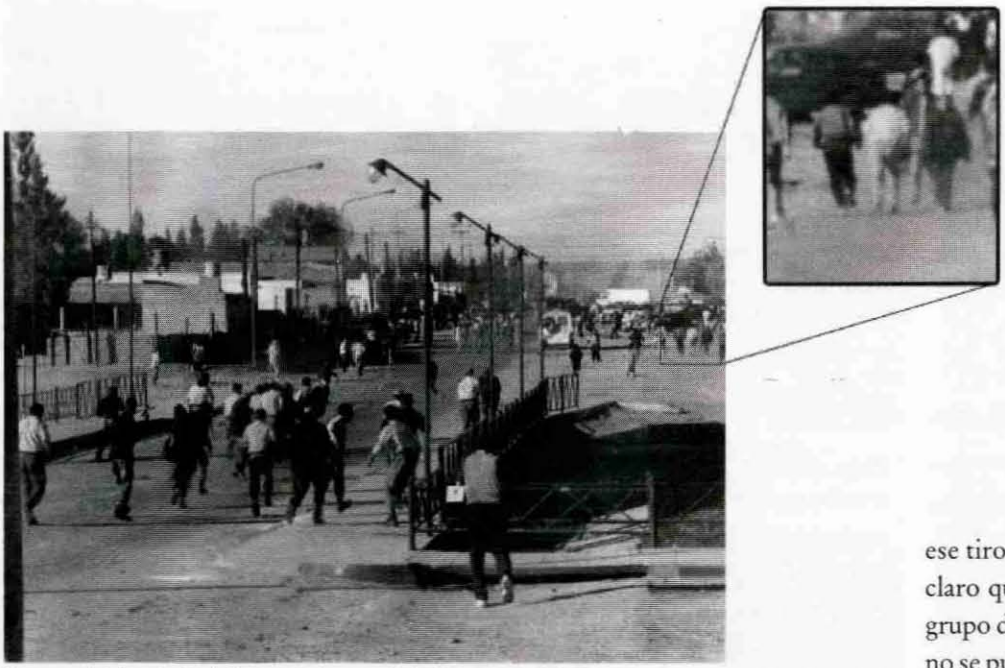
La topografía del escenario no era nada alentadora. Sobre el puente desde el que se efectuaron los disparos no había paredes ni carteles. Las primeras casas estaban muy distantes como para corresponder con los intervalos de tiempo de los ecos, según los registros. Sólo restaba considerar los postes de luz a lo largo del puente, pero nadie daba 10 centavos por ellos. Ni los expertos en sonido, consultados oportunamente, dieron crédito a los 8 postes metálicos de 8 centímetros de diámetro como fuente de ningún eco. Pero Pregliasco había visto "la cara" del asesino y no podía dejarlo escapar. Se fue hasta el lugar de los hechos. Localizó y trasladó al plano cuanta saliencia o rugosidad existía en 200 metros a la redonda. Luego, sobre posiciones bien determinadas, hizo explotar 4 petardos cuyos estampidos grabaron en una computadora portátil. Los audiogramas presentaron el mismo patrón que los disparos, pero ahora, las posiciones preestablecidas señalaron fuera de toda duda a los postes de luz como los generadores de los ecos.

Elipses e hipérbolas

Nunca agradeció tanto el joven físico haber cursado la interminable geometría analítica como cuando tuvo que resolver el problema de los puntos de disparo. A partir de los retrasos de los ecos era posible conocer las distancias recorridas por el sonido. Tomando las desplazamientos del sonido que van desde el petardo hasta cada lugar de rebote del estallido y de cada lugar de rebote al micrófono de la cámara se genera una familia de figuras muy bonitas llamadas elipses. La intersección de las elipses generadas por los cuatro petardos coincidía con la ubicación de los 8 postes de luz, y los físicos descorcharon su primera sidra.

El camino inverso es más arduo. Habiendo descifrado la posición de los generadores de eco –los postes de luz– y teniendo las distancias que van desde el micrófono de la cámara hasta los postes y de ahí al arma de fuego se genera, ahora, una familia de hipérbolas. La intersección de las hipérbolas de estas familias denuncian la posición exacta del arma. Pregliasco y Martínez mapearon la ubicación y el instante de cada disparo sobre la planografía de la escena. Para su sorpresa encontraron que cada disparo coincidía con la imagen de un policía con su arma tirando. A partir de ahí extraer conclusiones fue más fácil.

Tener los disparos localizados no sig-



Teresa Rodríguez con campera negra

Carga policial a través del puente, fotografiada 0,5s antes del impacto.

nifica identificar quién disparó. Pero sabiendo el instante y la posición en que se produjo cada disparo, información que surge del estudio del audio, y la posición de cada policía en cada momento, que surge del estudio del video y las fotografías, es posible superponer los datos cruzando las informaciones. La superposición da, por ejemplo, que el disparo 14 está a la altura del policía 18. Uno va al cuadro del video que corresponde a este instante y el policía 18 tiene un arma en la mano y dispara hacia arriba. Entonces se puede decir que ese policía hizo el disparo 14, en este caso, al aire. Aplicaron esta técnica con la totalidad de los disparos y localizaron 11 de los 17. Todos provienen de la zona en que está la policía. Algunos casos fueron sorprendentes: los peritos habían visto el video cientos de veces y no habían notado el arma, pero tras detectar el momento y la ubicación precisos volvieron al video y vieron sin poder creerlo cómo un policía extraía el arma, disparaba y la guardaba en menos de un segundo. Habían desarrollado una herramienta verdaderamente poderosa. La primera conclusión positiva así obtenida fue que no hay evidencia de que haya habido disparos de otro lugar que no sea de grupos de policías, y que ninguno de los disparos identificados fue hecho por el policía inculpado en un principio.

El disparo mortal

Para establecer cuál de los disparos, ahora identificados, había sido responsable de la muerte de Teresa Rodríguez hubo que volver al video. Con ayuda de la computadora recortaron cuadro tras cuadro aquellos en que aparecía la diminuta imagen de Teresa, cuidando que el recorte la dejase centrada en la pantalla. Luego reconstruyeron la película con estos nuevos cuadros. El resultado fue un nuevo video mucho más trágico que el anterior en el que se ve a la víctima avanzar con paso vivo hasta que tuerce repentinamente el rumbo y comienza a caer. Ese instante establece una cota superior en el tiempo, es decir, el disparo debía haberse producido, por lógica, antes.

Así se descartan los disparos posteriores al octavo, con el que coincide ajustadamente. El séptimo, el sexto y el quinto son efectuados al aire. Los anteriores son muy prematuros. No hay vueltas, el buscado es el octavo. El problema es que ese tiro está bien localizado pero no es claro quién lo dispara: proviene de un grupo de por lo menos tres policías que no se puede discriminar. Aunque tal vez la justicia sí pueda. Con esta nueva pericia, más las declaraciones y otros elementos –como el conocimiento de qué policías tenían escudos y bastones en la mano, cuáles estaban armados y con qué armas– la jueza puede avanzar.

En mayo de este año, Pregliasco entregó sus conclusiones a la justicia, y volvió de lleno a trabajar en espectroscopía de materiales. Puso pasión durante la investigación, y el compromiso emocional fue grande. Además, descubrió que la metodología del peritaje resultó ser la misma que la de una investigación científica. Para él mismo fue muy curioso ver cómo había ido cambiando su actitud cuando pasó de la idea de querer ayudar a querer entender, ahí el avance había sido rotundo. En este caso la ciencia tenía algo que decir y gracias a él lo dijo. El trabajo en sí, no consistió en sofisticadas tecnologías ni en conocimientos de gran complejidad. Simplemente agudeza e ingenio. La física utilizada tuvo un nivel más cercano a la educación secundaria que a la universitaria. Pero no fue poco. Fue una contribución cierta para que se haga justicia. Son muchas las Teresas que cayeron en la Argentina bajo las balas impunes y quizás esta vez se sepa quién mató a Teresa Rodríguez. ■

El campo magnético terrestre

Una presencia invisible

por Margarita Do Campo*
marga@ingeis.uba.ar

Las rocas contienen ciertas partículas que guardan "memoria" de las condiciones del campo magnético de la época en que se formaron. Esto puede ayudar a conocer las condicione climáticas imperantes decenas de miles de años atrás y así predecir cambios futuros.

Así como un pez no debe tener demasiada noción del agua en la que nada, los humanos no percibimos concientemente el campo magnético de nuestro planeta, que sin embargo nos envuelve de un modo tan real como el aire que nos rodea. Quién no jugó alguna vez acercándole un imán a unas limaduras de hierro y se sorprendió al observar el curioso ordenamiento que adquieren. Las curvas que siguen las limaduras de hierro responden a la configuración del campo magnético que genera el imán. Nuestro planeta también tiene un campo magnético, que se comporta como un imán gigantesco capaz de orientar no sólo las agujas de las brújulas, sino también algunos minerales de hierro, denominados partículas magnéticas, y en especial a un óxido llamado magnetita. Estas partículas se alinean dentro de la roca –cuando ésta todavía se encuentra en estado plástico– "mirando" hacia el polo norte, como si cada una fuera la aguja de una brújula.

Las partículas magnéticas que contiene un sedimento tienen la propiedad de guardar un registro tanto de la dirección como del sentido que tenía el campo magnético terrestre en la época en que dichos materiales se depositaron. Lo mismo sucede con las rocas volcánicas: cuando la lava se enfría, quedan 'grabadas' en las partículas magnéticas las condiciones del campo al momento de formación de la roca. Existen instrumentos, conocidos como magnetómetros, que permiten recuperar en el laboratorio esta información que las rocas guardan celosamente y que los especialistas conocen como magnetismo remanente.

Al realizar estos estudios se comprobó que el sentido del campo, su polaridad, se había modificado en numerosas ocasiones. Por convención se considera polaridad normal a la actual, y reversa cuando el campo estaba invertido 180 grados con respecto al actual. Si pudiéramos viajar al pasado, hasta un período de polaridad reversa, la aguja de la brújula señalaría el polo sur actual en lugar del norte. Estas reversiones de polaridad se pudieron ubicar muy bien en el tiempo geológico, porque se dataron las rocas que presentaban estos cambios aplicando métodos habituales en geología. Con estos datos se construyó un cuadro de reversiones del campo magnético terrestre para los últimos 170 millones de años. Los científicos le han dado un nombre específico a cada período de polaridad normal o reversa, y por convención se los llama crones.

En el laboratorio se determina la dirección y el sentido del vector magnético, y de este modo se sabe si la roca se formó durante un período de polaridad normal o reversa. Luego, con el cuadro de reversiones se puede establecer la edad de la roca en cuestión. Esta metodología se conoce como magnetoestratrigrafía, porque la estratigrafía es la disciplina que estudia las relaciones temporales y la historia que registran las rocas.

El rompecabezas de la evolución

La magnetoestratigrafía es una técnica muy aplicada no sólo por los geólogos sino también por los arqueólogos. Por ejemplo, la edad de Lucy, el esqueleto de Australopithecus afarensis que se encontró en Afar, Africa, fue datado fehacientemente empleando esta metodología. Los

restos de homínidos más primitivos son mucho más antiguos que los 40 mil años que abarca el método del carbono 14. La magnetoestratigrafía en cambio, no tiene esta restricción temporal, de allí que se la aplique en numerosos estudios.

En nuestro país se realizan estudios de magnetismo de rocas en el Laboratorio 'Daniel Valencio' de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. La doctora María Julia Orgeira, investigadora del CONICET y docente de la Facultad, que trabaja en este laboratorio, afirmó: 'Existen muchas teorías que tratan de explicar por qué se producen estos cambios de polaridad del campo magnético terrestre, algunas han sido propuestas por científicos muy prestigiosos, pero ninguna goza de amplia aceptación y, a mi entender, no tienen suficientes datos que las sustenten'. Comentó además que el campo magnético terrestre ha variado también en intensidad y que el estudio de estos cambios les permite a los científicos conocer más acerca del comportamiento de éste.

Además, en los últimos veinte años se han desarrollado nuevas aplicaciones del magnetismo de las rocas. Una de ellas es el magnetismo ambiental, que se utiliza para sedimentos cuaternarios. La doctora Orgeira, que en los últimos años se ha especializado en este tema, explicó que, a diferencia de la magnetoestratigrafía, en este caso se miden propiedades magnéticas no direccionales. En el laboratorio se aplican diferentes técnicas que sirven para determinar qué minerales están presentes en los sedimentos, aún cuando se encuentren en cantidades muy bajas, del orden de un gramo en una tonelada.

Las rocas también hablan del clima

Existe un grupo de minerales, conocidos como ferromagnéticos, que tienen la peculiaridad de ser susceptibles a las variaciones ambientales -climáticas- del lugar en el cual se depositaron. Integran este grupo la ya citada magnetita y otros óxidos e hidróxidos de hierro, entre los que se encuentran los denominados hematita y goethita. Estos materiales tienen diferentes respuestas frente a la aplicación de campos magnéticos, dado que su estructura cristalina difiere sensiblemente, lo cual permite identificarlos aunque estén en muy pequeñas cantidades en el sedimento.

A temperatura ambiente la magnetita es más fácil de magnetizar que la goethita y la hematita y por lo tanto es menos 'dura' a la desmagnetización por campos magnéticos. En climas fríos y secos la magnetita presente en un sedimento tenderá a permanecer como tal. En cambio, bajo condiciones de mayor temperatura y humedad, se verá favorecida la oxidación de la magnetita detrítica, y la formación de goethita. Es decir que la presencia de uno u otro mineral en el sedimento está estrechamente vinculada con las condiciones climáticas, por eso el magnetismo ambiental permite deducir el clima que existió en el pasado en una cierta región.

Con el conjunto de parámetros magnéticos medidos se puede saber qué minerales magnéticos están presentes en el sedimento y, además, qué tamaño de partícula tienen. Con estos datos se construyen curvas y la interpretación combinada de todos los parámetros permite deducir cómo fueron variando las condiciones del ambiente a medida que se depositaba el sedimento.

La doctora Orgeira explicó que, cuando se trabaja con sedimentos eólicos, se puede inferir la intensidad relativa del viento que los depositó, porque cuanto más intenso es el viento mayor es el tamaño de las partículas que puede transportar. Inclusive, es factible determinar la dirección de los vientos predominantes. En condiciones ideales, también es posible llegar a deducir el nivel de precipitaciones de la zona. Ahora bien, ¿cuál es la importancia de estos estudios? Según Orgeira, si se desea saber cómo va a evolucionar el clima en el futuro, es muy importante saber cómo se ha comportado en el pasado. Hay fenómenos que van a ocurrir con una determinada frecuencia y es bueno saber cuál es esa frecuencia. En el caso de los fenómenos catastróficos, aquellos que no tienen una periodicidad, sería posible predecir la probabilidad de que vuelvan a ocurrir.

Estudiando el clima del pasado, mediante magnetismo ambiental y otras metodologías combinadas con él, será posible construir modelos climáticos para períodos cada vez más largos, que nos ayuden a entender cómo podría modificarse el clima en el futuro. Seguramente en los próximos años surgirán nuevas aplicaciones del magnetismo de las rocas que aún no sospechamos. Pero además, explicar el porqué de los cambios de polaridad del campo magnético terrestre es uno de los desafíos que tiene la ciencia del siglo XXI.■

*Investigadora del Departamento de Geología - INGEIS - Edgresada del Curso-Taller de Periodismo Científico (CyT - FCEyN)

INVAP y sus recientes logros

Tecnología de exportación

por Guillermo Mattei*
gmattei@df.uba.ar

El 6 de junio y el 21 de noviembre pasados, dos noticias fuera de lo común recorrieron, a su turno, muchos medios de difusión. Entre informes de paros, denuncias de corrupción y cataclismo económico, el periodismo daba cuenta de que una empresa argentina de alta tecnología estaba involucrada en dos sucesos de trascendencia internacional. Por un lado, ganaba una licitación en Australia para rehacer un reactor nuclear –calificando mejor que los monstruos tecnológicos primermundistas– y, por el otro, era la responsable por el diseño y construcción del primer satélite argentino de observación del territorio nacional que la NASA acababa de lanzar al espacio. Toda una rareza para nuestra actualidad.

En 1998, el organismo nuclear australiano convocó a un concurso internacional de propuestas para rehacer un reactor destinado a investigación y producción de radioisótopos ubicado en los suburbios de Sydney. Si bien ocho empresas de tecnología nuclear acudieron al requerimiento, sólo cuatro preclasificaron. Entre la canadiense AECL, Siemens, de Alemania, y Technicatome, de Francia, figuraba la argentina INVAP.

También INVAP es un nombre que aparece asociado a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CoNAE) en lo que a los satélites argentinos de la serie SAC se refiere. Pero, ¿qué es INVAP?

