

EXACTA

mente

La revista de divulgación científica

Quinoa

El tesoro de los Incas



Clima

Actividad solar



Historia de la Ciencia

Cuentos de amor, de ciencia y de muerte



Entrevista

Santiago Ceria



Sondas interestelares

Viaje a las estrellas



Área de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires cuenta con un Área de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media dentro de su Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar.

LAS TAREAS DE ESTA ÁREA SON:

- transmitir a todo tipo de público el conocimiento científico, haciéndolo de manera clara, amena y divertida sin perder rigurosidad.
- vincular a los alumnos de la escuela media con estudiantes, docentes y científicos de la Facultad a través de actividades de divulgación científica, orientación vocacional y difusión institucional.

EQUIPO DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA (EPC-EXACTAS)

[<http://exactas.uba.ar/popularizacion>] [[facebook.com/PopularizacionExactasUBA](https://www.facebook.com/PopularizacionExactasUBA)]

El EPC-Exactas lleva adelante proyectos de divulgación, alfabetización y enseñanza de las ciencias destinados tanto a la escuela media como al público en general:

- Semanas de las Ciencias • Exactas va a la Escuela • La Escuela viene a Exactas
- Exposiciones y eventos públicos de popularización.

DIRECCIÓN DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL (DOV-EXACTAS)

[<http://exactas.uba.ar/dov>] [[facebook.com/DovExactasUBA](https://www.facebook.com/DovExactasUBA)]

La DOV-Exactas brinda información y asesoramiento para la elección de una carrera universitaria.

Se organizan programas y actividades para acercar a los alumnos a las carreras científicas:

- Experiencias Didácticas • Talleres de Ciencia • Científicos por un Día • Charlas mensuales de las carreras
- Consultas de orientación vocacional.
- Programa de Ingresante CBC Exactas.

Más información, consultas e inscripciones

Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar | Pabellón II, Ciudad Universitaria

Teléfonos: 4576-3399/3337 internos 37 (EPC-Exactas) y 43 (DOV-Exactas)

popularizacion@de.fcen.uba.ar | dov@de.fcen.uba.ar | www.exactas.uba.ar/media



30 años de democracia: Repaso y desafíos

El país está celebrando en estas semanas tres décadas de gobierno democrático. Los que cursamos nuestras carreras durante la última dictadura sabemos que esta democracia, aún con deudas, es el único sistema posible. Por eso es necesario darle trascendencia a este festejo.

Siento que la Facultad necesitó todo este período para recuperar lo que se destruyó en 1966 a fuerza de bastones y en 1974-1976 mediante las amenazas y el terrorismo de estado. La decadencia de la Facultad, luego del período 1957-1966 conocido como la “década de oro”, liderado por figuras como Rolando García, Manuel Sadosky, Juan José Giambiagi, Félix Gonzalez Bonorino, Rodolfo Bush, Luis Santaló, Amílcar Herrera, Horacio Camacho, Juan Roederer, Gregorio Klimovsky y Oscar Varsavsky entre otros, fue notable. No es casual que tanto la dictadura de 1966 como la de 1976 abandonaron el modelo de desarrollo basado en el mercado interno y la industria, que habían propuesto Moreno, Belgrano, Castelli, que habían abrazado los países más desarrollados, y que, aprovechando la coyuntura bélica mundial, había impulsado Argentina desde la década de 1940. Por el contrario, solamente un modelo de desarrollo como el que pensaron esos procesos requiere como elemento indispensable de ingenieros y científicos, y por ende de lugares de excelencia donde estos se formen.

Hoy la Facultad es el centro de investigación más grande del país. Ofrece 17 carreras de grado, títulos intermedios, carreras de especialización, maestrías y la escuela de doctorado más importante, con aproximadamente 250 egresados anuales. La investigación ha alcanzado nivel internacional, concentrando más del 10% de la producción nacional de artículos en revistas indexadas, a la vez que se incrementa el aporte a la solución de problemas aplicados tanto tecnológicos como sociales, en la medida que el impulso del estado consolida nuevamente un desarrollo basado en la ciencia y la tecnología.

Acompañando las políticas impulsadas por el gobierno nacional en la última década, Exactas consolidó tanto una incubadora de empresas de base tecnológica como decenas de proyectos de extensión que aportan a las más diversas demandas sociales. Colaboró con el país en la evaluación de la contaminación del río Uruguay en Gualaguaychú y también firmó un convenio de colaboración con Y-TEC, la empresa de tecnología creada entre YPF y el CONICET, sólo para mencionar dos casos paradigmáticos.

Con 350 Profesores Regulares, 700 Investigadores del CONICET, 400 grupos de investigación, 12 Departamentos, 1 Instituto UBA, 1 Instituto FCEN y 16 Institutos UBA-CONICET, la Facultad es un ámbito donde vibra y se respira ciencia todos los días del año. Sin docentes interinos ni ad-honorem, sin cátedras, con concursos abiertos y periódicos tanto para el personal docente

como para el no-docente Exactas es la muestra viva de que los problemas de la Universidad no pueden ser atribuidos al estatuto universitario de 1958, que todavía nos rige, aunque hoy la Facultad es diez veces más grande que en 1966.

En marzo de 2014 habrá nuevas autoridades en Exactas -lo mismo que en toda la UBA- y seguramente comenzará una nueva etapa, donde pasada la reconstrucción que demandó tres décadas habrá que impulsar nuevos desafíos y proyectos. La actualización de los planes de estudio, el impulso y consolidación de las interdisciplinas, mecanismos eficaces de inserción de nuestros graduados tanto en el sector productivo como en las nuevas universidades, mejora de los índices de retención tanto en el CBC como a lo largo de las carreras seguramente serán parte de la agenda. También deberán encontrarse nuevas alternativas a la participación de la Facultad en una Universidad inmensa y cuyos objetivos y prioridades han sido y son diferentes, así como la interacción con el sistema científico nacional y en especial con el CONICET.

Será necesario replantear qué compromisos y responsabilidades para con la institución asume el estudiante medio, que suele, quizá como consecuencia de la lógica neoliberal en la que muchos crecieron, pensar más en sus derechos, como si fuera un “cliente”, que en las obligaciones que le demandan el acceso irrestricto y la gratuidad de sus estudios pagados por la sociedad. Asimismo deberemos buscar nuevos y mejores mecanismos de rendición de cuentas ante esa sociedad, como contrapartida del apoyo que nos brinda el estado nacional, lo que ressignifica el reclamo de “democratización”. Porque la verdadera democratización, entendida como el proceso que genera una universidad al servicio de los intereses populares, no puede confundirse con una limitada y mezquina disputa por espacios de poder o reducirse a cambios relativos en la representación en los órganos de co-gobierno.

Seguramente esta columna será testigo de estos desafíos, en la pluma de los futuros decanos. El final de la última dictadura despertó en mí el compromiso con la gestión pública. Asumí cargos de Consejero Departamental, Directivo, Superior, Secretario General y Decano. Tomé el modelo de Rolando García y lo abracé con fervor. Tuve la fortuna de conocerlo en persona, y espero no haber deshonrado su figura tratando de seguir su huella. Terminó con estas líneas mi paso por la gestión de la Facultad agradeciendo a toda la comunidad, y a todos con los que transitamos juntos este camino, por el apoyo y colaboración brindados en estos años.