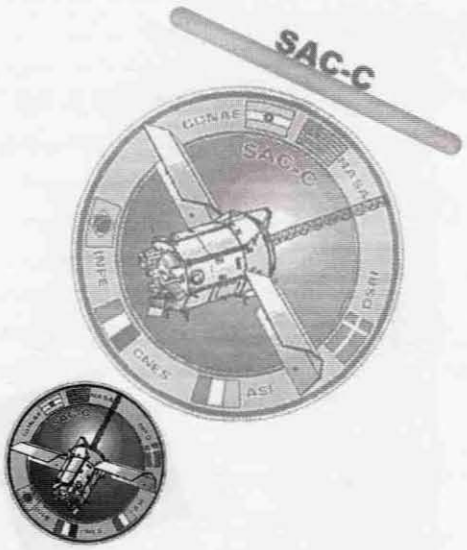
INVAP (Investigación Aplicada) es una Sociedad del Estado de la Provincia de Río Negro, con sede en Bariloche, dedicada a "satisfacer las demandas de desarrollo de alta tecnología en los campos nuclear, espacial, ambiental e industrial y a crear fuentes genuinas de trabajo en la provincia de Río Negro", según consta en sus principios fundacionales. Formalmente surge en 1976

como proveedor de tecnología nuclear para la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). "Sus padres ideológicos fueron Jorge Sábato, con su concepto de empresa de tecnología, y Antonio Balseiro quien, hace cincuenta años, vislumbró la conexión entre centro de excelencia académica y generación de tecnología", explica el doctor en química-física Tomás Buch, asesor de la gerencia general de la empresa. Buch es graduado de la FCEyN, formó parte del primer plantel de docentes del Instituto Balseiro, y fue uno de los profesores con marcas de los bastones policiales de 1966.

No obstante, los dos pilares del lanzamiento de INVAP lo constituyeron, en el plano general, la CNEA –por su coherencia para desarrollar tecnología propia antes que importarla– y, en el plano particular, el doctor en física Conrado Varotto, quien trabajó desde1972 para reunir en Bariloche a la masa crítica —en la jerga nuclearista— de profesionales capaces de impulsar y sostener semejante emprendimiento. Varotto, quien hoy dirige la prestigiosa CoNAE, supo conjugar los niveles de excelencia del Instituto Balseiro y del Centro Atómico Bariloche con el objetivo de erigir un centro de investigación aplicada.

Una apuesta al potencial local

Hace un cuarto de siglo, la lógica de la CNEA —herética en al actual discurso oficial— resolvió "optar por el desarrollo propio cuando eso parecía imposible", comenta Buch. Tal el caso del desarrollo y construcción de la Planta de Enriquecimiento de Uranio en Pilcaniyeu (Río Negro). Por su complejidad e implicancias, Buch considera a ese emprendimiento como el más importante logro tecnológico de la Argentina. Del mismo modo, la decisión de construir el reactor nuclear de investigación en Bariloche —denominado RA6— en lugar de comprarlo a Estados Unidos, fue el punto de partida en 1985 para el lanzamiento internacional de INVAP. Buch asegura que, como consecuencia de aquella decisión y de la competencia de los profesionales de INVAP y de la CNEA, actualmente INVAP es el primer referente mundial en la especialidad de reactores de investigación científica.



En épocas donde un secretario de Ciencia y Técnica cae en sorprendentes conflictos conceptuales tratando de ordenar los términos "ciencia", "tecnología" e "internet", el de INVAP es un saludable ejemplo de cómo la investigación básica de excelencia puede generar, naturalmente pero no sin esfuerzos, un polo de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico, no sólo de excelencia equivalente, sino también de alto impacto social. "La tecnología no es meramente ciencia aplicada, como muchos afirman", dice Buch. Luego, la imagen de una secuencia "ciencia básica - ciencia aplicada - desarrollo tecnológico – producción" es inadecuadamente simplista. "Por lo pronto, la ciencia y la tecnología involucran actitudes diferentes ante problemas distintos. Alguien dijo que la ciencia investiga lo que existe, mientras que la tecnología crea lo que no existe", argumenta el físico, y agrega que la actitud básica del científico es la de buscar las relaciones causales entre los fenómenos mientras que la del tecnólogo es partir del planteo de una finalidad para poder trabajar sobre las partes que la harán posible. En tecnología, el conocimiento científico no tiene carácter de producto final, y es necesario pero no suficiente: la eficiencia de la organización —cumplir plazos y respetar costos— es fundamental.

INVAP hoy

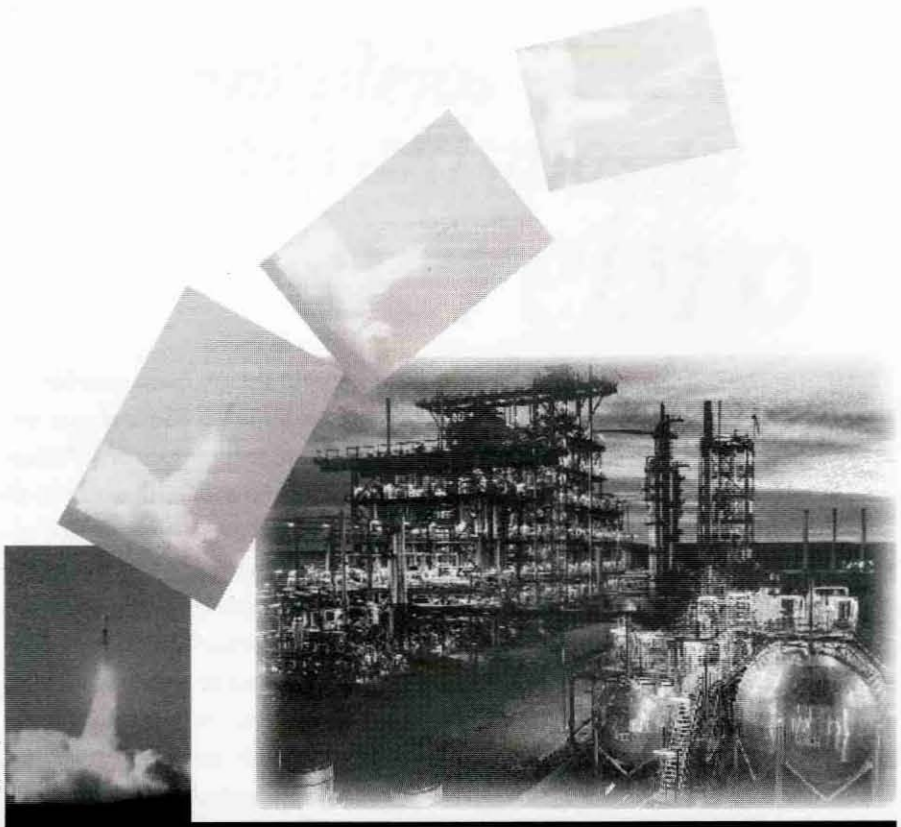
En el área nuclear, INVAP desarrolla equipamiento para usos pacíficos en ciencia, medicina e industria. Diseña, construye y pone en marcha –tanto en el país como en el exterior– reactores para investigación, plantas de irradiación y para la fabricación de elementos combustibles, instalaciones para manufactura de radiofármacos y almacenamiento de residuos nucleares. En este aspecto sobresalen los reactores de investigación construidos en Egipto y en Argelia —además del mencionado RA6—, y los sistemas de máquinas y herramientas para actuar a distancia y para almacenar

combustible agotado.

La tecnología espacial es otra de las áreas en las que INVAP tiene un marcado protagonismo ya que es la única empresa argentina que califica en los estándares de la NASA. Por estas razones INVAP es la principal contratista de la CoNAE, quien desarrolla —asociada a la NASA— el llamado Plan Nacional Espacial Argentino que incluye, entre otros programas, la serie de los denominados Satélites de Aplicaciones Científicas (SAC). Los SAC, que han adquirido desde hace algún tiempo una relativa popularidad mediática, llevan consigo instrumental para un amplio rango de observaciones de nuestro territorio, en muchos casos, de gran relevancia ecológica e importancia económica. La NASA aportó el lanzador, la CoNAE diseñó la misión y participó en las diferentes etapas del proyecto, e INVAP tuvo a su cargo la ingeniería, la fabricación, la integración de los componentes y los ensayos finales. (Ver recuadro El pequeño SAC...).

Por su parte, INVAP es un referente esencial para la industria en las áreas de robótica (equipamiento especial para operación en ambientes peligrosos), ingeniería medioambiental (tratamiento de residuos peligrosos), automatización, control de calidad y de procesos industriales, además de equipos para aprovechamiento de energía eólica.

La división de medicina nuclear de INVAP diseña, desarrolla y fabrica equipos de cobaltoterapia, simuladores radioterapia y, además, suministra los ser-



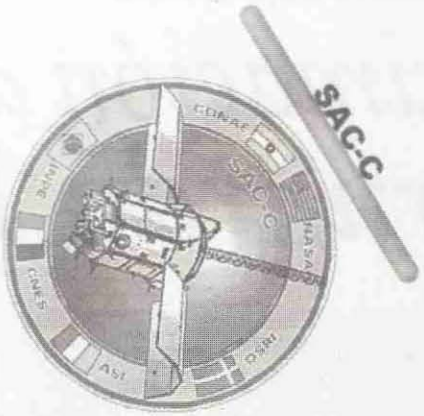
El pequeño SAC se fue para arriba

El 21 de noviembre a la hora 15:24, el cohete Boeing, denominado Delta II, despegó de la base Vanderberg –que posee la NASA en California, Estados Unidos– transportando cuatro satélites. Entre ellos viajaba el argentino SAC-C o, según la definición de sus diseñadores de la CoNAE, "el primer satélite argentino dedicado al medioambiente".

Noventa minutos después, el tercer miembro de la familia de los SAC (Satélite de Aplicaciones Científicas) comenzaba a describir una órbita polar alrededor de la Tierra cada noventa y nueve minutos, a setecientos diez kilómetros de altura y por los próximos cuatro años. Si bien una red internacional de estaciones rastreó el lanzamiento, el centro de operaciones de la misión estuvo localizado en la Estación Terrena del Centro Espacial Teófilo Tabanera, en Falda del Carmen, provincia de Córdoba..

El SAC-C, de casi media tonelada de peso y unos cuarenta y cinco millones de dólares de costo, lleva a bordo cuatro instrumentos íntegramente construidos por INVAP para CoNAE, mientras que los restantes cinco pertenecen a proyectos científicos de Estados Unidos, Italia, Dinamarca y Francia. Brasil, por su parte, aportó todo lo referente a los ensayos ambientales del satélite.

El satélite transporta tres sofisticadas cámaras mediante las cuales los científicos tomarán imágenes ópticas del territorio argentino que proveerán información sobre cosechas, ríos, desertificación, inundaciones, incendios forestales, humedad de la atmósfera y contaminación del mar argentino. Además, un cuarto instrumento permitirá monitorerar la trayectoria de las ballenas francas australes en el marco de las medidas adoptadas para su protección.



vicios de reemplazo de fuentes de cobalto, realiza programas de mantenimiento predictivo y correctivo y diseña y construye salas de tratamiento.

La conquista del continente australiano

A mediados de 1998, INVAP apuesta fuerte por conseguir la adjudicación del megaproyecto australiano y elige como subcontratistas —exhibiendo gran solvencia, manejo y experiencia internacional— a un consorcio local de arquitectura, ingeniería e instrumentación, a un laboratorio ruso de investigaciones nucleares y a una empresa húngara y, como asesor técnico, a la mismísima CNEA.

Luego de un año de preparación de la oferta, de treinta tomos de documentación, de una maqueta completa, de cuatro meses de presentaciones orales, de ruedas de preguntas de clarificación, de revisión de ofertas, de consultas y procedimientos burocráticos, el 5 de junio de 2000 los australianos anunciaron que INVAP ganaba la licitación.

La historia también tuvo sus costados polémicos: por un lado, los ambientalistas australianos y argentinos enarbolaron su clásica bandera disidente contra cualquier emprendimiento nuclear y, por el otro, algunos perdedores de la licitación ejercieron grandes presiones diplomáticas para que el gobierno australiano no adjudicara a favor de INVAP. Buch opina que los grupos ecologistas locales se hubieran opuesto al proyecto de todas maneras, y que contribuyen de una manera u otra a reforzar la estrategia de los competidores internacionales. Aquí, en la Argentina, la imputación se refería a una supuesta cláusula contractual que incluiría el depósito de desechos en nuestro territorio. "Los desechos se depositarán en Australia", afirma Buch y agrega que los australianos están muy conformes con su actual arreglo con Francia en lo que a basura nuclear se refiere.

La gente es la clave

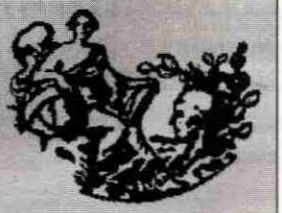
Buch, quien fuera gerente de recursos humanos de INVAP, asegura: "La clave del éxito de la empresa reside en sus trescientos cincuenta empleados —más de doscientos de los cuales son profesionales altamente calificados y técnicos especializados provenientes de diferentes áreas científicas y tecnológicas— porque ´tienen puesta la camiseta´." Tanto los visitantes estadounidenses de la NASA como los australianos se sorprendieron no sólo por el ritmo de trabajo –que incluye, si es necesario, horas extras espontáneas los sábados, domingos o feriados– sino también por la versatilidad del personal.

A manera de reflexión final, Buch opina que hemos fracasado copiando modelos de desarrollo europeos y que, por lo tanto, es hora de abordar estilos propios. Y concluye: "En su variante positiva, la viveza criolla, interactuando sinérgicamente con el conocimiento científico acumulado puede producir maravillas".■

** Coordinador de los Laboratorios Básicos de Enseñanza - Departamento de Física - Secretario de Graduados - FCEyN.*

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES



CARRERAS DE GRADO

BIOLOGÍA

COMPUTACIÓN

QUÍMICA

FÍSICA

MATEMÁTICA

GEOLOGÍA

CS. DE LA ATMÓSFERA

OCEANOGRAFÍA

Ciudad Universitaria
Pab. II, C1428EHA,
Capital Federal
Tel.: 4576-3300 al 09
Fax.: 4576-3351
http://www.fcen.uba.ar

El primer Nobel argentino bajo la lupa

Una aproximación a Bernardo Houssay

por Alfonso Buch*
abuch@ricyt.edu.ar

Voy aquí a describir algunos elementos que permitan dar una respuesta a la pregunta de ¿quién fue Bernardo Houssay? No se trata de hacer una biografía del primer Premio Nobel en Ciencias latinoamericano. Quien se interese por los datos, las fechas de nacimiento y de muerte, podrá encontrar una inagotable fuente de información y de anécdotas (muchas de ellas divertidas) en los trabajos del doctor Barrios Medina, en los "elogios" de sus discípulos, o en el insuperable libro "La nuca de Houssay" de Marcelino Cereijido. De lo que se trata, en este breve espacio disponible, es de establecer en un par de pinceladas algunas de las líneas fundamentales que permiten hacer un retrato de quien, sin duda, fue el más relevante de los científicos argentinos del siglo XX.

Primer hijo argentino de una familia de inmigrantes franceses, Houssay nació y creció en un país que veía ante sí el horizonte ilimitado del orden y el progreso. Formado como médico en el contexto ideológico que definió el positivismo argentino (con sus Ramos Mejía, sus Bunge y sus Ingenieros), su trayectoria no puede comprenderse sin mantener la referencia precisa de que la Argentina dentro de la que elaboró sus sueños era una Argentina radicalmente distinta a la actual. La tragedia de su vida (si se puede hablar de ese modo) consistió en que le tocó vivir no sólo en el esplendor de un país que al decir de José Ingenieros poseía "vocación imperial", sino que también le tocó vivir su decadencia. De tal modo elaboró un proyecto para la ciencia y las universidades que tenía sentido para la Argentina de comienzos de siglo pero que, con el pasar del tiempo, fue manifestando sus inconsistencias cada vez más graves.

Difícilmente se pueda hablar de Houssay como se habla de los genios. Más que grandes ideas o grandes visiones, lo que existió en él fue una tenacidad inigualable. Como decían algunos de sus discípulos, poseía un "optimismo glacial", una obstinación absoluta para vencer. Para estudiar, para investigar, para construir una trama de vínculos con un mundo europeo que veía a la Argentina como un lugar tal vez prometedor pero, sin dudas, todavía atrasado. Esa fue su principal virtud, y también su principal defecto, porque lo hizo inmune a las críticas y a las resistencias que encontraban sus proyectos, porque lo hizo inmune a todo aquello que se deriva de la percepción de la debilidad. Le hizo imposible ver aquellos obstáculos irremontables que se oponían a su proyecto: hacer ciencia para redimir a la Argentina de su raza y de su historia; hacer ciencia para hacer de su país una gran potencia dentro de la obra de la civilización humana. En otras palabras, sus sueños de gloria e inmortalidad le impidieron ver la realidad de un país complejo y conflictivo, un país que difícilmente podía plegarse a sus designios. Y de tal modo, como tantos otros hombres semejantes a él, contribuyó decisivamente a que el país fuera, precisamente, eso: un país complejo y conflictivo.

Para decirlo de una vez y directamente, Houssay fue un constructor de disciplinas e instituciones que destruía o desplazaba sin miramientos de ninguna clase todo aquello que se oponía a sus convicciones o a sus proyectos. Justificada o injustificadamente, justificable o

injustificablemente, su ausencia de dudas a la hora de instrumentar el poder institucional, disciplinario y político que logró acumular fue una de sus rasgos característicos, al tiempo que una de las condiciones de posibilidad para tener éxito en su empresa. Obviamente no dejó de tener quienes se opusieran, y muy tenazmente, a sus designios: los conflictos en los que se vio envuelto Houssay a lo largo de su vida no fueron precisamente escasos.

A la hora de simplificar se podría decir que Houssay fue quien fue gracias a sus notables dotes como científico y su insuperable habilidad como político. Su capacidad para construir alianzas académicas e institucionales sólo se pueden equiparar con su capacidad para mantener a lo largo de toda su vida un mismo programa de investigación. Sin embargo, esas habilidades no se encuentran, por así decirlo, en el mismo plano: si las últimas tienen como contracara una relativa carencia de inventiva y de originalidad (cuando se compara sus investigaciones, por ejemplo, con las de un fisiólogo contemporáneo como Walter Cannon), las primeras poseen como contrafigura el ejercicio de una marcada violencia institucional que buscaba desplazar a todos aquellos que se le oponían.

Los dos fenómenos pueden comprenderse perfectamente a partir del análisis del contexto social en el que desarrolló sus actividades. El conservadurismo experimental y teórico de Houssay (que fue de la mano con el extraordinario rigor que utilizaba para construir sus evidencias científicas) se explica por la necesidad que tenía para defender una credibilidad internacional para sus trabajos, lo cual era difícil de obtener dado el lugar en el que comenzó a realizar sus primeras investigaciones. Por decirlo de algún modo, la misma credibilidad que para Cannon era el punto de partida (debido a que se encontraba en una universidad –la de Harvard– que ya había acumulado un prestigio previo en el terreno de la fisiología) era para Houssay el punto de llegada. Por su parte, la violencia que ejerció fue consecuencia de los esfuerzos por imponer un proyecto de transformación institucional dentro un conjunto de universidades que encontraban su norte fundamental en la formación de profesionales. La ciencia no era allí siempre bienvenida y sin dudas era aún peor entendida.

En verdad, desde el punto de vista de las ciencias sociales, hablar de "quién" fue una persona carece de sentido: los individuos no son para ellas otra cosa que una expresión de las relaciones de poder dentro de las cuales se encuentran y de los sentidos sociales que regulan su comportamiento. Y menciono esto porque las características que se pueden reconocer en la personalidad o en las estrategias de Houssay expresan sin dudas aquello que era la sociedad en la que se formó y aquello que era la ciencia mundial en la época en que se desarrolló su vida.

Houssay fue un hombre autoritario, sin dudas. Pero su autoritarismo expresa el autoritarismo de la sociedad argentina y lo que es aquí más importante, el autoritarismo que muchas veces es constitutivo de la ciencia. Ese mismo autoritarismo que nos hace ver, en cada "ignorante" que nos dificulta nuestro camino (en un referato, en un concurso, en la lucha por dirigir un departamento) menos una oportunidad para exigir a los límites de nuestra paciencia (y a nuestra disposición para crear un espacio colectivo) y más un obstáculo a superar o destruir. La búsqueda de la "ciencia de excelencia", la integración de lo que se hacía en la Argentina con lo que se hacía en Estados Unidos o Europa es lo que explica la ausencia de vacilaciones que poseía Houssay a la hora de desplazar con malas armas algún fisiólogo irreductible a sus criterios de lo que debía ser un fisiólogo, avalar algún robo de expedientes para lograr que alguno de sus discípulos fuera nombrado en alguna cátedra, o violar algún Decreto-Ley redactado por él mismo para permanecer al frente del CONICET por trece años (en un contexto social que, claro, hacía posible ese tipo de conductas que no dependían sólo de él sino de una constelación de intereses, de convicciones y de fuerzas sociales).

Sin embargo, la ceguera de Houssay fue la incapacidad que tuvo para darse cuenta de que su proyecto, tal como fue implementado, no era plausible. Que la violencia mediante la cual iba imponiendo sus convicciones e intereses en el largo plazo no conducía a ningún lado porque al mismo tiempo que construía espacios socavaba los fundamentos legítimos sobre los que esos mismos espacios se apoyaban. Quien recorra la plaza Houssay observando sus simbolismos, o que averigüe qué recuerdo se tiene del Nobel dentro de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (o dentro de su Facultad de Ciencias Exactas), podrá comprobar la validez de estas afirmaciones.■

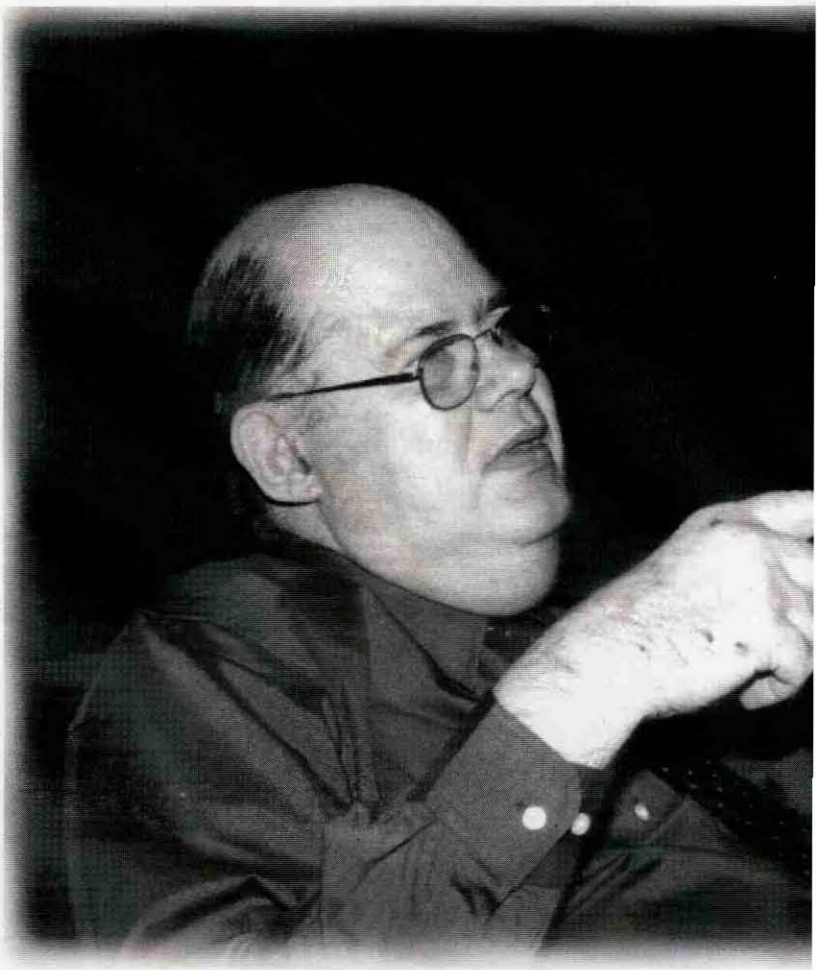
*Investigador del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología - Universidad Nac. de Quilmes

Andrés D'Alessio

Un decano con antecedentes

por Armando Doria mando@de.fcen.uba.ar
y Guillermo Durán willy@dc.uba.ar
Fotos: Juan Pablo Vittori

Desde sus primeros años de estudiante de leyes en la UBA estuvo vinculado a la cátedra de Derecho Penal, de la cual fue docente interino hasta el 68, cuando se produjo la intervención de las universidades. Allí regresaría como profesor titular varios años más tarde. En el 80, después de alternar la actividad profesional con su carrera en el Estado, fue designado secretario de la Corte Suprema. A los dos años, Andrés D´Alessio dejó su puesto pensando que no volvería a trabajar en la Justicia, pero con la democracia le llegó una propuesta que decidió aceptar: formar parte de la Cámara Federal que pasó a la historia por llevar a cabo el Juicio a las Juntas Militares. Luego de integrar la Procuración General de la Nación, D´Alessio fue electo decano de la Facultad de Derecho de la UBA en el 94 y reelegido en el 98. Según ironiza, su "condena" durará hasta marzo del 2002, fecha en la que –aunque todavía él no lo admita– podría ser propuesto para ocupar el rectorado de la UBA.



-¿El Juicio a las Juntas fue el hecho más significativo de su carrera profesional?
-Sí. Y además fue la cuestión más complicada de todas las que me tocó.

-¿Siente que el indulto logró borrar lo hecho por la justicia?
-Yo creo que el Juicio tuvo dos aspectos. Uno fue reconstruir lo sucedido, ya que hasta ese momento se dudaba de lo que

había pasado y se discutía si verdaderamente habían existido desaparecidos, torturas y asesinatos. A partir del juicio, aún los partidarios más acérrimos de los comandantes, dejaron de discutir los hechos, y esto no se pudo borrar con el indulto. En cambio, el otro aspecto, el de hacer justicia aplicando una pena, creo que sí, que el indulto lo borró en buena parte. Pero considero que lo más grave fue la sensación de impunidad que vivió la gente. Allá por el 85, fueron muchos los que no creían que llegáramos a juzgar a los militares. De algún modo, esa misma gente, en el 90, con el indulto, consideró que había tenido razón en desconfiar de la Justicia. Siempre digo que el indulto me molesta muchísimo más como ciudadano que como juez.

-¿Cómo vivió usted, que trabajaba en la Justicia, la dictadura?

-No es fácil contestar en una sola frase, porque una dictadura no es algo puramente negro ni la democracia algo puramente blanco. Sí era terrible cuando venía gente a decir: "desapareció mi marido, hágame un *habeas corpus*". Desde el punto de vista profesional uno presentaba el *habeas corpus* pero la obligación desde el punto de vista humano era alertar a esa persona que desde el momento en que obligábamos a un funcionario a mentir sobre el paradero de una persona, la situación de su ser querido se comprometía aún más. Considero que en ese entonces pudimos hacer muchas cosas importantes desde la Justicia. Creo que el período que cumplí como secretario de la Corte Suprema dejó una serie de sentencias que moderaron en algo la dureza de la dictadura de aquel momento. Permitió, por ejemplo, cambiar la situación de los detenidos a disposición del Poder Ejecutivo Nacional. Cuando llegué había 3 mil y cuando me fui 300. No digo que yo los haya dejado en libertad, pero sin duda tuvo gran influencia una sentencia que proyecté para la Corte, en la que se establecía la posibilidad de que los jueces revisaran si era razonable o no que la gente haya sido puesta a disposición del PEN. De hecho, la Corte llegó a anular todo un proceso porque se comprobó tortura. Gracias al accionar de la Corte se consiguieron cosas como la obligación de realizar investigaciones, porque los jueces, cuando recibían un *habeas corpus* se limitaban a decir que Fulano no estaba detenido, y ahí terminaba todo. La Corte obligó a los jueces no sólo a informar que una persona no estaba detenida, sino a investigar por qué no se daba con su paradero.

-¿Pero existieron las investigaciones?

-Claro. No menos del 50 por ciento de las pruebas que se usaron en el juicio a los comandantes se recolectó en esas investigaciones de los jueces. Las cosas que salen naturalmente bien en una etapa de democracia uno las vive como una victoria en una etapa de dictadura.

-¿Qué pasaba cuando ustedes se preguntaban de dónde venían los detenidos que estaban a disposición del PEN?

-Uno nunca sabía el origen del detenido, ya que el artículo 23 de la Constitución permite al PEN detener sin dar razones. Esto causaba una situación de irreversibilidad porque si yo soy juez y

no sé por qué una persona está detenida, no puedo evaluar si es justo o injusto que permanezca en esa situación. La mayor parte de estas detenciones se habían hecho durante el gobierno democrático anterior y se prolongaron en el curso del gobierno militar. Los militares usaban el recurso de tener detenidos a su disposición para los que tenían suerte, porque a los demás directamente los hacían desaparecer. Cuando la justicia estaba por disponer que un detenido del PEN debía ser liberado, antes de que sucediera, el gobierno lo dejaba en libertad. Y lo hacía en forma sistemática porque no quería tener conflicto con los mandos militares, que le reprochaban que la Corte le soltaba los detenidos. Esto da una buena idea de que un gobierno militar no es una estructura monolítica.

-¿Por qué renunció a la Corte Suprema en el 82?

-Porque consideré que había terminado un ciclo. Nunca fui un tipo de permanecer mucho tiempo en un mismo lugar; los siete años que llevo en el decanato de la Facultad de Derecho son mi record. Me parece importante destacar que la Corte Suprema que nombró el gobierno militar era mucho más liberal que lo que el Proceso estaba dispuesto a tolerar. No se dieron cuenta. Con el tiempo, cuando se produjo una vacante, nombraron a un sujeto absolutamente comprometido con la dictadura, pero todavía la cosa estaba 4 a 1 y, además, yo como secretario estaba dispuesto a hacer toda la jurisprudencia que pudiera para amortiguar la dureza de la dictadura. En el 82 se produjo una nueva vacante y asumió un elemento todavía peor que el anterior. Ahí decidí irme.

-¿Por qué los militares soportaban una corte adversa, molesta?

-No la podían cambiar porque la opinión pública pesa. Ellos estaban posibilitados para dar un golpe e intentar justificarlo por la corrupción del gobierno anterior, por la situación económica, por esto o por aquello; pero una vez que habían puesto una Corte, removerla significaba renunciar a cualquier justificación. No se podían dar el lujo de echarla sin pagar el precio internacional.

-¿Si los militares desoían las denuncias internacionales por Derechos Humanos, cuánto podía importarles un reclamo de este tipo?

-La presión ya era suficiente con el tema de los desaparecidos, y les hubiera sido muy difícil resistir a lo que podría haber provocado la remoción de la Corte. Es cierto que la cantidad de denuncias in-

PING - PONG

Fernando De la Rúa: una buena persona. Un poco indeciso.

Carlos Menem: absolutamente carente de reglas y eficaz en el ejercicio del poder.

Carlos "Chacho" Alvarez: también muy buena persona, pero carente de paciencia para estar en un gobierno lleno de dificultades.

Raúl Alfonsín: por encima de todas las cosas, un buen tipo. Y además, sumamente inteligente.

Carlos Ruckauf: no lo conozco más que de vista, pero por su actuación en la provincia de Buenos Aires me hizo decir alguna vez: "¿Por qué nos preocupa Haider si acá lo tenemos a Ruckauf?".

León Arslanián: un hombre muy eficaz, y muy buen amigo. Sin su eficacia hubiera sido imposible el juicio a los comandantes.

Ricardo Gil Lavedra: un hombre muy inteligente y un gran amigo.

Jorge de la Rúa: tengo un excelente concepto de él. Creo que está mejor en el Ministerio de Justicia que como secretario de la Presidencia.

Julio Cesar Strassera: un hombre que supo encarnar la necesidad de justicia del pueblo argentino.

Luis Moreno Ocampo: un hombre al que el éxito le gusta más que la profundidad de las cosas que hace.

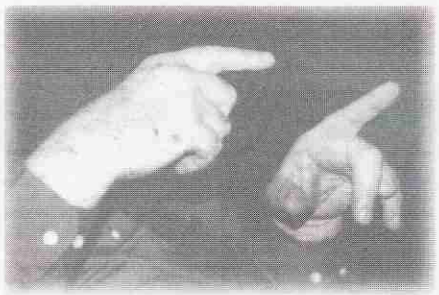
ternacionales era alta, pero eso tampoco significaba que los gobiernos cortaran relaciones con la Argentina.

-¿Usted afirmaría que la Corte de los militares era menos adicta que la de Menem?

-Los militares, para darse crédito, eligieron gente prestigiosa para la Corte, y la gente prestigiosa no es alcahueta. Carlos Menem para conseguir alcahuetes, tuvo que elegir lo peor de Tribunales. A los más brutos, los más animales, aquellos que jamás podrían haber avanzado en una carrera judicial, Menem los fue a buscar y los hizo jueces, camaristas. ¿Y esto, por qué? Para que cuando cada mañana llegaran a su despacho, miraran dónde estaban, y dijeran: "Gracias señor Menem".