Jorge Aliaga
Decano de la Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales

QUINOA 6
El tesoro de los Incas

FRONTERAS 10
Sondas interestelares

BIOLOGÍA 14
Humedales

CLIMA 18
Chaparrones solares

TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS 22
Antifúngicos naturales

INFORMÁTICA 26
Software para analizar normas jurídicas

BITÁCORA 28
Ciencia a toda costa

ENTREVISTA 31
Santiago Ceria

ROMANTICISMO CIENTÍFICO 34
Cuentos de amor, de ciencia y de muerte

MEDICINA 38
Diabetes e insulina

EDUCACIÓN 40
Materiales didácticos del siglo XIX

HOMENAJE 44
Guillermo Boido

EPISTEMOLOGÍA 45
Lógica y lógicas

VARIEDADES 46
HUMOR

BIBLIOTECA 47

SITIOTECA 48

PREGUNTAS 49

ARTES 50
Un arte rico en proteínas



CONSEJO EDITORIAL

PRESIDENTE: Jorge Aliaga. VOCALES: Sara Aldabe Bilmes, Guillermo Boido, Guillermo Durán, Pablo Jacovkis, Marta Maier, Silvina Ponce Dawson, Juan Carlos Reborada, Celeste Saulo, José Sellés-Martínez

STAFF

DIRECTOR: Ricardo Cabrera. COORDINADOR EDITORIAL: Juan Pablo Vittori.
JEFA DE REDACCIÓN: Susana Gallardo. REDACTORES: Cecilia Draghi, Gabriel Stekolschik.
COLABORADORES PERMANENTES: Guillermo Mattei, Daniel Paz, José Sellés-Martínez, Guillermo Boido, Olimpia Lombardi.
COLABORAN EN ESTE NÚMERO: Julio Gervasoni, Diana B. Costa.
DISEÑO: Pablo G. González, Federico de Giacomi. FOTOGRAFÍA: Diana Martínez Llaser
IMPRESIÓN: Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.

EXACTAMENTE

es una publicación cuatrimestral del Área de Medios de Comunicación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.


ISSN papel: 1514-920X - ISSN en línea: 1853-2942
Registro de propiedad intelectual: 28199

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

EXACTA

menie

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

 Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 3.0 Unported.

EXACTAMENTE
se muda a una
NUEVA página web:

revistaexactamente.exactas.uba.ar



Encontrá los contenidos de todos los números de la revista y bajala en el formato que prefieras: pdf, epub o mobi

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

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

Alimentos

Ciencias Biológicas

Ciencias de la Atmósfera

Ciencias de la Computación

Ciencias Físicas

Ciencias Geológicas

Ciencias Matemáticas

Ciencias Químicas

Oceanografía

Paleontología

0001
0001

(a-b)^(a-b)
(a-b)

UBA
EXACTAS!

exactas.uba.ar | Ciudad Universitaria | Pabellón II Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Quinoa

El tesoro de los Incas

Las Naciones Unidas declararon a 2013 “Año Internacional de la Quinoa”, un cultivo con excelentes propiedades nutricionales conocidas por los Incas y que la NASA incorporó a sus viajes espaciales. En Exactas la estudian y han secuenciado uno de los genes que le permiten crecer en suelos con concentraciones salinas tan altas como las del agua de mar.



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

En las cumbres de los Andes y en las llanuras. En las yungas o en páramos. Hace siete mil años y en los futuros viajes espaciales de la NASA. En la mesa familiar de los campesinos del Altiplano, en la cocina gourmet de Europa y en cualquier casa de productos naturistas de barrio es posible conseguir este “grano madre”, como llamaban los Incas a la quinoa.

“Este grano extraordinario ha sido un fundamento cultural y un alimento básico en la dieta de millones de personas a lo largo de los Andes durante miles de años. La quinoa está hoy lista para recibir reconocimiento global”, señaló el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, en el lanzamiento del 2013 como el Año Internacional de la Quinoa.

En los salones de Nueva York, en Estados Unidos, donde se realizó la ceremonia oficial, este cultivo fue la estrella. Es que se trata de un súper-alimento, el único de origen vegetal que tiene todos los aminoácidos esenciales, además de ser rico en minerales y con un alto

contenido proteico. Es muy nutritivo y crece en terrenos yermos o en suelos tan salados como el mismísimo mar. Allí donde el ser humano no encuentra casi nada para comer, esta planta con panojas de variados colores guarda granos que se tuestan y se convierten en harina para hacer pan. También puede ser cocinada, añadida a sopas, usada como cereal, pasta e incluso fermentada para elaborar cerveza o chicha.

Nativa de América, se adapta a todo y sobrevivió a la llegada de los españoles, que buscaron combatirla, y reemplazarla con los cultivos traídos de Europa. Por eso, estuvo fuera de escena durante siglos y resguardada por los pobladores que sabían de sus virtudes. Hoy, salió de su escondite y es vista como un tesoro invaluable. “Ante el desafío de alimentar a la población del planeta en un contexto de cambio climático, la quinoa, originaria de los Andes, aparece como una alternativa para aquellos países que sufren de inseguridad alimentaria, debido a su capacidad para adaptarse a la sequía, a suelos pobres y a diferente alturas”, remarcan desde la Organización

de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, conocida por su sigla en inglés, FAO.

Tolerante hasta el extremo, esta planta es hoy vista como un ingrediente clave para combatir el hambre en el mundo, no sólo por sus propiedades nutritivas, su adaptación a variados ambientes, sino también porque la mayor parte de su producción está en manos de pequeños productores. Esto no fue pasado por alto por el director General de la FAO, José Graziano da Silva. “El Año Internacional de la Quinoa servirá no sólo para estimular el desarrollo del cultivo en todo el mundo, sino que también es un reconocimiento de que los desafíos del mundo moderno pueden ser enfrentados utilizando el saber acumulado de nuestros ancestros y de los pequeños agricultores familiares que actualmente son los principales productores de este cultivo”, dijo en el lanzamiento oficial en Nueva York.

Hoy, su siembra se ha extendido más allá de la región andina. Además de producirse en Bolivia, Perú, Ecuador, Chile,



ES SU AÑO

“El año 2013 ha sido declarado como el ‘Año Internacional de la Quinoa’ en reconocimiento a los pueblos andinos que han mantenido, controlado, protegido y preservado la quinoa como alimento para generaciones presentes y futuras, gracias a sus conocimientos tradicionales y prácticas de vida en armonía con la madre tierra y la naturaleza”, indica la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, conocida por su sigla en inglés, FAO.

La iniciativa fue propuesta por Bolivia, con el apoyo de Argentina, Azerbaiyán, Ecuador, Georgia, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú y Uruguay, así como con el respaldo de la FAO; y la Asamblea de las Naciones Unidas lo aprobó en 2011. La Conferencia tomó nota de las excepcionales cualidades nutricionales de la quinoa, su adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos y su contribución potencial en la lucha contra el hambre y la desnutrición.

Fuente: <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/aiq-2013/>

Das campesinas haciendo una trilla manual en una plantación de quinoa. Provincia de Imbabura, Ecuador, julio de 2013.

Colombia y Argentina, también se cosecha en Estados Unidos, Canadá, Francia, Reino Unido, Suecia, Dinamarca, Italia, Kenia e India. Casi en 70 países del mundo es posible hallarla, aunque sólo dos (Bolivia y Perú) reunían el 92% de la producción en el 2008, según datos de la FAO. “El precio internacional del grano de quinoa es altísimo. No se puede creer lo que se paga la tonelada en la actualidad. Sería bueno que la Argentina pudiera producirla en cantidades y exportarla”, señala Sara Maldonado, desde su laboratorio en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas-UBA), donde la estudia desde 1998.

A ella, lo que le atrajo de este cultivo no fue su valor económico, sino el hecho de que esta planta, desde el punto de vista biológico, toleraba lo increíble. Es decir, no sólo resiste temperaturas bajo cero así como superiores a los 30 grados, sino que también vive en suelos donde nada logra reverdecer. “Las plantas suelen tener problemas en terrenos salinos, pero la quinoa, según comprobamos, soporta hasta 500 milimoles por litro de cloruro

de sodio, es decir, concentraciones similares a las del agua de mar. Ahora, estamos analizando uno de los genes que le confiere esta resistencia”, sintetiza la doctora Maldonado, quien junto con otros biólogos de Exactas-UBA y en conjunto con científicos del Institute for Plant Ecology, Justus-Liebig-University of Giessen, de Alemania, llevan adelante el experimento.