-Hace un año asumía el gobierno de la Alianza, a la cual usted como radical debe haber votado, y ya se percibe aire de decepción en la opinión pública...

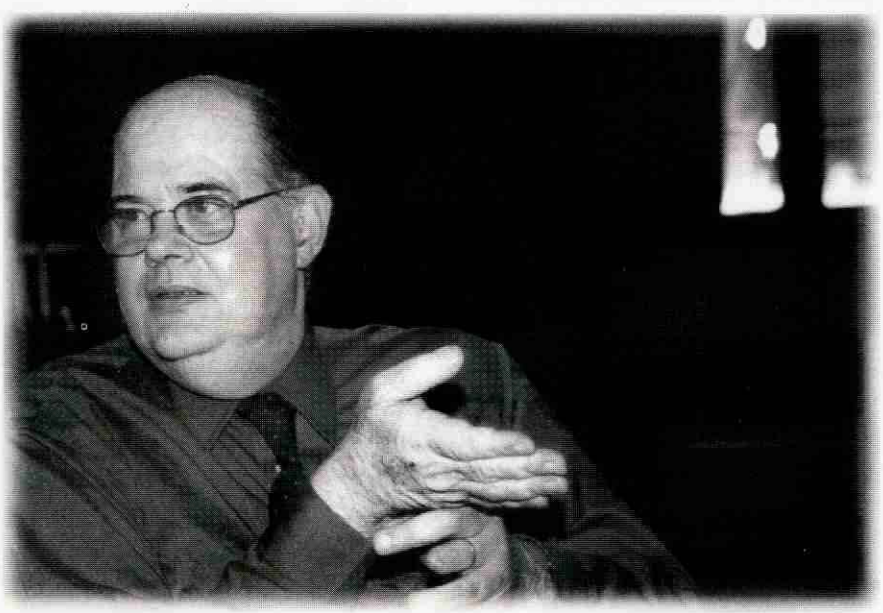
-Creo que, en primer lugar, era una re-



acción a esperar, porque el gobierno de la Alianza asumió sobre campo minado. Después, la impresión que uno tiene de afuera, es que hubo errores que lo agravaron, por ejemplo, todo el proceso que concluyó con la renuncia del vicepresidente. Es cierto que nadie puede, en el corto plazo, conseguir que la deuda externa no presione lo que presiona, que mejore la situación de los jubilados, que disminuya drásticamente la desocupación, pero creo que se han cometido más errores de los que era humano esperar.

-¿Cómo ve a la UBA?

-Sufre casi los mismos problemas que sufre el Estado, como la angustia financiera. También tiene el problema de que existen muchos sectores desde los que se intenta desprestigiarla porque nosotros tenemos alumnos y no clientes, y hay muchas universidades colegas que tienen clientes en vez de alumnos. Si los 26 mil alumnos de la Facultad de Derecho de la UBA se desparramaran por las universidades privadas que hay en el país, éstas serían millonarias. Hace pocos días, importantes estudios jurídicos sacaron un aviso en un diario felicitando a una universidad privada por los excelentes abogados que egresaban de ella. Lo más gracioso es que, de esa universidad, hace sólo tres meses que salió su primer camada. Eso demuestra que detrás de ese aviso hay un compromiso ideológico.

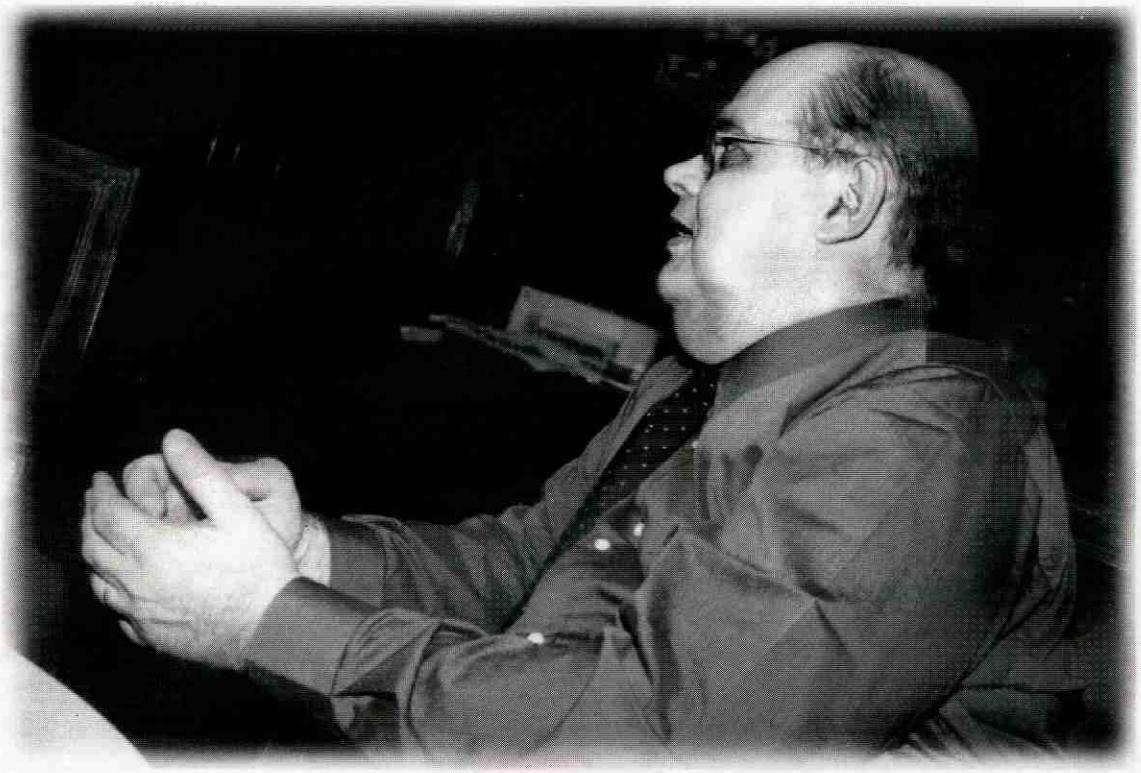


-¿Puede hacer una evaluación de estos 15 años de Shuberoff?

-Creo que cumplió una función fundamental cuando defendió a la UBA frente al menemismo, defensa que hubiera sido muy difícil para cualquier otro con menos cintura política que Shuberoff. Al mismo tiempo, el fin del gobierno de Menem tuvo un efecto negativo sobre su popularidad. Fue como sacar la mitad de un castillo de naipes: la otra mitad se quedó sin sustento. Perdió al antagonista que lo justificaba. Además, hay que tener en cuenta el desgaste inevitable de tantos años de permanecer en el cargo.

-¿Tiene intenciones de mudarse a Viamonte y Reconquista?

-Ni a un departamento ni, por ahora, a la oficina de rector. No lo descarto; me encantaría ser rector de la Universidad, pero no estoy dispuesto a salir como candidato un año y medio antes, para empezar a hacer campaña. Eso sería

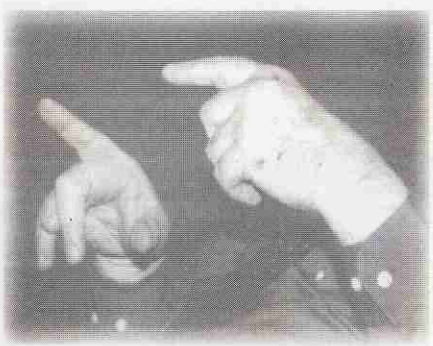


desgastante y no tiene sentido porque tengo mucho para hacer aquí. De aquí a un año veremos cómo está el panorama y ahí podré responder con mayor certeza.

-¿Qué hay que cambiar en la UBA?

-Creo que el primer problema es presupuestario, pero es imposible corregirlo porque cada unidad académica tiene lo mismo que ya tenía y nadie puede taparse la cabeza con una manta corta sin destaparse los pies. Hay que pensar una redistribución. Y una de las consideraciones es el presupuesto de 45 millones del Rectorado, que es mucho más que si juntamos los de Medicina, Económicas, Derecho y Sociales. Le ha permitido a Shuberoff trabajar de bombero, apagando los incendios de las diferentes facultades con su reserva. Pero a futuro es algo que debería ser modificado. También hay que fomentar el hecho de aumentar la recaudación de fondos propios y mejorar la administración.

La política de investigación es lo mejor que ha hecho la UBA en estos 15 años, por lo tanto debe ser continuada y profundizada. En cambio, desde el punto de vista docente hay muchas cosas para mejorar.



-¿Qué piensa sobre el ingreso?

-El CBC ha cumplido una función importante pero creo que hoy haría falta modificarlo mucho para hacerlo más útil. Debería ser más exigente. Hay que determinar claramente si es o no el primer año de la carrera y, si lo es, hay que definir su programa con una menor solución de continuidad respecto al resto de la currícula y con mayor participación de las facultades. De lo que sí estoy seguro es de que no conozco un sistema de selección por examen que dé un resultado confiable. De alguna manera hay que seleccionar a los alumnos y también hay que asegurarse de que el ingreso a la universidad no signifique un shock.

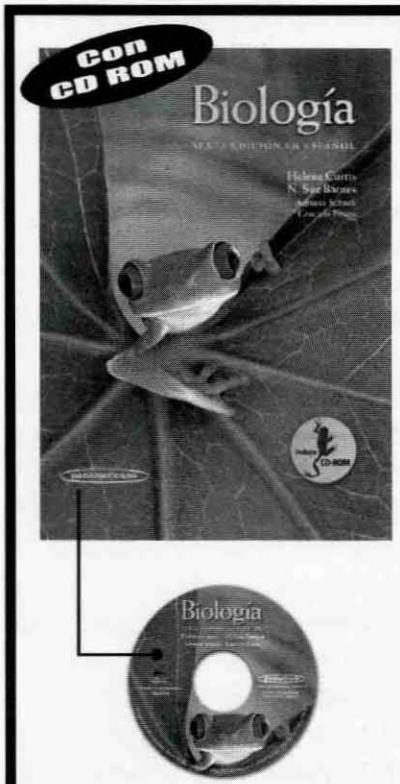
Estimados amigos de Exactamente:

En la presentación que antecede a la *Milonga de Galileo y el taura*, de Leonardo Moledo (Exactamente, a. 7 n. 18, octubre de 2000, p. 27) hay una serie de inexactitudes que me permito señalar. La condena de Galileo aconteció en 1633 y no en 1636; lo que ahí se llama "revisión" del caso Galileo fue anunciado por Juan Pablo II en 1979 y no en 1970, año en que Karol Wojtila difícilmente pudo haber tomado tal medida pues entonces el Papa era Paulo VI. El episodio concluyó en 1992 y no en 1995. Por otra parte, no hay en los documentos dados a conocer en 1992 nada similar a un pedido de perdón por parte de la Iglesia, sino que la afirmación de que los teólogos del siglo XVII que condenaron a Galileo habían errado (aunque en cierto modo también se los justifica porque, claro, al fin de cuentas, no podían saber que Galileo estaba en lo cierto). Lo curioso es que, para compensar, también le achacan errores científicos a Galileo, lo cual es un despropósito. Expresiones tales como "pedido de perdón" y otras similares han sido instaladas en los medios de comunicación por ciertos sectores católicos demasiado entusiastas con relación a las iniciativas "progresistas" del Papa. Señalo, de paso, que todo lo actuado por Juan Pablo II se refiere solamente a las controversias científicas, teológicas y filosóficas que Galileo sostuvo con teólogos del siglo XVII, mas no al aberrante proceder del Santo Oficio para con él y tantos otros disidentes doctrinales, como Giordano Bruno. Si los teólogos hubiesen acertado y Galileo no hubiera estado en lo cierto a propósito de la cuestión copernicana, ¿se hubiese justificado entonces la humillación a la que fue sometido? Mi opinión es que el día en que la Iglesia de Roma reconozca las atrocidades cometidas por ella en nombre de la caridad cristiana y pida alguna clase de perdón al respecto, recogeremos peras del olmo. Para mayores detalles, se puede consultar mi libro "Noticias del planea Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica", Buenos Aires, AZ editora, 1996.

Desde luego, no me hubiese tomado el trabajo de enviarles estas aclaraciones si no considerase que Exactamente es una meritoria revista que honra nuestra Facultad.

Reciban un saludo cordial.

Guillermo Boido
Profesor de historia de la ciencia
CEFIEC-FCEyN



El **CD ROM Interactivo** facilita la comprensión de los procesos y permite ejercitar los conocimientos.

Una aventura para la mente

Curtis/Barnes/Schnek/Flores

Biología

6a edición, 2000

Entre respuestas y debates, la ciencia de la vida.

Brinda una explicación clara y actualizada de los principios de la Biología e incorpora los avances de áreas tales como Biología Molecular y Celular, Genética y reproducción humana.
Dirigido y actualizado por Adriana Schneck y Graciela Flores, licenciadas en Biología de la UBA, junto a científicos, docentes, especialistas e investigadores en su mayoría del Conicet.
Fuente de consulta y obra de referencia para docentes y estudiantes universitarios de áreas afines a las Ciencias Naturales, y a todos los interesados en introducirse en el mundo de la Biología.

- **1.584 páginas**
- **2.168 ilustraciones**
- **Edición 2000**

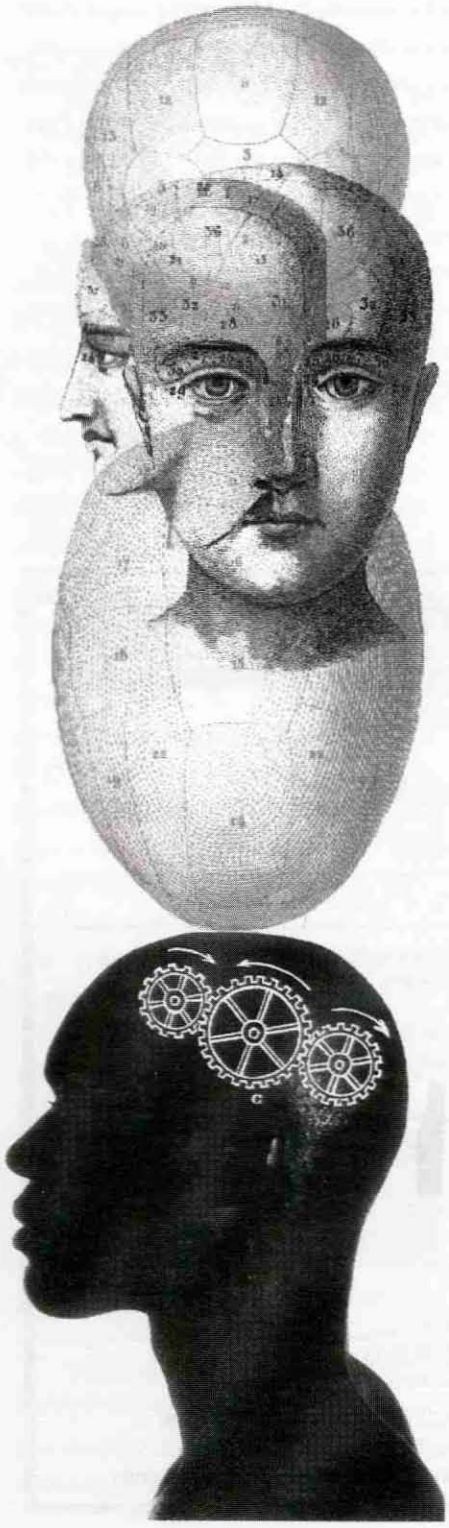
EDITORIAL MEDICA panamericana

Marcelo T. de Alvear 2145 (C1122AAG) Buenos Aires - Argentina
Tel.:(011) 4821-2066 - Fax: (011) 4821-1214
info@medicapanamericana.com.ar www.medicapanamericana.com

El premio de Medicina 2000

Los complejos mecanismos del cerebro

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



El premio Nobel de medicina del año 2000 fue otorgado a tres científicos que lograron desentrañar mecanismos fundamentales mediante los cuales funciona el cerebro. Básicamente, develaron cómo las neuronas se comunican entre sí a través de señales químicas.

La Academia Sueca afirmó que el premio otorgado al sueco Arvid Carlsson, y a los estadounidenses Paul Greengard y Eric Kandel, se debe a "sus descubrimientos sobre la transducción de señales en el sistema nervioso", es decir, el intercambio de información entre las neuronas. Asimismo, señaló que estos descubrimientos "han sido cruciales para la comprensión de la función normal del cerebro y de cómo las perturbaciones en la transducción de las señales pueden dar lugar a enfermedades neurológicas y psiquiátricas". De hecho, algunos de estos hallazgos hicieron posible el desarrollo de nuevos medicamentos.

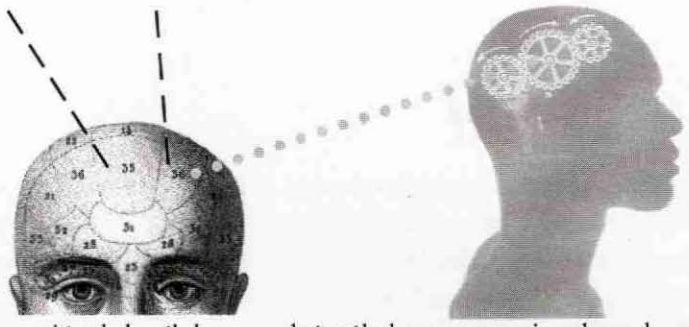
La dopamina y el Parkinson

Carlsson descubrió, a fines de la década del 50, que la dopamina es un neurotransmisor que cumple un rol importante en el cerebro. Las neuronas conforman una compleja red de intercomunicación, pero necesitan de los neurotransmisores, que son moléculas que se mueven de una neurona a la otra llevando información. "Lo que descubrió Carsson es el rol de la dopamina, la cual está implicada en la transmisión de información en una estructura del cerebro denominada ganglio basal, que controla la motricidad", explica la doctora Lidia Szczupak, investigadora del Conicet.

Dado que las personas que padecen el mal de Parkinson tienen una deficiencia en la producción de este neurotransmisor, el hallazgo permitió desarrollar terapias para controlar la enfermedad. Dichas terapias consisten en dar al paciente una molécula precursora de la dopamina, de manera de lograr que esta sustancia se pueda producir en el cerebro y así atenuar los síntomas de la enfermedad: el clásico temblor y la rigidez muscular.

Previo a estos hallazgos, se creía que la dopamina era un precursor de otro transmisor, la noradrenalina. Pero Carlsson descubrió que la dopamina se concentraba en ciertas áreas del cerebro, diferentes de aquéllas donde se produce la noradrenalina. y de este modo llegó a la conclusión de que la dopamina es efectivamente un transmisor.

Además de la posibilidad de tratar el mal de Parkinson, el hallazgo de Carlsson ayudó a comprender el mecanismo de acción de algunos psicofármacos. Por ejemplo, mostró que las drogas antipsicóticas, en especial las



empleadas contra la esquizofrenia, afectan la transmisión entre las neuronas bloqueando los receptores de dopamina.

Cuando las neuronas se excitan

Greengard, por su parte, determinó de qué manera los neurotransmisores como la dopamina, la noradrenalina y la serotonina ejercen sus efectos en la sinapsis, punto de contacto y comunicación entre las neuronas. Estos neurotransmisores transmiten sus señales mediante lo que se conoce como transmisión sináptica lenta. El cambio que resulta de esta transmisión en la función de la neurona puede durar desde unos pocos segundos hasta varias horas. Este tipo de transmisión de señales es responsable de varias funciones en el sistema nervioso, y tiene importancia en el estado de ánimo y de alerta.

"Lo que descubrió Greengard es la acción de los 'segundos mensajeros', moléculas que actúan sobre la regulación de la sinapsis", comenta Szczupak, que realiza su investigación en el Laboratorio de Fisología y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA.

Los neurotransmisores actúan, de manera directa, o a través de los segundos mensajeros, sobre moléculas situadas en la membrana de las células nerviosas. Dichas moléculas se denominan canales iónicos, y son una especie de compuertas por la que entran o salen determinadas partículas con carga eléctrica (iones). Estos canales controlan la excitabilidad de la neurona y le permiten enviar impulsos eléctricos a lo largo de sus axones. Cada neurona tiene diferentes canales iónicos, los cuales determinan el tipo de reacción de la célula.

La "memoria" de los moluscos

Eric Kandel, gracias a sus investigaciones con un pequeño molusco denominado *Aplysia* (la "babosa de mar"), pudo revelar algunos mecanismos moleculares que participan en el desarrollo de la memoria.

"La originalidad de Kandel es haber elegido un modelo de invertebrado para realizar estudios de aprendizaje y memoria. Pero la contribución más importante es la aplicación de distintos tipos de metodologías, no sólo el análisis del comportamiento, sino también el estudio farmacológico y el análisis a nivel molecular", señala el doctor Héctor Maldonado, investigador en memoria del Laboratorio de Neurobiologia de la Memoria de la FCEyN.

Lo que hizo Kandel fue estimular en forma reiterada un reflejo en el pequeño animal, y observar cómo la respuesta se iba modificando a medida que se repetía el estímulo. El investigador encontró que se podía asociar la contracción de las branquias del molusco con una estimulación fuerte efectuada sobre el manto (cobertura) del animal. Si se presentaba un estímulo débil, no había respuesta. En cambio, si ése se acompañaba de un shock eléctrico, los investigadores observaban, luego de varias repeticiones, que aquel estímulo débil podía provocar, por sí solo, la respuesta amplificada. Este hecho fue interpretado como un tipo de aprendizaje, que podía permanecer durante días y semanas.

Cabe aclarar que Kandel no trabajó en todos los casos con el animal intacto, sino sobre un sistema reducido que incluía sólo las neuronas involucradas en el proceso: la sensorial, que recibía los estímulos; y la motora, encargada de enviar el impulso a los músculos.

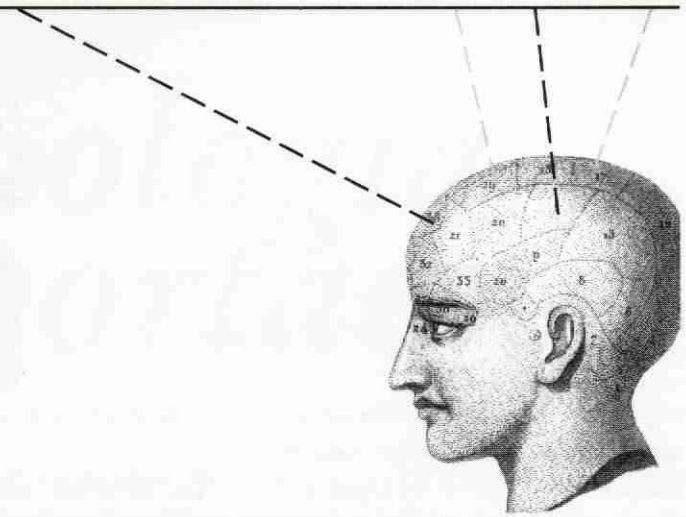
"Kandel descubrió que todo el proceso ocurre en la neurona sensorial", explica el doctor Maldonado. Primero determinó qué tipo de neurotransmisor participa en la sinapsis, y estudió la cascada de eventos bioquímicos que ocurren como consecuencia de la presentación del estímulo táctil y el shock eléctrico. Observó que en la neurona sensorial se libera una enzima que modifica las propiedades de la membrana celular, haciendo que pueda ingresar una mayor cantidad de iones de calcio.

En esa modificación de la membrana se basaría la persistencia inicial de la asociación. Sin embargo, ese cambio no persiste por mucho tiempo debido a la renovación de las proteínas. Pero, si la presentación estímulo-shock se continúa por un tiempo adecuado, se induce una modificación en la expresión de los genes, es decir, se activan genes que tienen la información para fabricar las proteínas necesarias y hacer que el cambio persista por largo tiempo.

"Cuando hay una modificación a nivel de los genes, se produce una memoria de largo plazo, que puede durar semanas", explica Maldonado.

Kandel observó el rol de la serotonina, que actúa como neuromodulador. Esto significa que, cuando es liberada, modifica la función de muchas células al mismo tiempo, de manera que una misma red de neuronas que antes de la acción de la serotonina se comportaba de una manera, después lo hacía de otra.

La serotonina es un neurotransmisor que está implicado en la depresión. Esta



enfermedad se produce a partir de un déficit en el nivel de serotonina en el cerebro. Por ello, algunos antidepresivos inhiben una enzima que se encarga de eliminar la serotonina. De este modo, aumenta el nivel de serotonina, y se atenúan los síntomas de la depresión.

Kandel, que es autor del libro *Principios de las ciencias neurales*, una obra fundamental para la enseñanza de las neurociencias, pudo determinar que la serotonina aumenta el reflejo en la *Aplysia*, y lo hace a través de una cascada de moléculas, segundos mensajeros, que actúan en la sinapsis entre la neurona sensorial y la neurona motora.

Una virtud de Kandel es que trabaja tanto a nivel de los invertebrados como de los vertebrados, lo cual no es común en los científicos, que generalmente se restringen a un sistema biológico. Además, publica tanto en revistas de ciencia básica como en las de investigación clínica. "Se mueve con mucha fluidez entre la investigación básica y la aplicada, y realiza interesantes contribuciones en ambas áreas", enfatiza Szczupak.

La memoria humana

La Academia Sueca, si bien admite que resta un largo trecho para llegar a comprender los complejos mecanismos de la memoria humana, considera que los trabajos de Kandel "aportaron una piedra fundamental" en el conocimiento de esos procesos generales.

Resulta difícil imaginar de qué manera es posible vincular un mecanismo de estímulo y respuesta con los complejos procesos del aprendizaje y la memoria en los seres humanos. Szczupak comenta que, en el caso de la *Aplysia*, se trata de una memoria motriz que se genera a partir del "bombardeo" con estímulos sensoriales. En cambio, la memoria humana implica, entre otros procesos, seleccionar información, guardarla, y asociar eventos.

¿Desentrañar los circuitos y las señales químicas que hacen que amemos, recordemos, u olvidemos, tiene alguna consecuencia en la valoración que el hombre tiene de sí mismo y de los demás? ¿Qué significa conocer en profundidad el cerebro?

"Descubrir que en el cerebro hay cambios en las funciones eléctricas, químicas y metabólicas no significa desvalorizar al ser humano. Es como si quisiéramos negar que hay algo terrenal en el cerebro", comenta Szczupak, y agrega: "Muchos cerebros morirían si nadie se hubiera ocupado de saber cómo funcionan y cómo están mantenidos físicamente".

"La ignorancia tiene efectos mucho más perjudiciales, y la historia nos brinda una larga lista de ejemplos, empezando por la esclavitud o los genocidios fundados en la errónea suposición de la existencia de razas superiores", enfatiza.

El biólogo, un historiador de la evolución

Maldonado, por su parte, resalta el valor de los estudios de Kandel. "Hay que destacar que se trata de una investigación básica, que por el momento no tiene ninguna aplicación inmediata, aunque en el futuro pudiera tenerla".

"Es un trabajo esencialmente biológico", señala Maldonado, quien hace una analogía entre la tarea del biólogo y la del historiador. "Al biólogo le interesa un sistema en un momento dado de la historia de la evolución, y estudia un animal que se encuentra en el pasado del hombre", explica. El biólogo se especializa en un momento del pasado remoto de la humanidad, del mismo modo que un historiador se especializa en el Imperio Romano. Así como las conclusiones a las que llega el historiador pueden ser de utilidad para comprender el presente, las conclusiones a las que se llega con un invertebrado podrían explicar algunos de los mecanismo del cerebro humano.

Lo importante, para Maldonado, es que muchos de los componentes que se encuentran en el ser humano están presentes también en animales más primitivos y, asimismo, se observa que hay una constancia entre el tipo de molécula y la función.

"Aunque no funcione de la misma manera, el hecho de que haya sustancias que estén presentes en ambos casos permite pensar que se podrá llegar a explicar los mecanismos de la memoria en el cerebro humano. Se trata sólo de un diferente nivel de complejidad", concluye Maldonado.■

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

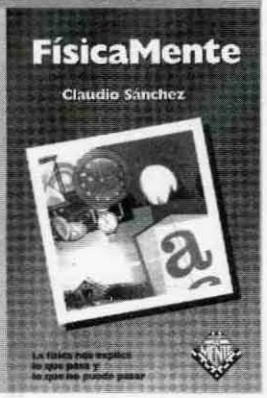
Saltos infinitos

FísicaMente
La física nos explica lo que pasa y lo que no puede pasar

Claudio Sánchez

Buenos Aires, 1999,

Ediciones de Mente, 126 páginas



Este pequeño texto de divulgación científica sobresale tanto por su poder didáctico como por su amenidad. El autor aborda algunos temas de física partiendo de malos entendidos, confusiones, creencias populares o simplemente curiosidades. El lenguaje simple y concreto con que los desarrolla abona la contundencia de las lecciones. En la ejemplificación de cada uno de los temas abordados Sánchez sorprende al lector más avezado: en un mismo asunto puede saltar desde la imposibilidad de que existan insectos gigantes hasta las características geométricas de las cajitas de fósforos. Aunque no lo sospechemos, la física está en la explicación de cada cosa, por insignificante o trascendente que parezca, y el autor lo descubre para regocijo de los lectores.

Como si esto fuera poco, hasta la ciencia ficción entra en el análisis de algunos artículos. A veces como ejemplo, a veces como objeto de crítica, es notable comprobar cómo aún las fantasías más alocadas contienen interesantes aristas para la discusión científica.

Desarrollado en forma esquemática y constante para que el lector no se pierda: presentación, intriga, respuesta y ejemplos, e ilustrado con variadas láminas y grabados, FísicaMente resulta un ejercicio placentero para los curiosos de la ciencia.

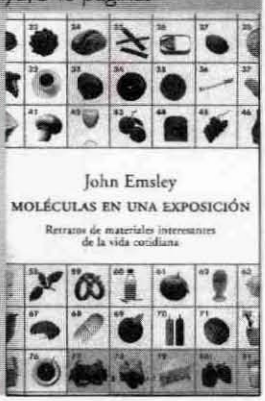
Divulgando lo cotidiano

Moléculas en una exposición
Retratos de materiales de la vida cotidiana

John Emsley

Barcelona, 2000

Península - Atalaya, 345 páginas



John Emsley es un investigador del Departamento de Química de Universidad de Cambridge, que además de académico es un reconocido divulgador de muy buena pluma.

"Moléculas en una exposición" es una verdadera galería de moléculas. Quizás, a primera vista, pueda parecer aburrida la propuesta de describir diferentes tipos moleculares, que inmediatamente podemos asociar a tediosas combinaciones de letras y números. Pero lo que muchos ignoran es que hablar de moléculas es hablar de cualquier tipo de material, sea natural o sintético. Y de eso se encarga Emsley, proponiendo una larga lista de casos atractivos, como la acción de la feniletilamina (molécula presente en el chocolate) sobre el cerebro humano o las funciones del óxido nítrico (gas presente en nuestro organismo) en relación con la erección y la angina de pecho, entre muchos otros temas.

El libro está compuesto por pequeños artículos -dedicados a comentar una molécula en particular- que se encuentran organizados en ocho "galerías" a modo de capítulos. Estas galerías temáticas agrupan, entre otros títulos, "Moléculas curiosas presentes en la comida", "Metales que su cuerpo debe tener" o "Moléculas que hacen un poco más fácil la vida".

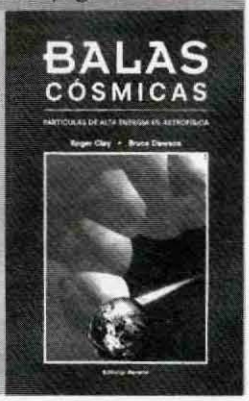
Rayos por el espacio

Balas cósmicas
Partículas de alta energía en astrofísica

Roger Clay y Bruce Dawson

México DF, 2000

Editorial Reverté, 229 páginas



Aunque el título de este libro parece remitir a la astrología, lo cierto es que se trata de un concienzudo intento por hacer comprensible un complejo tema científico: el origen, la constitución y procedencia de los rayos cósmicos. Estos son la radiación más energética que se conoce. Sus partículas atraviesan todo lo que encuentran a su paso –incluso nuestros cuerpos– y algunos investigadores estiman que podrían producir desde cáncer hasta mutaciones genéticas. Los autores de este libro, Roger Clay y Bruce Dawson, investigadores de la Universidad de Adelaida, en Australia y especialistas en partículas de alta energía, sondean la historia poco conocida del descubrimiento de estos rayos y su subsecuente estudio, con lenguaje claro y ejemplos sencillos. Aún así, la lectura requiere de un interés especial por los temas físicos para poder aprovechar todo su contenido, que incluye temas tales como partículas elementales, astrofísica, óptica y electrónica, entre otros.

Las explicaciones que los autores dan a los conceptos físicos asociados a los rayos cósmicos, el funcionamiento de los aparatos que permiten detectarlos y la revisión de los hechos históricos que dieron origen a lo que hoy conocemos como física de las astropartículas, pueden resultar muy interesantes.