Esta especie a prueba de sal resulta muy conveniente para numerosas áreas salinosas de todo el mundo. Maldonado, desde el Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, destaca: “Los terrenos que han sufrido inundaciones y han quedado afectados por las sales pueden encontrar en estas plantas una opción para su utilización”. En este sentido, Hernán Burrieza, de Exactas-UBA, quien elabora una tesis doctoral sobre la quinoa, ejemplifica con otros casos. “Hay muchos terrenos ociosos por la cantidad de sal o por la aridez del ambiente en San Juan, Catamarca, La Rioja, incluso al sur de la provincia de Buenos Aires. Hoy se sabe que la quinoa allí podría crecer. He visto en Bolivia en las márgenes del

salar Uyuni plantaciones de este cultivo, que tiene al menos 3000 variedades depositadas en bancos de germoplasma”, relata.

Cuando las condiciones son muy adversas, unas proteínas llamadas dehidrinas se producen en gran cantidad y le ayudan al cultivo a resistir el estrés hídrico. Precisamente, en ellas detuvo su mirada el equipo de Maldonado. “Pudimos hacer crecer las plantas en diferentes condiciones de salinidad, y lograron producir semillas viables. Estas semillas mostraban una serie de dehidrinas que se acumulaban en mayor cantidad en estos casos extremos. Logramos aislar una de ellas y secuenciar el gen”, describe Burrieza.

El equipo continuó su trabajo y clonó el gen, es decir aisló una copia y lo introdujo en levaduras, a las que sometió a situaciones de alta salinidad. Aquellas que portaban este gen resistían mejor la situación adversa en comparación con levaduras normales.

En estos momentos, los investigadores buscan probar que lo mismo ocurrirá



CePro-EXACTAS

QUINOA Y QUINUA

Ambas denominaciones se usan para llamar a esta planta que ha cotizado a algo más de 5.000 dólares por tonelada.

Experimento de resistencia a la salinidad. Plantas de quinoa crecidas en medio de cultivo *MsY* (Murashige y Skoog) durante 21 días y luego trasplantadas a medio líquido con diferentes concentraciones de sal común.

en *Arabidopsis*, una planta modelo de laboratorio. La expectativa es que los ejemplares con el gen en cuestión toleren mejor la situación adversa. “Si comprobamos que este gen resulta valioso para la tolerancia a la salinidad, la etapa siguiente será incorporarlo a otros cultivos de interés comercial”, anticipa Maldonado. Por su parte, Burrieza añade: “Tenemos indicios de que este gen también influye en la resistencia a la sequía”.

Parecida al mijo

El Inca Garcilaso de la Vega en sus *Comentarios Reales*, en 1609, ya daba cuenta de la quinoa, e indicaba que se la llamaba “en español ‘mijo’ o arroz pequeño: porque en el grano y el color se le asemeja algo”. Asimismo, en ese entonces, hacía referencia al primer envío de semillas hacia Europa, que desafortunadamente llegaron muertas y sin poder germinar, posiblemente debido a la alta humedad reinante durante la travesía por mar.

Livianas, unas 350 semillas de quinoa apenas pesan un gramo. Al igual que las espinacas y los espárragos, los granos de este regalo de los Andes contienen saponinas, las cuales deben eliminarse antes del consumo. “Son ligeramente tóxicas y dan sabor amargo, entonces hay que procesarlas con lavado. Actualmente están generando máquinas para hacer esta limpieza en seco, lo cual abarataría

los costos y aceleraría el proceso. También existen variedades dulces que carecen de saponinas, pero éstas suelen ser más propensas al ataque de insectos y de otros animales”, describe Burrieza.

Justamente, esta defensa contra posibles infortunios es lo que llevó a estudiar las saponinas como plaguicida natural sin efectos adversos para el hombre u otros animales. “Como bioinsecticida fue probado con éxito en Bolivia”, indica la FAO.

La lista de aplicaciones es larga. “Tienen uso medicinal las hojas, tallos y granos, a los que se atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de muelas, desinfectantes de las vías urinarias; se utilizan también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos”, subraya la FAO.

Fuera del botiquín, como plato en la mesa, el grano de quinoa también es muy saludable, y sus nutrientes resultan clave para el Desafío de Hambre Cero en el mundo. Es que “posee el balance de proteínas y nutrientes más cercano al ideal de alimento para el ser humano”, destaca la FAO, que resalta su empleo en “dietas especiales de determinados consumidores, como adultos mayores, niños, deportistas de alto rendimiento, diabéticos, celíacos y personas intolerantes a la lactosa”.

Nada de la quinoa se pierde. En la mira se ha puesto al almidón de esta planta,

que “tiene posibilidades especiales de uso en la industria debido al pequeño tamaño del gránulo de almidón, por ejemplo, en la producción de aerosoles, pastas, producción de papel autocopiante, postres alimenticios, excipientes en la industria plástica, talcos y polvos anti-offset”, enumera la FAO.

Precisamente, el almidón fue estudiado desde otro ángulo por la doctora Maldonado junto con María Paula López Fernández, de Exactas-UBA. “Las plantas a diario usan células muertas y moribundas para vivir, y en el caso del grano de quinoa, posee un tejido que al morir se transforma en un tejido reservante de almidón, del cual se alimenta el embrión durante la germinación”, coinciden las científicas desde la porteña Ciudad Universitaria.

“Tanto en cereales como en la quinoa, el principal tejido de reserva del grano acumula almidón y, aunque son diferentes en su origen, su desarrollo es similar”, indica López Fernández, quien realiza su tesis doctoral bajo la dirección de Maldonado, sobre este proceso de la quinoa, de la cual es poco lo que se conoce científicamente si se lo compara con cultivos como trigo o maíz. “Durante el desarrollo de estos tejidos, dos programas ocurren simultáneamente en las células: la muerte celular y la síntesis de almidón, es decir, mientras las células se están muriendo, están sintetizando almidón”, agregan.

Volver a empezar

Si bien la quinoa hoy brilla junto con celebridades de Hollywood como Jennifer Aniston, que la promueve en un libro de recetas preferidas, aún quedan secuelas de la persecución sufrida por este cultivo durante siglos. “Cuando vienen los españoles a América, se encuentran con que los pueblos originarios adoran el amaranto y la quinoa. Ambos cultivos formaban parte de diversas ceremonias y rituales, y por ello fueron combatidos y se perseguía a quienes los tenían, pues adorar un yuyo era considerado pagano. Esto llevó casi a su desaparición. Ahora se reconstruye científicamente el

RECIENTE RESOLUCIÓN

La Comisión Nacional de Alimentos acordó incorporar las especificaciones de la quinoa en el Código Alimentario Nacional.



Hernán Burrieza

Quinoa de panoja morada. Provincia de Imbabura, Ecuador.

conocimiento sobre estas plantas”, refiere Maldonado, investigadora del Conicet.

La persecución a esta planta fue realmente exitosa, a punto tal que hoy existen programas oficiales que buscan volver a implantarla en terrenos que la vieron nacer siglos atrás. Desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de San Juan, Gonzalo Roqueiro relata a EXACTAMENTE parte de su tarea, que consiste en “reintroducir” a la quinoa en los valles andinos de San Juan con un doble propósito, “el de diversificar los cultivos de la zona y el de enriquecer la dieta de la gente que habita en el lugar”.

En este sentido, el especialista remarca: “Vale aclarar que hablamos de reintroducir y no de introducir, ya que existen evidencias, en el Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo Prof. Mariano Gambier, de que todas las comunidades agricultoras precolombinas que habitaron los valles utilizaron la quinoa como uno de los principales cultivos. Actualmente esta práctica está totalmente extinta, por lo que el trabajo ‘cultural’ dista de ser sencillo”.

En este volver a empezar, la gente del INTA promueve parcelas demostrativas del cultivo, ya sea en terrenos propios o de escuelas agrotécnicas, así como con productores locales con el mismo fin: familiarizarse de nuevo con la quinoa perdida. Nutricionistas de Pro-Huerta

también dictan talleres de cocina “sana”, que la incluye.