Crecimiento por azar o desarrollo racional

por Luciano Moffatt*
y Ernesto Calvo**

Una de las actividades menos ejercidas en nuestro país es la prospectiva y el análisis global de las instituciones que permita orientar un desarrollo racional y sustentable. Sin embargo, este ejercicio parece ser indispensable para evitar que las decisiones partan de prejuicios, concepciones basadas en información fragmentada que responde a la diversidad de escenarios institucionales, entre ellos, los de nuestra Facultad, sus Departamentos, claustros, disciplinas, etc.

Han transcurrido más de treinta años desde la tristemente célebre Noche de los Bastones Largos que nos dejó una marca que va mucho mas allá de lo simbólico. Desde el retorno de la democracia la ciencia argentina ha gozado de un período de cierta estabilidad y de crecimiento con funcionamiento pleno de las instituciones, pero también se observa incertidumbre y falta de apoyo explícito al sector por parte de la sociedad y los gobiernos. Sobre todo, se observa una carencia total de políticas de planificación científica y tecnológica.

Un ejercicio interesante es analizar, por ejemplo, lo que ocurre en nuestra Facultad, en la que se ha observado un crecimiento sostenido en el número de publicaciones en revistas internacionales indexadas (como puede verse en la figura 1).

Este crecimiento ha sido motorizado por instrumentos de política científica de la Universidad normalizada en 1986 como becas, subsidios o incorporación de investigadores relativamente jóvenes que han fundado nuevos grupos. Sin embargo, se necesitó un período de inducción de unos 6 años. Recién en 1992 se comenzó a observar un incremento en el número de publicaciones de la FCEN según registro del Science Citation Index, lo que es un buen índice del crecimiento de la actividad científica. El límite de este crecimiento estará dado por el número de investigadores y su competitividad internacional, así como por el nivel de financiamiento, masa crítica de discusión científica, infraestructura, etc.

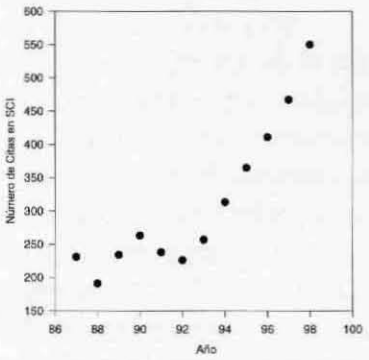


Fig 1. Publicaciones científicas indexadas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

En la década del 60 hubo un proceso de crecimiento similar que se vio interrumpido en 1966 cuando se había alcanzado un plantel de profesores jóvenes en aquel momento (Rolando García tenía sólo 38 años cuando asumió por primera vez el decanato). A partir de entonces el desarrollo de la Facultad de Ciencias Exactas no siguió un patrón de crecimiento racional sino por inercia o arbitrario: áreas enteras de investigación –informática, por ejemplo–, quedaron destruidas.

Aquel período de crecimiento y éste se diferencian en varios aspectos. Probablemente los más importantes sean el distinto contexto cultural (se pueden señalar como íconos significativos de aquella época idealista, a los Beatles y la Apolo XI o el Sputnik) y el distinto proyecto de país con su correlato en el nivel adquisitivo del salario del docente-investigador.

Al comenzar la década del 60 la investigación era casi inexistente y los jóvenes investigadores de esa época, que luego se destacaron en otros lugares, podían llegar a ser profesores; hoy, los jóvenes más destacados no encuentran un lugar ya que se ha llegado a un nivel de saturación de la planta docente. Para poder proyectar racionalmente el crecimiento de la planta docente es necesario analizar su situación actual y su evolución futura. De ahí surgirá una política académica y científica a mediano y largo plazo en la Facultad.

Nuestro presupuesto es fijo y, salvo que exista un apoyo masivo a la ciencia –cosa que parece poco verosímil–, será difícil aumentarlo en el corto plazo. Por lo tanto, la única manera de designar nuevos profesores es por reemplazo de aquéllos que llegan a la edad de jubilación. Conociendo la edad de los actuales profesores, es posible saber de antemano cuántos cargos habrán de liberarse en los próximos años (ver figura 2). El aspecto más saliente es que el recambio masivo por jubilaciones comenzará recién en el 2006, justamente 40 años después del incidente de 1966. Si se observa el perfil de edades de los pro-

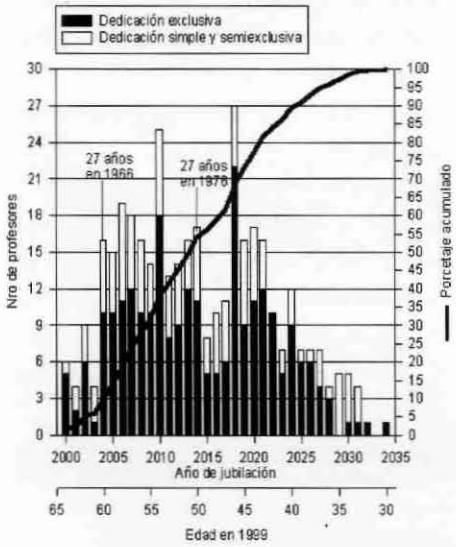


Figura 2. Histograma de la renovación por jubilación de los profesores de la facultad de Ciencias Exactas y Naturales. El número de profesores a se grafica en función del año en el cual se jubilarán por edad. La línea gruesa indica que porcentaje de la planta actual docente se habrá renovado en los distintos años.

fesores se ve que treinta años después aún se mantiene una cicatriz debida a la relativa ausencia de profesores mayores de 60 años, que en el año 1966 tenían más de 27. Resulta sugestiva la ausencia de profesores de 47-49 años que tenían entre 24 y 26 años en 1976 cuando se produjo otra discontinuidad institucional que afectó muy negativamente a la Universidad. En cambio, hay muchos que tenían 23 años en aquel momento. Este gráfico también muestra la relativa escasez de profesores de 35-40 años.

Hasta el 2004 sólo se habrá jubilado un 5 % de la planta docente pero a partir de ese año se renovará a un ritmo de unos 15 profesores anuales, lo cual indica que en el año 2013 se habrá alcanzado un recambio del 50 % de la planta.

La distribución de edades en los distintos Departamentos no es homogénea. En la figura 3 se muestra el perfil de edades en cada Departamento de la Facultad. En algunos, se observa preponderancia de profesores jóvenes, y en otros la media de edades es mayor que lo deseable, o bien presentan una distribución más balanceada.

Además, en las universidades que más contribuyen al conocimiento científico universal, vemos que se desdibujan cada vez más los límites entre las disciplinas clásicas aumentando las acciones interdisciplinarias. Esto se debe a que la dinámica de las disciplinas científicas, sus demandas sociales y la interacción entre ellas es diWferente hoy que hace 40 años, cuando se diseñó la actual estructura departamental y las carreras de mayor tradición. En nuestro caso, existen aún dificultades formales y culturales que impiden que los investigadores y los estudiantes tengan más contacto interdisciplinario, necesario para adaptarse al desarrollo de la ciencia moderna.

Este tipo de análisis resulta imprescindible para realizar una planificación racional ya que nos muestra las características propias de cada Departamento o Instituto y al mismo tiempo nos permite tener un panorama general de la Facultad en prospectiva a mas de 5 ó 10 años, período suficiente como para facilitar consensos en el diseño de la Facultad que podemos construir.

Como conclusión, se puede observar que con sólo analizar una institución científica (nuestra Facultad) aparecen variables a estudiar, se focalizan las restricciones presupuestarias, se observan consecuencias académicas, y se detectan problemas claves a resolver. Vale destacar que, en este caso, el análisis se restringió a un solo aspecto de los recursos humanos, sin considerar otros, como equipamiento, recursos edilicios, etcétera. Un ejercicio semejante, a nivel más global, puede llevar a conclusiones mucho más generales y, posiblemente, más desagradables. ■

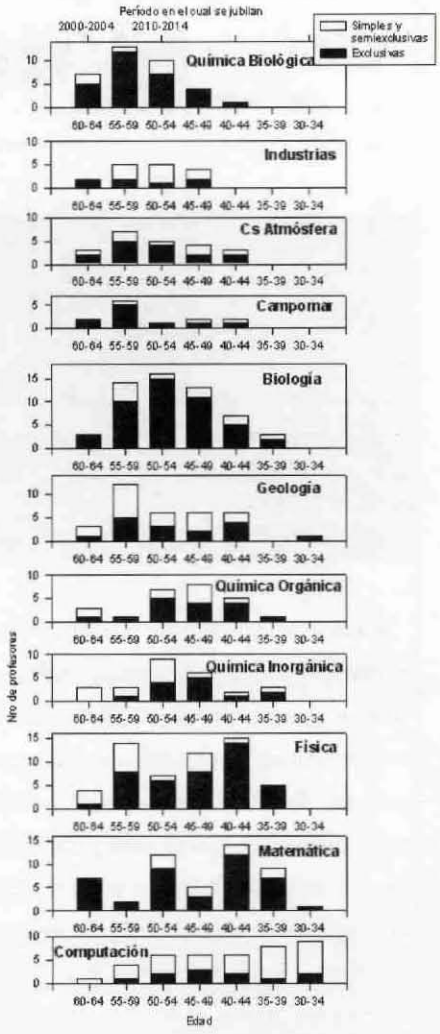
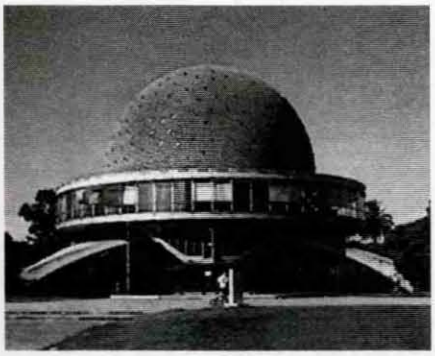


Fig 3. Histograma de edades de los profesores de la FCEyN, discriminados por el departamento al cual pertenecen y por su dedicación. Se observa un gran déficit en toda la facultad de profesores menores de 40 años.

* Lic. en Cs. Biológicas - FCEyN.
** Secretario de Investigación y Planeamiento - FCEyN.

Nueva gestión en el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires



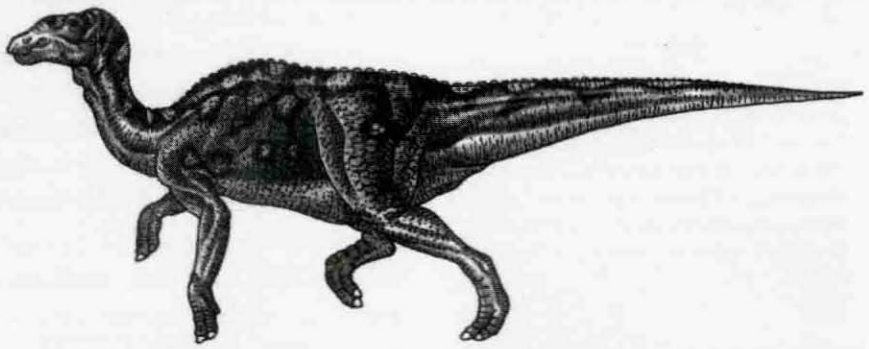
Guitarra en mano, el conductor radial Quique Pesoa y su vozarrón dieron cuerpo al recitado de la "Milonga del taura y Galileo" (publicado en el número anterior de EXACTA*mente*), un delicado broche de cierre para el acto de asunción del periodista e investigador Leonardo Moledo como nuevo director del Planetario de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el 15 de noviembre pasado, en el Salón Dorado de la Casa de la Cultura de la Municipalidad. La gestión de Moledo, según sus propias palabras, buscará transformar al Planetario "en un centro de irradiación de cultura científica donde se pueda experimentar y conocer principios básicos de la ciencia y de la forma en que la ciencia ve el mundo; donde se vea caer la pluma y la piedra al mismo tiempo en el vacío o se toque el ADN con las manos". Además, Moledo propone "llevar el Planetario a la calle, a los barrios, a las plazas, transformando la difusión de la ciencia y el conocimiento en un elemento importante de la política cultural del gobierno de la ciudad."

Siete millones por siete problemas matemáticos

El 8 de agosto de 1900 el matemático alemán David Hilbert presentó en París, en el Segundo Congreso Internacional de Matemática, una lista de 23 problemas cuya solución consideraba esencial para el avance de esa disciplina. Cien años más tarde, en mayo pasado, una fundación norteamericana, el Clay Mathematics Institute, presentó una nueva lista integrada por siete problemas y ofreció un atractivo premio: un millón de dólares por la resolución de cada uno de ellos.

La formulación de los problemas, conocidos como "Millenium Prize Problems", se puede encontrar en www.claymath.org/prize_problems. Uno de los siete, la hipótesis de Riemann, ya figuraba en la lista de Hilbert, e involucra la distribución de los números primos, tema que tiene importantes aplicaciones en criptografía. Los otros problemas, formulados en los dos últimos siglos, conciernen a diferentes áreas de la Matemática, tales como Geometría Algebraica, Teoría de Números, Ecuaciones Diferenciales, Complejidad de Algoritmos y Topología.

Un dinosaurio pampeano



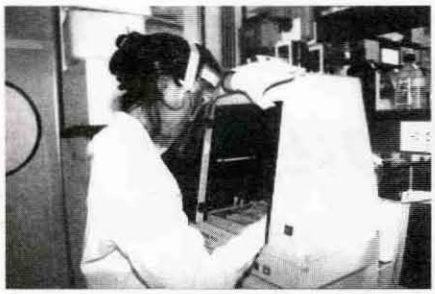
Un extremo de fémur, dos falanges, el coracoides, la escápula, vértebras y algunas costillas. Este conjunto de huesos fósiles encontrados en 1991 en una cantera de extracción de arcilla del sudoeste de La Pampa, resultaron ser los restos de un dinosaurio; el primero que se logró hallar en esa provincia. La noticia la dieron a conocer los paleontólogos Bernardo González Riga, del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Mendoza, y Silvio Casadío, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.

Los sedimentos portadores de los fósiles pertenecen a una secuencia de estratos depositada hace unos 70 millones de años, en la parte final del período Cretácico. El estudio que realizaron los investigadores demostró que estos restos comparten similitudes con los del *Kritosaurus australis*, el dinosaurio del grupo de los hadrosáuridos mejor conocido de la Argentina.

Los hadrosaurios eran animales herbívoros que presentaban distintos tipos de protuberancias y crestas óseas sobre la cabeza. El rasgo distintivo de estos dinosaurios es la manera en que se alargaba la parte anterior de la cara para formar un hocico ancho y aplanado, con un pico desprovisto de dientes, que por su aspecto recuerda al de un pato.

Los hadrosaurios sudamericanos ingresaron de América del Norte en la parte final del Cretácico. Este hecho evidencia una conexión entre ambas Américas desde al menos 83 millones de años, cuando se inicia una edad del Cretácico Tardío denominada Campaniano, momento en que probablemente se inició la inmigración de los hadrosaurios desde América del Norte.

Lejos del Primer Mundo



La lista de los países que invierten más recursos en ciencia que la Argentina es larga, según se desprende de un informe recientemente dado a conocer por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

Cada año, nuestro país gasta 45 mil dólares por cada investigador, suma que contempla salario, equipamiento, reactivos, y otros muchos etcéteras. La comparación con los presupuestos de otras naciones destinados a la investigación es sumamente desalentadora, y no hace falta cotejar con los países desarrollados sino que alcanza y sobra con nuestros vecinos en vías de desarrollo. México, por ejemplo, gasta 46 mil dólares por investigador, lo que no hace una gran diferencia, pero sí la hace Brasil con sus 108 mil al año por cada científico.

La diferencia con los presupuestos del Primer Mundo es todavía mayor. Estados Unidos destina 190 mil dólares anuales por cada uno de sus científicos, la Unión Europea 161 y Japón 151.

Otro índice significativo dado a conocer por el RICYT es el de productividad de las ciencias exactas y naturales, que demuestra la cantidad de publicaciones científicas. En esa categoría, la Argentina arroja un buen resultado: 1,8 publicaciones anuales por cada diez investigadores, cifra superior a la media latinoamericana y que deja constancia del esfuerzo de los investigadores para mantener la producción científica con los mínimos recursos.

Droga contra la leucemia

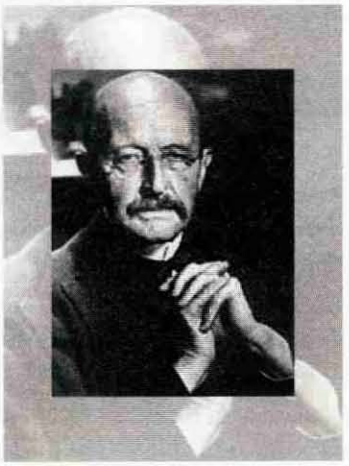
Se espera que para los primeros meses del 2001 se encuentre a la venta en los EEUU un fármaco que combatiría eficientemente la leucemia de tipo mieloide crónica, variante que representa casi el 50 por ciento de los casos. Este tipo de cáncer se caracteriza por una excesiva producción de las células productoras de glóbulos blancos y su origen se encuentra en la alteración del cromosoma llamado "Filadelfia".