“Una posibilidad es introducir la quinoa en el desayuno escolar, como ya lo han hecho con éxito Bolivia y Perú. Esto combatiría la desnutrición”, destaca Burrieza, quien además anticipa un proyecto en marcha, de Exactas junto con el INTA: “En San Juan hay zonas muy áridas, con suelos muy salinos. La idea es hacer ensayos allí para elegir las variedades con herramientas moleculares, observar qué ocurre en el campo y ver si hay una correlación con el rendimiento”.

Más allá de estos experimentos y asesoramientos para consumir la quinoa a nivel familiar, ¿cuáles son las principales dificultades que hoy presenta su producción a escala? “La cosecha es manual y difícil de hacerla mecánicamente. Esto es una dificultad en un país muy mecanizado y sojizado como el nuestro. Si bien la tonelada de quinoa cotizó el año pasado cinco veces más alto que la de la soja”. El rendimiento por hectárea tampoco es alto en relación con los cultivos comerciales. Recientemente, INTA desarrolló lo que llamó “la primera herramienta nacional para la quinoa”, que facilita la poscosecha y aumenta la rentabilidad.


Por su parte, Maldonado ejemplifica que “en Jujuy hay intentos de asesorar a los campesinos de la Puna sobre este

tema. El gobierno tiene programas de apoyo para el desarrollo del cultivo. La producción debería organizarse en cooperativas”.

Marca de origen

Rojas, negras, violetas, azules, amarillas son algunas de las variedades de estas semillas, que encuentran en el altiplano boliviano a la más codiciada del mundo por sus características y calidad: la quinoa real. “Bolivia –indica Burrieza– está buscando que este producto orgánico sea reconocido como denominación de origen”. Es decir, que se llame así sólo a la que se cultive en ese ámbito geográfico. Del mismo modo, sólo puede etiquetarse como “champagne” a la bebida producida en cierta región de Francia, para diferenciarla de la que se produce en otros rincones del mundo. Se trata de darle una protección legal a “la original” frente a otras versiones.

“Hay que evitar que ocurra lo que pasó con la papa, un cultivo originario de América y hoy la variedad más conocida es la holandesa. Somos centro de origen de muchas especies y luego terminan siendo aprovechadas por otros”, advierte Burrieza. “Los europeos promueven el cultivo de quinoa en el sudeste asiático y África. Esto puede impactar a mediano plazo en nuestra economía. Cuando el mundo nos dice que algo es importante debemos prestarle atención, en especial si es nuestro. La Argentina –reseña– tiene una colección de germoplasma para desarrollarlo y tiene historia ancestral de cultivo”.

Esta estrella de los Andes hoy cotiza alto y el mundo está tan ávido de ella que a veces los propios consumidores autóctonos se quedan con las versiones de segunda calidad y a precios carísimos que la alejan de sus manos. Muchas de estas cuestiones fueron discutidas en encuentros internacionales como el realizado recientemente en Ecuador. Queda mucho por debatir y la Argentina acaba de recibir una tarea a futuro: el país es la sede del próximo Congreso Mundial de la Quinoa que se realizará en nuestras tierras en 2016. 

Sondas interestelares

Viaje a la estrellas

Gabriel Stekolschik - gstekol@de.fcen.uba.ar

Desde sus inicios, la humanidad miró a las estrellas para interrogarse acerca de su lugar en el universo. Desde hace pocas décadas, empezó a soñar con alcanzarlas. En el año 2012, un objeto fabricado por el hombre nos avisó que había alcanzado el espacio interestelar. Tal vez el sueño sea posible.

Los días de la Tierra están contados. Porque un día el Sol acabará de consumir todo su combustible y se apagará. Pero, antes de extinguirse, nuestra estrella crecerá de tamaño de manera colosal y, durante esa expansión, irá devorándose –uno a uno– a los planetas del Sistema Solar. Así, dentro de unos pocos miles de millones de años, la Tierra será un rescoldo.

Para entonces, si la humanidad aun no se destruyó a sí misma, o no encontró algún otro lugar para vivir, el único rastro que quedará de nuestra civilización serán las naves que hayamos enviado al espacio interestelar.

De los miles de objetos que se han lanzado al cosmos, la gran mayoría quedó orbitando nuestro planeta, como es el caso de los satélites artificiales o las estaciones espaciales. No obstante, algunas naves alcanzaron la Luna. Otras, las menos, visitaron planetas.

En la actualidad, existen cinco sondas que pudieron escapar a la gravedad del Sol y van en dirección al espacio interestelar: las *Pioneer X* y *XI*, las *Voyager I* y *II*, y la *New Horizons*. Son los artefactos creados por el hombre que más se han alejado de la Tierra.

Mundo frío

Después de la Segunda Guerra Mundial, las dos potencias triunfantes –Estados Unidos y la Unión Soviética– se repartieron el mundo en una lucha que, por no implicar acciones militares directas entre ambos contendientes, tomó el nombre de Guerra Fría. El muro de Berlín representaba la frontera simbólica entre dos bloques que se enfrentaban por la supremacía en diferentes terrenos: político, ideológico, económico, social, informativo, militar, tecnológico e, incluso, deportivo.

Durante esa competencia, se desarrolló una escalada armamentista que saturó los arsenales con artefactos de destrucción masiva y que puso a la humanidad al borde de su aniquilación. Pero, paralelamente, se desarrollaba una disputa que llevaría al ser humano a trascender su destino terráqueo y traspasar el techo de ese mundo frío: la carrera espacial.

Al principio, los soviéticos tomaron la delantera con el inicio, en 1957, del programa *Sputnik* y luego, en 1961, del *Vostok*, que llevó al primer astronauta al espacio exterior. Después, los norteamericanos pasaron a la vanguardia y, en 1969, mediante el programa *Apolo*, apoyaron un pie en la Luna.

“En aquella época, la actividad espacial no estaba centrada en el afán por la exploración y el conocimiento del cosmos, sino en la competencia que generaba la Guerra Fría. La llegada a la Luna fue mucho más importante desde el punto de vista tecnológico que científico”, consigna el doctor Marcos Machado, director científico de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). “En la década del '70, con *Skylab* (NdR: la primera estación espacial estadounidense, que orbitó la Tierra entre 1973 y 1979) y el lanzamiento de las primeras sondas interplanetarias, comenzó verdaderamente el objetivo científico”, completa.

Pioneras

Con el objetivo de obtener imágenes cercanas de Júpiter, el 2 de marzo de 1972 la Agencia Espacial Norteamericana (NASA) lanzó al espacio la *Pioneer X*. A una velocidad de 52.000 km/h, la nave pasó por la Luna en solo once horas y cruzó la órbita de Marte en apenas doce semanas. Ahora, tenía por delante el anillo de asteroides, un cerco de unos 80 millones de kilómetros de espesor compuesto por polvo y rocas –algunas de las cuales pueden alcanzar un tamaño de varios cientos de kilómetros de diámetro– que orbitan entre el planeta rojo y



NASA

Recreación artística del Voyager 1 en vuelo.

Júpiter. “En aquel momento, el interrogante era si una nave podría sobrevivir al pasar por ahí”, rememora Machado. “Porque hay piedras por todos lados”, ilustra.

El 15 de julio la *Pioneer X* comenzó a atravesar el anillo de asteroides. Siete meses después, salió de él y enfiló para Júpiter. Al año de vuelo, el 3 de marzo de 1973, la *Pioneer X* había recibido 123 impactos de meteoritos, 70 de los cuales habían ocurrido en la zona de asteroides.

Acelerada por la gravedad de Júpiter, la sonda adquirió una velocidad de 132.000 km/h y el 3 de diciembre de 1973, desde una distancia de apenas 130.000 km de la capa de nubes, capturó las primeras imágenes cercanas del coloso del Sistema Solar y de algunos de sus satélites. También, trazó un mapa del cinturón de intensas radiaciones que rodea al planeta, localizó su campo magnético y reveló que Júpiter es, predominantemente, un planeta líquido.

La misión original estaba cumplida. Algunos instrumentos habían quedado inutilizados por efecto de las radiaciones. Pero la nave todavía contaba con algo de combustible para impulsarse y con la energía suficiente para mantener en funcionamiento a buena parte del instrumental. Fue así que, aprovechando el

impulso gravitatorio que le había dado Júpiter, la *Pioneer X* siguió viaje hacia el espacio profundo.

Concebida para una vida útil de poco más de dos años, la nave continuó transmitiendo datos –al menos– hasta el 23 de enero de 2003, fecha en que se recibió la última señal, débil, de la sonda. Hacía varios años que la mayoría de sus instrumentos habían dejado de funcionar por falta de energía.

Al momento de quedar incomunicada, estaba a 12 mil millones de kilómetros de la Tierra, más del doble de la distancia media que nos separa de Plutón. Iba en dirección a Aldebarán, una estrella muy brillante de la constelación de Tauro, la que vemos en el ojo del toro. Se calcula que, si ningún meteorito lo impide, llegará allí dentro de unos dos millones de años.

Una suerte similar corrió su hermana gemela, la *Pioneer XI*. Lanzada el 5 de abril de 1973, esta sonda debía estudiar al otro gigante del Sistema Solar: Saturno.

No obstante, antes de alcanzar ese destino, pasó a solo 41.000 km del polo sur de Júpiter. Así, no solo confirmó los datos de la *Pioneer X* sino que, además, obtuvo fotografías novedosas de ese planeta y

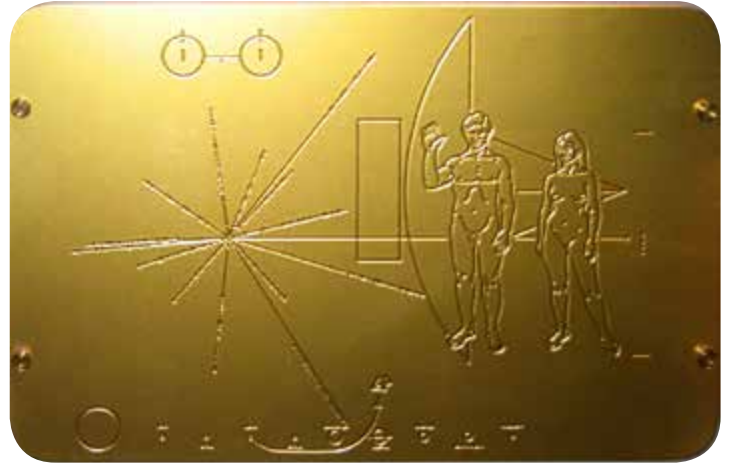
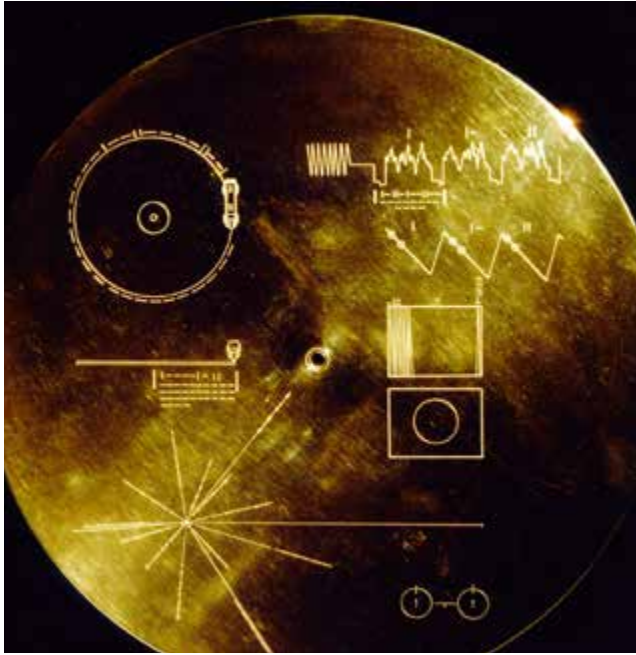
de sus satélites. Finalmente, en setiembre de 1979, la *Pioneer XI* llegó a Saturno con todo su instrumental funcionando.

En ese momento, hubo una fuerte discusión en la NASA acerca de la trayectoria que debía seguir la nave. La cuestión era si debía o no atravesar los anillos que rodean el planeta. Debido a que se estimaba un alto riesgo de colisión, se decidió que la nave atravesará el plano de los anillos que rodean a Saturno, a una distancia segura. Esto permitió determinar que están compuestos por trozos de hielo y rocas; también permitió descubrir la presencia de un quinto y sexto anillo, ambos muy tenues con respecto a los otros cuatro ya observados desde la Tierra.

Pero el hallazgo más significativo del paso de la nave por Saturno fue la revelación de la existencia de un undécimo satélite, hasta entonces desconocido.

Como su antecesora, la *Pioneer XI* aprovechó el impulso gravitatorio para continuar su viaje a las estrellas. Se esperaba que sus señales de radio cesaran en 1987. Sin embargo, recién en setiembre de 1995 la falta de energía la desconectó para siempre.

Se dirigía a la estrella Lambda, en la constelación del Águila, a donde se calcula que llegará en unos cuatro millones



El astrónomo Carl Sagan persuadió a la NASA para que se incluyera en las misiones Pioneer una placa que contara cómo es el ser humano y en qué lugar del universo se encuentra la Tierra.

También las Voyager llevan otro mensaje que es, a la vez, visual y auditivo: un disco de oro que contiene imágenes y sonidos de nuestro planeta.

de años, si no la desvía la gravedad de algún cuerpo celeste o no la destruye un meteorito. Pero eso nunca lo sabremos.

La Gran Gira

Si bien la tecnología de la década de 1960 nos había llevado a la Luna, pensar en aquella época en un viaje más allá de Marte se veía como una empresa imposible. Entre otras cosas, porque haría falta mucho más combustible para impulsar la nave y porque, al viajar a una distancia tan enorme del Sol, los paneles solares serían insuficientes como fuente de energía para el instrumental.

Pero la predicción de que en la década del 70 se produciría una alineación de los planetas exteriores (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno), que solo se da cada 175 años, hizo reconsiderar la idea. Era una oportunidad única para aprovechar el impulso gravitatorio de esos gigantes del Sistema Solar para propulsar una nave y llevarla hacia esos puntos del cielo. Por ejemplo, el tiempo de vuelo a Neptuno podría reducirse de treinta años a solamente doce.

La trayectoria más eficiente desde el punto de vista energético no era la que pasaba por Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, sino por Júpiter, Saturno y Plutón (JSP) o por Júpiter, Urano y Neptuno (JUN). Para realizar la trayectoria JSP, la nave debía ser lanzada en 1976 o 1977, y para efectuar la trayectoria JUN, en 1979.

La NASA propuso entonces varias misiones, denominadas genéricamente como *Grand Tour*. El plan consistía en lanzar cuatro sondas. Dos para cada trayectoria. Por recortes presupuestarios sufridos a

comienzos de la década de 1970, el proyecto padeció numerosas idas y vueltas. Finalmente, se decidió que dos naves Pioneer –que iban a ser utilizadas para el exitoso programa que estudiaba el Sistema Solar interno– fueran transferidas desde la División de Ciencia Solar de la NASA a la de Ciencia Planetaria.

Ambos aparatos fueron equipados con generadores de energía nuclear y lanzados con el nombre de *Pioneer X* y *Pioneer XI*, y sus objetivos científicos prioritarios consistían en determinar el peligro que entrañaban el paso por el cinturón de asteroides y los potentes cinturones de radiación que –se sospechaba– rodeaban a Júpiter. Nadie quería arriesgarse a enviar una sonda más compleja sin conocer previamente cuán riesgosas eran esas amenazas.

El éxito de ambas misiones permitió entonces planear los viajes de otras dos sondas un poco más sofisticadas, que sí aprovecharían el alineamiento planetario: las *Voyager*. Su misión original era visitar Júpiter, Saturno y sus lunas, y explorarlos mucho más acabadamente que sus antecesoras, las *Pioneer*.