Hasta el momento, las posibilidades de curación para la leucemia dependen únicamente del transplante de médula ósea, que, además de estar sujeto a la compatibilidad exacta del donante con el receptor, presenta un índice de mortalidad del 20 por ciento. Además del transplante, la enfermedad puede ser atacada (con esperanzas de control de su proliferación pero no de curación) con quimioterapia o administración de interferón, tratamientos de conocidos efectos adversos.

La droga componente del nuevo medicamento es la STI 571 y fue puesta a prueba en 532 pacientes. Sólo tres meses después de comenzar el tratamiento, el 13 por ciento se recuperó completamente de la enfermedad y el 23 por ciento consiguió una remisión significativa.

La esperanza que despertó esta nueva posibilidad de tratamiento no sólo se centra en los buenos resultados durante las pruebas sino también en la facilidad de administración de la droga (en forma oral, una vez al día) y en los mínimos efectos secundarios que produce. Por todas estas ventajas, los especialistas pronostican que, muy pronto, la STI 571 podrá reemplazar a los transplantes de médula.

100 años de revolución



A fines del año 1900, las más relevantes figuras de la Sociedad Alemana de Física recibieron un trabajo del joven físico Max Planck en el cual interpretaba de qué manera se distribuye la energía cuando un cuerpo, sometido a alta temperatura, absorbe y emite radiación en función de la longitud de onda de dicha radiación. Fue en aquel momento, cuando por primera vez se escuchó hablar de quantum y de una constante que, con el tiempo, sería conocida como la constante de Planck.

El trabajo contenía una auténtica osadía de implicancias metafísicas: aceptar que la energía absorbida o emitida, lejos de ser una variación continua, se presentaba en cantidades discretas, formando paquetes energéticos (los quanta). "Fue un acto de desesperación, pues tenía que obtener un resultado que coincidiera con los datos bajo cualquier circunstancia y a cualquier costo", confesaría 30 años después el mismo Planck al respecto de su postulación.

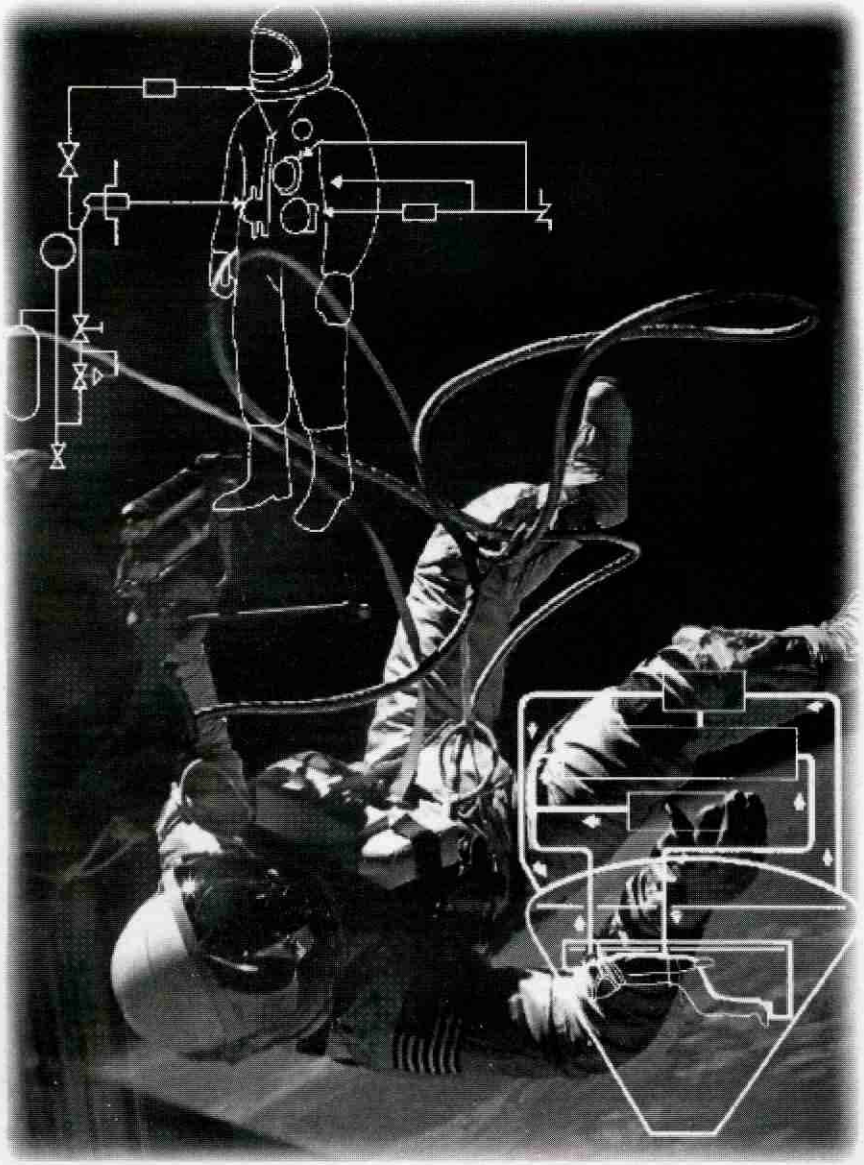
Las conclusiones del físico alemán ocasionaron un debate que trascendió la física y terminó superando ampliamente las expectativas de su autor: aquella búsqueda nacida en la obsesión por comprender la naturaleza permitió comprender y transformar los materiales conocidos dando lugar al transistor, los circuitos integrados, el láser y otros tantos objetos de tecnología reciente que, por frecuentes, ya van perdiendo la capacidad de asombrarnos.

Cómo se puede viajar al cosmos

Astronauta se busca

por Patricia Olivella*
vesta@cvtci.com.ar

Convertirse en viajero espacial no está al alcance de todo el mundo. La NASA, por ejemplo, de 4.000 aspirantes anuales selecciona sólo a 20 para entrenarlos como astronautas. Pero a no desesperarse: antes de desistir de sus sueños, encuentre en la siguiente nota algunas claves que le permitirán considerar si tiene alguna posibilidad de sumarse a los elegidos.



El 12 de abril de 1961 el cosmonauta soviético Yuri Gagarin inauguró la era espacial a bordo de la nave Vostok. Fue el primer viaje espacial tripulado por un ser humano. Algunos días después, en mayo del mismo año, el astronauta norteamericano Alan Shepard recorrió 118 kilómetros fuera de la Tierra a bordo de la cápsula espacial Freedom 7. Ese fue el inicio de los vuelos espaciales tripulados para los Estados Unidos. Desde entonces, y a medida que se sucedieron los vuelos tripulados, muchas personas –jóvenes o viejas– han soñado con ser astronautas. Pero sólo unos pocos elegidos han visto su sueño convertirse en realidad.

Para las primeras misiones espaciales, tanto los soviéticos como los estadounidenses, seleccionaron a sus astronautas entre pilotos de pruebas militares. Los candidatos pasaban una serie de pruebas físicas y psicológicas, ya que los astronautas debían ser personas muy equilibradas mentalmente, dispuestas a asumir grandes riesgos, así como a soportar las duras condiciones de vuelo, las grandes aceleraciones y la microgravedad.

En sus comienzos, la carrera espacial estuvo muy ligada a las fuerzas armadas de los países en cuestión. Posteriormente esta relación se fue debilitando, y se

Pequeñas biografías

Yuri Alexéievich Gagarin (1934-1968), cosmonauta soviético, nacido cerca de Smolensk, al oeste de Moscú. Después de su graduación en escuelas técnicas y profesionales, se incorporó al centro de aprendizaje de cadetes de las fuerzas aéreas soviéticas en Oremburgo, y se graduó como piloto en 1957. El 12 de abril de 1961, Gagarin, entonces comandante de las Fuerzas Aéreas, se convirtió en el primer hombre que viajó al espacio, a bordo de la nave Vostok (después denominada Vostok 1) que efectuó una sola órbita alrededor de la Tierra a 27.400 km/h. El vuelo duró 1 hora y 48 minutos. Gagarin murió al estrellarse su avión en un vuelo de entrenamiento.

Neil Alden Armstrong, (1930-), astronauta estadounidense, nacido en Wapakoneta, Ohio. Sirvió como piloto en la Marina de Estados Unidos durante la guerra de Corea. Después de graduarse en la Universidad de Purdue, ingresó en el Comité Asesor Nacional para la Aeronáutica, lo que más tarde sería la NASA, como piloto civil de pruebas en la base Edwards del Ejército del Aire, en Lancaster, California. En 1962 se convirtió en el primer civil que entró en el programa de formación de astronautas. En marzo de 1966, Armstrong fue designado piloto de la misión Gemini 8, que llevó a cabo la primera unión física de dos naves espaciales en órbita. El 21 de julio de 1969 Armstrong, como comandante de la misión lunar Apolo 11, fue la primera persona que pisó la Luna. Sus compañeros en la misión fueron Edwin E. Aldrin y Michael Collins. En 1971 accedió a la cátedra de Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de Cincinnati.

vio la necesidad de incorporar "astronautas científicos", doctores en alguna especialidad que realizarían estudios a bordo de las astronaves. Este ha sido el prototipo de astronauta de la Agencia Espacial Europea.

En la actualidad, los astronautas no sólo provienen de diferentes culturas y etnias, sino que pueden ser tanto hombres como mujeres. Incluso, algunas de las últimas misiones de la NASA estuvieron formadas por equipos internacionales. La tripulación que partió con el transbordador espacial Discovery, en febrero de 1995, por ejemplo, incluía a un británico, una mujer piloto, un cosmonauta ruso y al primer afro-americano que realizó una caminata espacial y protagonizó un encuentro con la estación espacial rusa Mir.

Los pasos a seguir

Convertirse en astronauta no es sencillo. Los astronautas son seleccionados en forma rigurosa. No sólo se requiere inteligencia, es necesaria también una amplia experiencia de trabajo en equipo y un impecable carácter. Obviamente, estas condiciones no se aprenden en la escuela, sino que muchos de los rasgos característicos que busca la NASA nacen con la persona o son el resultado del tipo de educación que ésta haya recibido durante la infancia.

Aún así, esto puede no ser suficiente: de casi 4.000 aspirantes a astronauta, la agencia espacial estadounidense selecciona sólo a 20 cada dos años.

Cuanto antes uno decida que desea ser astronauta, mejor. Se ha detectado que la mayoría de los candidatos exitosos han tenido entrenamiento como boy o girl scout en los primeros años de la infancia. Este tipo de actividad, parece contribuir a forjar el carácter que la NASA busca para los miembros de sus tripulaciones.

También es importante desarrollar tempranamente el interés por la investigación espacial y comenzar a entrenarse seriamente en matemática y otras ciencias. El aspirante a astronauta debe leer todo lo que pueda acerca de la investigación espacial y las misiones que se estén llevando a cabo. Es importante realizar la escuela secundaria con orientación hacia la matemática y la ciencia y, obviamente, deberá tratar de conseguir las mejores notas posibles. Al mismo tiempo, cuando el estudiante se encuentre en los últimos años de la educación media ya debe tener una buena idea del campo específico de la ciencia a la que desea dedicarse.

La ciencia pura y la matemática no son las únicas disciplinas que requiere la NASA a sus astronautas. Por la diversidad de su trabajo, la agencia también necesita gente que haya estudiando física,

ingeniería, biología o química, entre otras carreras.

El nivel mínimo que requiere la NASA es el de una licenciatura, aunque la mayoría de los astronautas han realizado estudios universitarios de posgrado. Además del título, se exigen por lo menos tres años de experiencia laboral en alguno de los campos especificados.

Durante la escuela secundaria y la universidad y, posteriormente, durante los años de experiencia laboral, deberá desarrollarse una importante habilidad en la comunicación superior: es necesario, por lo menos, hablar dos idiomas.

Los aspirantes se encontrarán también con algunos requerimientos físicos, entre ellos, medir, como mínimo 1,5 metros.

Recién con un buen proceso de maduración, una excelente educación y una apropiada experiencia laboral, el aspirante a astronauta puede pedir trabajo en la NASA. El paso siguiente es completar el formulario de ingreso Nro. 171 y enviarlo al Johnson Space Center, en Texas, donde será examinado y clasificado.

Sólo para unos pocos

En una primera instancia, de los casi 4.000 aspirantes, la NASA preselecciona sólo al 3 por ciento, los cuales son llamados a pasar nuevas pruebas en Texas. Allí una "tabla de selección de astronautas" vuelve a reducir el número de aspirantes usando criterios tales como aptitudes médicas, aptitud para entablar relaciones interpersonales, habilidad para el trabajo y el juego en equipo y capacidad para resolver problemas. Ahora sí, de los casi 100 aspirantes que quedaban, seleccionan a 20, que serán entrenados como futuros astronautas.

Una vez dentro del programa de entrenamiento, los aspirantes a astronautas se encontrarán con un trabajo arduo y demandante, que los hará pasar mucho tiempo alejados de sus familias, por los viajes frecuentes que deben realizar.

El programa de entrenamiento de los astronautas incluye información sobre astronomía, navegación, informática, meteorología y temas afines, así como de las pruebas o experimentos que van a desarrollar a bordo. Para simular las condiciones de microgravedad se utilizan aviones que efectúan vuelos parabólicos. Para entrenamiento de actividades extravehiculares se introducen en grandes piscinas de agua donde se practican las maniobras que se llevarán a cabo en el espacio. Por difícil que haya sido su misión espacial, cualquier astronauta seguramente dirá que la peor parte fue la del entrenamiento previo.

El salario que recibirá el astronauta es más o menos similar al de cualquier empleado estatal norteamericano de la misma categoría, pero la demanda de tiempo es mucho mayor. El sueldo inicial es de aproximadamente 2.900 dólares mensuales y, probablemente, nunca supere los $4.500 por muchos méritos y experiencia que haya acumulado.

Para los interesados en ser astronautas que crean poseer el perfil que la NASA busca, hay información más detallada en www.jsc.nasa.gov/pao/factssheets/.■

Mirar desde afuera

Así describió Yuri Gagarin en su libro "Veo la Tierra" los pormenores de su viaje:

"Al pie del cohete –enorme artefacto apuntando el cielo– me despedí de los acompañantes y subí en el elevador. Llegó el momento en el que me quedé a solas entre el sinnúmero de instrumentos iluminados por la luz artificial. Sólo la radio me comunicaba con el mundo. Claro que estaba emocionado. Pero, al mismo tiempo, estaba seguro de que el vuelo terminaría exitosamente, y nada sucedería que no hubieran previsto nuestros científicos y técnicos. Confiaba en la perfección del cohete, el traje espacial, los instrumentos, la comunicación con la Tierra y la calidad de los alimentos. Creo que también confiaba en mí. Todo eso en su conjunto es lo que se denomina *plena disposición para el vuelo espacial*. Los propulsores del cohete fueron puestos en marcha a las 9 horas 7 minutos. Enseguida empezaron a crecer las sobrecargas. Me sentí literalmente incrustado en el asiento. En cuanto el Vostok traspasó las capas densas de la atmósfera, vi la Tierra. La nave voló sobre un ancho río siberiano. Divisé claramente los islotes en su cauce y las orillas pobladas de bosques, iluminadas por el sol. Se distinguían nítidos las cordilleras y los campos. El horizonte –la franja que presentaba todos los colores del arco iris y que dividía la tierra, iluminada por los rayos del sol del firmamento negro– era el espectáculo más hermoso. Apreciaba su convexidad, su redondez. Parecía que toda la Tierra estaba rodeada de una aureola de suave color celeste que cambiaba paulatinamente al turquesa, luego al azul marino, al violeta, hasta perderse en la negrura absoluta."

* Redactora de la Oficina de Prensa - FCEyN.

Las lecciones del Maestro Ciruela

La respuesta prematura

A veces se sienta adelante y usa anteojitos, pero no siempre. Ese pibe inteligente tiene buen futuro, seguro que aprueba el curso, y más adelante... el Nobel. Y usted, que es un docente fiel seguidor de las enseñanzas de Don Ciruela acaba de hacer una brillante y didáctica pregunta a su auditorio, del cual forma parte Einstencito. Mire, pruebe con esta técnica que a mí me dio buenos resultados: acérquese distraídamente hacia el banco de nuestro genio, y como al pasar, le impreca *soto voce*: «si contestás vos... te revientо».