Curiosamente, primero fue lanzada la *Voyager II*, el 20 de agosto de 1977 y, 16 días después, el 5 de setiembre, su hermana gemela: la *Voyager I*. No obstante, la trayectoria elegida para esta última –entre más de 10.000 estudiadas– le otorgó un impulso gravitatorio mayor y un recorrido más corto, que le permitió llegar a Júpiter en marzo de 1979 –cuatro meses antes que la *Voyager II*– y a Saturno en noviembre de 1980.

Sin embargo, gracias a la disposición de los planetas gigantes, la *Voyager II* no

solo pudo visitar Júpiter y luego Saturno (en 1981), sino también Urano (en 1986) y Neptuno (en 1989).

Además de enviar infinidad de datos sobre los campos magnéticos y las partículas que componen aquella zona del cosmos, las dos sondas mandaron numerosas fotografías de los planetas y sus satélites.

Diseñadas para funcionar durante cinco años, las *Voyager* siguen hoy –casi 40 años después de su lanzamiento– en contacto con la Tierra y poseen suficiente combustible y electricidad como para seguir operando hasta el año 2025.

“Actualmente se mantienen en operación los sistemas básicos. Hace rato que se suspendió el envío de imágenes con el fin de ahorrar energía y memoria”, informa Machado.

Las *Voyager* disponen de un sistema de almacenamiento de datos para su posterior transmisión a la Tierra consistente en una cinta digital con una capacidad de 68 kilobytes, el equivalente a la información que contiene este artículo que usted está leyendo. Es una memoria tan exigua –era lo que permitía la tecnología de la década del 70– que durante los encuentros planetarios la cinta debía grabar, rebobinar, reproducir y volver a rebobinar varias veces al día.

Como el procesamiento de imágenes usaba mucha memoria, los científicos que dirigen la misión decidieron borrar el software que controla la cámara y dejar espacio disponible para almacenar y transmitir datos sobre las partículas que componen los confines del Sistema Solar.

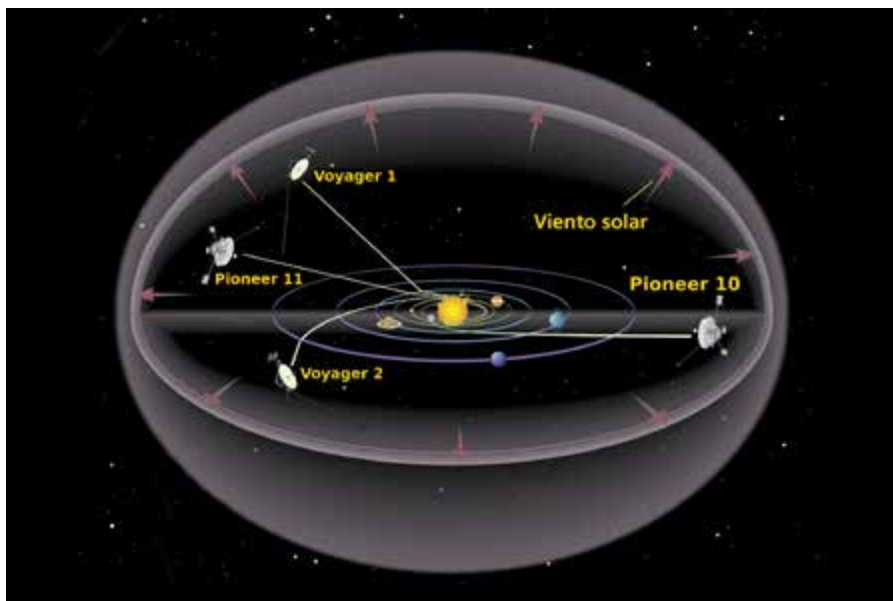


Gráfico que muestra las distintas trayectorias que tomaron las distintas sondas, hacia puntos diferentes del universo.

Se calcula que las *Voyager* tardarán unos 40.000 años en alcanzar las proximidades de la estrella más cercana.

Un paso al más allá

La *Voyager I* está en la delantera en la carrera hacia las estrellas. Hace pocos meses se confirmó que en agosto de 2012 la nave cruzó la “frontera” que marca el límite de los dominios del Sol. Una zona adonde ya no llega el viento solar y empieza el espacio interestelar.

“Es un hito histórico. No solo porque es la primera vez que un producto del ser humano sale del sistema solar, sino porque ese objeto está haciendo mediciones directas en aquel lugar y está confirmando las predicciones que se habían hecho aquí en la Tierra”, considera el doctor Sergio Dasso, profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA en los departamentos de Física y de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, e investigador del Conicet en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio. “Además, los magnetómetros que están funcionando a bordo de la sonda, y sirven para medir el campo magnético, fueron diseñados por el doctor Mario Acuña, un ingeniero argentino que trabajó durante décadas en la NASA”, añade, con inocultable orgullo.

Tomó más de un año confirmar oficialmente el hecho. Se había producido una oscilación significativa en los datos que enviaba la nave. El aparato había detectado una disminución considerable de las partículas que viajan con el viento solar y un fuerte aumento de la cantidad de rayos cósmicos galácticos.

Pero aseverar que efectivamente la humanidad había dado ese paso trascendente requería de un análisis muy pormenorizado de la información que llegaba desde unos 19 mil millones de km de distancia, tras viajar durante unas 17 horas. “En estas condiciones es muy difícil distinguir la señal entre el ruido. Es como comprender palabras en medio de bocinazos”, ilustra Dasso.

Falta Plutón

Hasta ahora, la exploración del Sistema Solar omitió a Plutón. El objetivo es llegar pronto a ese planeta enano, porque está empezando a recorrer la parte de su órbita más alejada del Sol. Durante ese recorrido, que dura décadas, el planeta se enfría y oscurece cada vez más, lo que dificulta tomar imágenes y estudiar su atmósfera.

Por eso, en enero de 2006 se lanzó la sonda *New Horizons* cuya misión es examinar Plutón y su satélite más grande: Caronte. La nave ya atravesó la órbita de Neptuno y se espera que llegue a su destino en julio de 2015.

Aunque todavía la NASA no aprobó el proyecto, los científicos planean extender la misión para que la sonda visite algunos objetos del Cinturón de Kuiper, un conjunto de cuerpos helados de muchísima antigüedad –restos de cometas– que orbitan alrededor del Sol en los extremos del Sistema Solar.

Para después no hay planes. Pero la trayectoria de *New Horizons* está dirigida hacia el espacio interestelar.

Botellas al mar

En la década del 70, la expectativa de tomar contacto con una civilización extraterrestre era grande. Esto llevó a que el astrónomo Carl Sagan persuadiera a la NASA para que incluyera en cada una de las *Pioneer* una placa con un mensaje que informara, a quien la encontrara, cómo es el ser humano y en qué lugar del universo se encuentra la Tierra. Las chapas, que incluyen símbolos que –se supone– una cultura inteligente podría descifrar, se construyeron en aluminio recubierto con oro y hoy viajan en ambas naves.

También las *Voyager* llevan un mensaje. En este caso, un poco más sofisticado. Se trata de un disco de cobre enchapado en oro que contiene imágenes y sonidos de nuestro planeta, incluyendo saludos en diferentes idiomas. (Ver imágenes pag. 12)

Considerando que la probabilidad de que alguien encuentre alguna de estas naves es muy baja, la NASA no incluyó mensaje alguno en la *New Horizons*. No obstante, existe una iniciativa privada –la *New Horizons message initiative*– cuyo objetivo es convencer a la agencia norteamericana para que acepte grabar un mensaje interestelar en la memoria de la nave.

Mientras tanto, las cinco sondas transitan el espacio en direcciones diferentes. Cada una enfila a un punto distinto del cielo.

Quizás, dentro de unos pocos miles de millones de años, cuando la Tierra sea un rescoldo, encontremos a alguna de ellas orbitando un planeta habitable. **12**

Humedales

Maldito pantano

Hasta hace poco, en todo el mundo se los combatía y eran sinónimo de las peores pestes, a pesar de que son sitios de reserva y purificación de agua, que amortiguan inundaciones y mitigan los efectos del cambio climático. Hoy, se los revalorizó, y la Argentina discute en el Congreso Nacional proyectos para su preservación y manejo sustentable.

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



Tal vez creemos que no los conocemos, pero raramente esto suceda. Están por todos lados, aunque todos juntos no llegan a ocupar ni el 10 por ciento de la superficie del planeta. Es posible hallarlos en las altas cumbres o en las llanuras, en zonas heladas o tropicales, en regiones casi desérticas y en vergeles paradisíacos. Y, lo más curioso, es que varían mucho su aspecto según el momento en que se los visita. Existen desde tiempos inmemoriales, gozaron de muy mala fama y se les achacaron las peores pestes. Recientemente, se los revalorizó y se busca recuperarlos de todo el daño recibido. Aún más, una convención internacional, conocida como Ramsar, se reúne con representantes de 168 países del mundo, entre ellos de la Argentina, para protegerlos.

Se trata de los humedales, esos particulares tipos de ecosistemas con suelos saturados por agua o, incluso, inundados durante períodos relativamente prolongados de tiempo, que resultan estratégicos. Unos 2.161 lugares de todo el mundo han sido reconocidos como “Sitios de importancia para la conservación de los humedales”; y de ese total, unos 21 están en la Argentina. Algunos de ellos son la reserva porteña Costanera Sur,

los esteros del Iberá, en Corrientes, la laguna de los Pozuelos, en Jujuy, el Parque Nacional Laguna Blanca, en Neuquén o el Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas, en Tierra del Fuego.

“Entre el tres y ocho por ciento de la superficie del planeta está ocupada por humedales, según distintas estimaciones. En la Argentina abarcan, aproximadamente, el 23 por ciento de su superficie. Más allá de cuántos sean, tenemos una amplia variedad ubicada en diferentes alturas, latitudes, longitudes y con diversos climas”, precisa Roberto Bó, responsable del Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas-UBA).

Recientemente, se acaban de hacer los últimos trazos de un proyecto muy esperado. “Por primera vez, se hizo una regionalización de humedales de la Argentina. Además de elaborar un mapa, se caracterizó cada una de las regiones y subregiones identificadas”, precisa Rubén Quintana, profesor del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de Exactas-UBA. “El país fue dividido inicialmente en 10 regiones, algunas de las cuales a su vez fueron fragmentadas en subregiones. El número total

de ellas es, en definitiva, 25, cuantifica Bó, y no deja de destacar: “Es clave saber qué tenemos, dónde lo tenemos y cómo lo tenemos”. Por eso, el próximo paso es hacer un inventario nacional detallado de todos los humedales. De algunos de ellos, como los que se ubican en el corredor fluvial Paraná-Paraguay, ya se lo ha elaborado dentro de un proyecto de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Precisamente, esos sistemas de humedales alimentados por los ríos Paraná y Paraguay desbordan agua. En cambio, otros situados en la Puna o en la Patagonia son algo así como un oasis en el desierto. “En la cuenca del Paraná y del Plata sobra agua, pero a veces nos olvidamos de que las dos terceras partes de la superficie de la Argentina son áridas o semiáridas”, destaca Quintana.

En el 75 por ciento del territorio nacional, el agua es esquiva. Y los humedales permiten saciar la sed, aunque en algunos lugares sea sólo durante una parte del año. Tal es el caso de los ubicados en los Andes Centrales, que suelen congelarse en invierno, rodeados de suelos prácticamente desnudos. En verano, estos humedales son utilizados como sitios de pastoreo. Otro tanto ocurre en los mallines que convierten áreas de la



REGIONALIZACIÓN

“El proyecto de regionalización ha sido financiado con fondos del programa ‘Humedales para el Futuro’ de la Convención Ramsar”, especifica Rubén Quintana, quien formó parte de esta iniciativa, a cargo de la Fundación Humedales, que contó con la participación de especialistas del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad de San Martín y con la colaboración del GIEH de Exactas.

Laguna de Otamendi. La Reserva Natural hoy se ve de una forma, y dentro de dos años puede ser de un modo totalmente diferente. Los científicos estudian esta y otras reservas desde hace años y verifican sus transformaciones.

estepa patagónica en praderas productivas, con agua que no proviene de lluvias sino del derretimiento de los hielos de la cordillera.

En el noroeste, centro oeste y sur de la Argentina, los humedales salpican de vida a no pocos páramos. “En estas regiones, los humedales constituyen parches en una matriz de paisaje terrestre, y si bien no suelen ser de gran extensión, presentan una gran importancia a nivel local y regional, ya que son los lugares donde se acumula el agua necesaria para consumo de las comunidades locales, desarrollo de actividades agropecuarias, recarga de acuíferos subterráneos y hábitat de vida silvestre. También, proveen vegetación para alimento de fauna silvestre y ganado, y paisajes de importancia para el turismo y la recreación”, subraya en su informe la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Al sur de Santa Cruz y en Tierra del Fuego, con climas más húmedos, estos ecosistemas adquieren aspectos peculiares, como los turbales, que acumulan materia orgánica muerta (turba), y son clave para la regulación del clima, la hidrología y el sostenimiento de la biodiversidad.

Aunque todos ellos son considerados humedales y muchos se encuentran incluidos en sitios Ramsar, cada uno difiere en su aspecto. Las Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca son distintas al Glaciar Vinciguerra situado en latitudes australes, así también lo es la Bahía bonaerense de Samborombón. E incluso el mismo humedal no siempre muestra el mismo paisaje. “La Reserva Natural de Otamendi hoy se ve de una forma, y dentro de dos años puede ser de un modo totalmente diferente. Todo estará relacionado con el nivel que presenten las aguas”, observa Inés O’Farrell, vicedirectora del Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires (IEGEB). Ella, como parte del equipo de Limnología de Exactas, estudia este humedal desde hace quince años con muestreos en lagunas e imágenes satelitales, verificando sus transformaciones.

“En los años 1997-98, con el fenómeno climático de ‘El Niño’ se produjo una gran inundación con gran desarrollo de plantas flotantes. Las aguas eran muy claras con profuso desarrollo de aves, coipos y otros animales. En tanto, en el 2009, se registró una “Niña” tremenda. La laguna casi se seca, quedaba un relicto de ojo de agua, muy pocas aves, nada de plantas flotantes, ni mamíferos. Un

cambio total”, compara O’Farrell, desde su laboratorio en la Ciudad Universitaria.

Vigía PAMPA²

Hoy, la laguna Grande de Otamendi y otros espejos de agua son vigilados las 24 horas. Cada cinco minutos, sensores meteorológicos y ambientales situados en boyas de diseño nacional envían información en tiempo real a un servidor del Proyecto Argentino de Monitoreo y Prospección de Ambientes Acuáticos (PAMPA²), a cargo del Conicet.

“Datos en vivo de la temperatura del aire y del agua, vientos, nivel hidrométrico, conductividad, sólidos suspendidos, entre otros, son registrados por sensores meteorológicos y ambientales ubicados en seis boyas en cinco lagunas de la Región Chacopampeana. El objetivo es monitorear a largo plazo los cuerpos de agua, que son muy buenos registradores de las modificaciones climáticas en general”, precisa Irina Izaguirre, coordinadora del nodo Exactas de esta iniciativa en la que participan siete instituciones nacionales.

Al ser sensibles a los efectos del clima, estos ecosistemas sirven como centinelas a nivel científico. “La Red GLEON (Global Lake Ecological Observatory



Irina Izaguirre

Limnólogos en la laguna de San Jorge.

Network) monitorea lagos de todo el mundo en forma continua desde hace tiempo, y el proyecto PAMPA² estará integrado dentro de esta red internacional”, anticipa Izaguirre, directora del Departamento de Ecología, Genética y Evolución, profesora de Limnología en Exactas e investigadora del CONICET.