Pero admitamos que no siempre es posible esta táctica. De todos modos si usted comprende por qué hay que evitar esa respuesta pronta (¡casi siempre certera!) de seguro inventará otras que más le vengan. Lo importante es que no deje que Einsteincito malogre el clima de neuronas trabajando que usted supo concebir. Ponga cara de duda ante cualquier respuesta (su auditorio sabrá imitarlo). Haga una compulsa, tal vez pueda rematar con una votación entre las ponencias más creíbles (verá que -como en política- las mayorías siempre se equivocan). Haga como quiera pero procure que sólo lleguen al acierto luego de un esforzado tiempo de especulaciones erróneas.

Según dicen los expertos, el conocimiento –epi y ontogénicamente (con perdón de las palabras)– se construye a partir del error, y no del acierto. El intelecto humano conduce por igual hacia ambos lados, pero sólo se aprende del

error, no del acierto. Por lo tanto, la tarea docente consiste en interpretar (escuchar, analizar) esos errores, para hacer que los alumnos mismos los contrasten y los adviertan. Sólo así los podrán abandonar para acceder (y adoptar) al razonamiento acertado.

Para finalizar, no se olvide de Einstencito. Palméelo fraternalmente y dígale: «sabías que en realidad la respuesta correcta es otra... Y claro, a estas velocidades no podemos considerar la masa como una constante. A parte, la curvatura del espacio-tiempo...»

Curiosidades

BARCOS HUNDIDOS

Hace muchísimo tiempo existía el criterio de que los barcos que se hunden en el océano no llegan al fondo, sino que quedan suspendidos a cierta profundidad donde el agua está comprimida por la presión de las capas superiores.

En rigor, existe cierta lógica y fundamento para tal creencia. En las profundidades del mar, por ejemplo a 1 km bajo la superficie, la presión alcanza las 100 atmósferas (nuestros tímpanos no lo resistirían).

Parece natural suponer que a semejantes presiones el agua se comprima y alcance densidades enormes que dejen flotando a los acorazados. Lo cierto es que el agua se comprime muy poco, y por lo tanto su densidad no aumenta demasiado, con lo cual tampoco lo hace el empuje, la fuerza capaz de sostener el barco. En las fozas más profundas del océano el agua esta comprimida apenas en un cinco por ciento.

Ahora bien. Que se comprima poco no quiere decir que no se comprima. Si el agua no se comprimiese, aún en esa pequeña proporción, el nivel de los mares del mundo ascendería en promedio unos 35 metros inundando 5 millones de kilómetros cuadrados, donde viven especies que deben su existencia a la compresibilidad del agua.

Frases Imperdibles

Rychard Phillips Feynman *(1918-1988)*
Físico estadounidense

«Creo que puedo decir sin temor a equivocarme que nadie entiende la mecánica cuántica.»

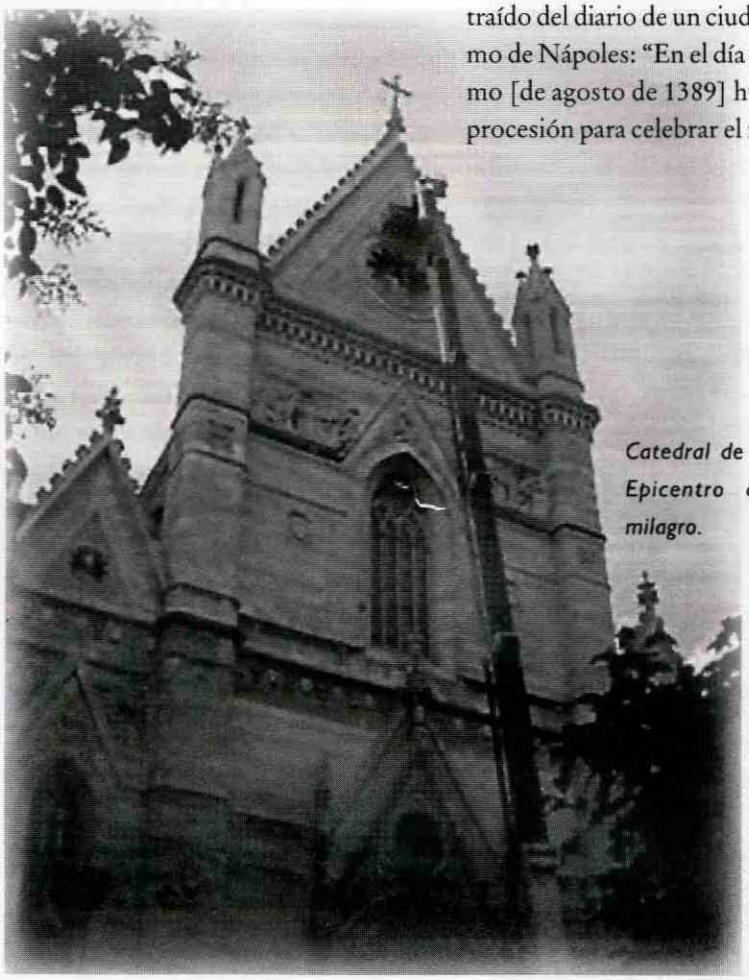
Posible explicación a un milagro

La sangre de San Genaro

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

Desde hace más de 600 años, fieles de todo el mundo se congregan en Nápoles para presenciar la licuefacción de la supuesta sangre vertida por un santo. La Iglesia Católica accedió al estudio parcial de una muestra de este objeto de veneración. En esta nota, los problemas que plantea el análisis y los resultados de las investigaciones.

En el año 305 de nuestra era, el emperador Dioclesiano condenó a muerte al obispo de Benevento, de nombre Genaro. En primer lugar fue expuesto en público y arrojado a los animales salvajes, pero como esa flajelación no alcanzó para ocasionarle la muerte, fue decapitado. En el siglo V, Genaro fue convertido en santo mártir y declarado patrono de Nápoles. Mucho más tarde, a fines del 1300, surgió la leyenda de que una mujer habría recogido la sangre del santo cuando fue decapitado, y también de esos años proviene el primer testimonio del milagro de la licuefacción, extraído del diario de un ciudadano anónimo de Nápoles: "En el día decimoséptimo [de agosto de 1389] hubo una gran procesión para celebrar el milagro realizado por Nuestro Divino Señor con la sangre de San Genaro. La sangre, que está guardada en una ampolla, se volvió líquida tal como si estuviera en el cuerpo vivo de Genaro aquel mismo día".



Catedral de San Genaro. Epicentro del supuesto milagro.

En la actualidad, existen dos ampollas con sangre, una contiene algunas gotas, la otra está llena hasta dos tercios de su capacidad; ambas se encuentran dentro de una caja de vidrio sellada, la cual está dentro de una bóveda en la Capella del Tesoro de la ciudad de Nápoles. Tres veces al año la sangre es expuesta para la veneración, en fechas relacionas con el culto de San Genaro: el sábado que precede al primer domingo de mayo, el 19 de septiembre y el 16 de diciembre. Durante estas ceremonias los participantes invocan al santo y piden el milagro. En mayo la sangre es llevada desde la catedral hasta la iglesia de Santa Chiara, donde se licua. En septiembre la licuefacción se produce en la catedral y las ampollas son expuestas al público por siete días para que las besen; algunos testigos afirman que durante las noches la sangre solidifica, pero al día siguiente vuelve a licuarse después del rezo de los fieles. En diciembre, la bóveda es abierta y si la sangre se encuentra líquida, las ampollas son exhibidas. La superstición (no la Iglesia) afirma que es mal augurio que el milagro no ocurra: la última vez que eso aconteció fue en 1987, cuando un intendente comunista fue elegido en Nápoles.

Buscando respuestas

¿Cómo explicar semejante fenómeno sobrenatural? Convengamos que existe una larga relación de historias que

dan cuenta de engaños introducidos con mala o buena fé, con la intención de aumentar la credibilidad del pueblo, la mayoría de ellos acontencidos hacia fines de la Edad Media. Sea auténtico o sea falso el milagro de la sangre de San Genaro, la verdad debe ser única, y el deber del ser humano es encontrarla.

Sabemos que la sangre una vez coagulada no se licúa naturalmente. Los testigos dan cuenta de que ningún proceso químico o físico es realizado sobre las ampollas que contienen las reliquias. Ellas apenas son manipuladas, o sea, retiradas de la bóveda, trasladadas, mostradas al público, en síntesis, son sometidas a una suave agitación mecánica. Algunas substancias tienen la propiedad de licuarse cuando son agitadas y solidificarse cuando están en reposo, esta propiedad es llamada tixotropía. En 1991, Luigi Garlaschelli, de la Universidad de Pavia; Franco Ramaccini, de Milán, y Sergio Della Sala, del Hospital San Paolo de Milán, publicaron un artículo en la revista Nature en el cual describían la propiedad tixotrópica de una substancia que bien podría reproducir los fenómenos relatados. A fines del siglo XIX, el profesor Albini, de la Universidad de Nápoles, ya había sugerido una mezcla tixotrópica cuyo color asemejaba al de la sangre de San Genaro. Sin embargo esta mezcla no conseguía mantener sus propiedades durante más que un corto tiempo y además usaba entre sus componentes chocolate, que fue introducido en Europa después de 1492.

En el trabajo de Garlaschelli se obtiene una solución coloidal de hidróxido de hierro, FeO(OH). Para su preparación es necesario utilizar cloruro de hierro ($FeCl_3$), carbonato de calcio ($CaCO_3$) y cloruro de sodio (NaCl), además de agua destilada. Las tres primeras sustancias se encuentran fácilmente en la naturaleza, la primera en lavas volcánicas, la segunda en la piedra caliza, y la tercera es sal común. En cuanto al agua destilada, bien puede ser sustituida por agua de lluvia. El problema del método de Garlaschelli es que usa una técnica llamada diálisis para generar la solución. La diálisis es un proceso similar al colado, sólo que el colador tiene agujeros del tamaño de poros. Garlaschelli la usa en este caso para remover el cloruro férrico y de calcio sobrantes. La técnica en sí no requiere de gran sofisticación, y hasta pueden emplearse intestinos de animal como membrana porosa, pero lo cierto es que su uso recién fue establecido en el siglo XIX. Sin embargo Van Helmont, médico y químico belga (1577-1644), demostró experimentalmente que la sal diluida en agua puede pasar a través de una vejiga. Probablemente no fue el primero en observar el fenómeno, y es sabido que Hipócrates usaba un fieltro como filtro de agua.

La evidencia, en la "firma"

Obviamente, todos estos argumentos no pueden demostrar que la técnica fuera conocida en el siglo XIV, cuando se relata por primera vez el milagro de Nápoles. Por eso es que Garlaschelli preparó una segunda mezcla sin el uso de la diálisis. Las propiedades de la solución A (usando diálisis) son extremamente parecidas a las de supesta sangre de San Genaro, con suaves movimientos, como los que un sacerdote podría realizar, ya se licúa. Tiene además un color muy semejante. La solución B (sin diálisis) también mostró propiedades similares, sólo que como su purificación no fue completa al no haberse empleado diálisis, se deteriora más rápidamente. De todas formas, es bueno notar que los test sufridos por ambas sustancias son bastante más intensos que los delicados movimientos y el cuidado especialísimo a que las ampollas veneradas son sometidas. Un segundo test realizado por Michael Epstein y el propio Garlaschelli en 1992, fue obtener el espectro de las sustancias y compararlo con los de la supuesta sangre de San Genaro logrados en 1902 por un grupo de científicos. Ambos espectros mostraron características similares, y los dos se parecen de manera genérica al espectro de la sangre.

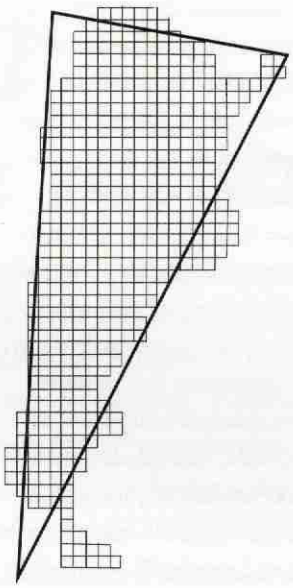
Un espectro es la "firma" de una substancia, es decir, es único y así debería permitir discernir entre sangre humana y sangre sintetizada. Pero el método es indiscutible sólo cuando se cuenta con equipo suficientemente potente y cuando la sustancia estudiada está completamente aislada. Ambas características están ausentes en el experimento de 1902, ya que aún no se empleaba fotografía para registrar los espectros, y también porque la solución no fue retirada de las ampollas y así la observación resultó contaminada por el vidrio de estas. En la reproducción de aquel estudio de 1902 realizada por Epstein y Garlaschelli, se tuvieron en cuenta estos hechos y se empleó un espectroscopio similar a los de principios del siglo XX, colocando las muestras dentro de vidrios semejantes a los producidos en el siglo XIV.

La respuesta final al milagro de la sangre de San Genaro sólo ocurrirá cuando la Iglesia autorice el estudio de las substancias dentro de las ampollas. En ese sentido se mostró colaboradora cuando permitió los análisis del sudario de Turín, durante siglos considerado como la saya que cubrió al cadaver de Cristo y rodeado de gran misterio desde el inicio del siglo XX (ver recuadro). De todas formas, si llegara a demostrarse que la sangre es en realidad una gelatina tixotrópica, dificilmente conoceremos la historia de su origen, su inventor, y sus propósitos.■

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

¿Para dónde queda el centro?

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



Si le preguntáramos a un cordobés por dónde está el centro de la Argentina, no dudaría en afirmar que está en su provincia. ¿Pero cómo definimos el centro de una figura tan irregular como la silueta de nuestro país? Nadie con un mínimo de sentido común dudaría al señalar el centro de un círculo o de un polígono regular, pero no es tan sencilla la respuesta en el caso de un triángulo arbitrario, cuyos lados no son necesariamente iguales. De hecho, se conocen más de cien centros diferentes para un triángulo dado, y en figuras irregulares el tema podría complicarse aún más.

¿Cómo trabajar con figuras tan irregulares como las siluetas de los países? Una solución es discretizando, transformando la silueta del país en una retícula de cuadraditos. Cuanta más precisión se requiera, más chicos han de ser los cuadraditos. El mapa de Argentina que se adjunta corresponde a una retícula donde cada cuadradito representa a un cuadrado de aproximadamente 82 km. de lado.

Otra solución es aproximando la silueta de nuesto país a un triángulo. Aquí hay varios inconvenientes. Uno de ellos es con qué criterio se eligen los vértices de dicho triángulo. En nuestro caso, elegimos al norte el pueblo de Chuquicamata, en Chile, y el pueblo de Catanduvas, en Brasil; y al sur la isla Noir, en el sur de Chile, con el objetivo de que la diferencia simétrica entre el original y la aproximación sea lo más pequeña posible y que los vértices tengan alguna referencia geográfica (tal vez el vértice sur podría dar una mejor aproximación estando ubicado en el mar). A su vez haremos otra simplificación que consiste en considerar como plano a un triángulo que está sobre una superficie esférica. Con estas salvedades, las coordenadas de los tres vértices son [(22,3; 68,9); (25,1; 53,2); (54,5; 73,0)].

Mencionaremos los cuatro centros ya conocidos en la antigüedad (los tres primeros pueden extenderse a figuras irregulares, el último sólo cobra sentido para triángulos):

a) Incentro. Centro del círculo de mayor tamaño que cabe íntegramente dentro de la figura. Un rectángulo tendría infinitos incentros.

b) Circuncentro. Centro del círculo de menor tamaño que contiene íntegramente la figura.

c) Baricentro. Punto por el cuál pasa el haz de rectas que dividen la figura en dos mitades de igual momento. Suspendida la figura de dicho punto, quedaría en equilibrio para cualquier ángulo que se la rote.

d) Ortocentro. Punto de intersección de las tres alturas de un triángulo.

¿Cuáles ciudades, pueblos o parajes merecen el honor de ser considerados el baricentro, incentro y ortocento argentino? Este conocimiento permitirá a un ciudadano decir con orgullo "yo nací en el ortocentro de la Argentina".

¿Dónde queda el circuncentro de Argentina?

¿Qué países tienen sus baricentros en el extranjero?

¿Qué países tienen sus circuncentros en el extranjero? ■

Soluciones del número anterior

1. La última cifra es 0 (entre los factores aparecen 2 y 5, por lo que el producto es múltiplo de 10).
2. Sí. El ciclo es de longitud 50.
3. 312345678901.
4. El cuadrado de 6172839450000000001 (un número de 38 cifras).
5. Hay 83 superprimos, el mayor es 73939133.
6. Hay solamente seis supercuadrados: 1, 4, 9, 16, 49 y 169.
7. El siguiente primo capicúa es 131. Se desconoce si hay infinitos.
8. El siguiente cuadrado capicúa es 484. Hay infinitos (los cuadrados de 11, 101, 1001, etc, son todos capicúas).

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