No sólo cuentan con esta información continua y estandarizada, registrada por los sensores, sino que una vez al mes los científicos recogen muestras de agua en esas lagunas y luego las analizan en el laboratorio. “Se toman muestras de fitoplancton y de zooplancton, y se realizan estudios físicoquímicos de nutrientes, clorofila y carbono orgánico disuelto, entre otros”, puntualiza Izaguirre desde el laboratorio de Limnología. Allí también, escritorio por medio, Haydeé Pizarro, profesora de Ecología y Desarrollo en Exactas e investigadora del CONICET, estudia cómo afectan a estos cursos de agua ciertas actividades humanas. “En particular –puntualiza–, estoy trabajando en el efecto del glifosato, el herbicida más usado en el mundo para el cultivo de algunos granos, que a veces de forma intencional o accidental llega a estos cuerpos de agua y afecta su calidad”.

En los sistemas naturales Pizarro toma muestras, pero también ha creado sus propias “lagunas” artificiales en la portaña Ciudad Universitaria para hacer ensayos experimentales. ¿Qué impacto genera el glifosato? “Produce un enorme deterioro de la calidad del agua, pues aumenta muchísimo el fósforo”, subraya, y enseña ejemplifica: “Muchas especies mueren, y otras se desarrollan mucho más, como algunas cianobacterias,

que suelen aparecer en situaciones extremas o en cuestiones relacionadas con la contaminación. Estas cianobacterias se expanden más, y a la vez, pueden usar el glifosato como fuente de fósforo para su desarrollo”.

Una relación difícil

Desde hace milenios, el hombre viene haciendo uso de los humedales. Y el vínculo con estos sistemas ha tenido no pocas idas y vueltas. En ocasiones, aprovechó equilibradamente sus beneficios, otras veces los combatió, transformó o devastó. “Por ejemplo, se estima que en los EE.UU. se perdieron más de un 50% (87 millones de hectáreas) de sus humedales originales; los porcentajes podrían ser iguales o mayores para otros países”, grafica un informe oficial argentino. El delta del Mississippi, en Norteamérica, es un ejemplo de destrucción que siempre se muestra como caso testigo de lo que no se debe hacer. “Allí se llegó al extremo de eliminar la mayor parte de la llanura aluvial del río debido a los endicamientos realizados. Además, se construyeron muchas represas que obstaculizaron el paso de los sedimentos, con el consiguiente impacto sobre la dinámica de formación de islas en su delta. El deterioro económico, ecológico y social es tal que hoy la población pide su restauración”, observa Quintana, quien destaca la importancia de tener este modelo en cuenta para no afectar el Delta del Paraná. “La hidrovía, que implicó el dragado y rectificación de algunos tramos del río, aceleró la erosión de los albardones de las islas”, plantea.

CONVENIO DE RAMSAR

“Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Así define al humedal la Convención Internacional de Ramsar, un tratado intergubernamental para preservar estos ecosistemas, que presenta el siguiente balance:

- Países contratantes: 168 (entre ellos, la Argentina desde el año 1992),
- Sitios designados en todo el planeta: 2.161 (21 de ellos están en nuestro país),
- Superficie total de humedales: 205.682.155 hectáreas del planeta (5.382.521 hectáreas están en la Argentina).

Fuente: Página oficial de la convención Ramsar.

http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-parties-parties/main/ramsar/1-36-123%5E23808_4000_2_Datada el 9/9/13.

Los humedales no son sistemas acuáticos, ni terrestres. Y esto ha costado entenderlo. “Suele creerse –sugiere Bó– que todo ambiente inundable es poco productivo, malo para la gente y hay que transformarlo. El principal problema que tenemos en la Argentina es que se compara a los humedales con los ambientes pampeanos y se los quiere homologar con ellos. Al convertirlo en un sistema terrestre se pierden las funciones del humedal”. Por ejemplo, si el Delta se aceptara tal como es, a todos nos iría mejor. “En el Paraná todos los años, en algún momento, el agua crece y, gracias a ello, es que se puede pescar mucho y bien. Cuando baja, se puede, por ejemplo, llevar vacas a engordar, aprovechando los nutrientes que ha traído el río y la alta productividad vegetal generada. Pero habría que hacerlo sólo entonces, y no necesariamente pretender que los animales pastoreen todo el año. Si se endica y no se permite el ingreso del agua en determinados momentos del año, poco a poco se perderá la fertilidad natural del suelo”, señala Bó.

Esta costumbre de trastocar los humedales viene de lejos, cuando su mala



Rodrigo Sinistro

Boya en la laguna de Otamendi con sensores meteorológicos y ambientales que envían información en tiempo real a un servidor del Proyecto Argentino de Monitoreo y Prospección de Ambientes Acuáticos.

fama ayudaba a pretender llevarlos a “buen terreno”. “Los humedales fueron lugares marginales, asociados con mosquitos y pestes. Eran considerados zonas que se debían drenar para así convertirlos en áreas productivas a imagen y semejanza de las tierras agrícolas terrestres. De este modo se eliminan todos los bienes y servicios que de por sí brindan”, agrega Quintana, investigador del CONICET.

La lista de sus funciones es larguísima. Los humedales sirven como primera línea de defensa contra las tormentas, reducen el impacto de las olas; retienen sedimentos y nutrientes; mitigan los efectos del cambio climático. Algunas plantas de estos ecosistemas como *Eichhornia* spp. (jacinto de agua), *Lemna* spp. (lenteja de agua) y *Azolla* sp. (helecho de agua) son capaces de absorber y “almacenar” metales pesados, como el hierro y el cobre, contenidos en las aguas residuales, según un documento de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

“Son –enumeran los especialistas– sitios de reserva y purificación de agua, amortiguan inundaciones, constituyen sumideros de carbono, numerosos peces los utilizan para cumplir allí parte del ciclo de su reproducción, además de ser el hábitat de distintas especies de aves”.

De hecho, la Convención Ramsar –por el nombre de la ciudad iraní donde se firmó en 1971–, “nació por la preocupación de aquellos científicos y naturalistas estudiosos de aves acuáticas,

incluyendo a los cazadores de patos, que veían que los humedales estaban siendo degradados y disminuían así sus trofeos de caza. A lo largo de los años esta concepción tuvo un vuelco y hoy se pretende preservarlos por su importancia ecológica, social y económica”, remarca Quintana.

Próximos pasos

“La Convención sobre los Humedales (Ramsar) promueve la realización de inventarios, los cuales brindan información de base para conocer cómo funcionan estos ecosistemas y cuál es su estado de conservación”, especifica Laura Benzaquen, del Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.


En este sentido, Quintana resalta que “el primer mapa de regionalización –científicamente finalizado y a presentar en la Convención Ramsar– es una herramienta de gestión importante para ir al segundo paso, que es el inventario nacional de humedales”.

Por su parte, el científico Bó afirma: “Por suerte, hoy el tema de los humedales es más reconocido y más valorado que antes. Ahora se discute en el Senado de la Nación una propuesta de ley de presupuestos mínimos para su conservación. Esa ley tiene que ver con planificar y ordenar estos ecosistemas, y para ello se debe saber qué se tiene, cómo se lo tiene y dónde está”.

Dos legisladores nacionales de distintas corrientes políticas solicitaron a los científicos asesoramiento técnico

para la elaboración de sendos proyectos. Uno es de la senadora Elsa Ruiz Díaz, del Frente para la Victoria, y el otro es del senador socialista Rubén Giustiniani. “Según pensamos, estas dos iniciativas se convertirán en una sola ley”, asevera Bó, uno de los especialistas consultados, al igual que Quintana, quien agrega: “Ambos proyectos proponen presupuestos mínimos, es decir, las consideraciones mínimas que todas las provincias deberían acordar para la preservación y el uso sustentable de los humedales. No sólo señala la cantidad de superficie a conservar sino también la forma para hacerlo, incluyendo medidas de manejo y restauración”.

Este marco legal, similar en la filosofía al de la ley de Glaciares o de Bosques, según Quintana, “es importante porque, ante un avance en la destrucción de un humedal, permite al ciudadano común hacer una presentación judicial basándose en los presupuestos mínimos”.

Olvidados, ignorados, combatidos, destestados, admirados, transformados, destruidos, codiciados, revalorizados; los humedales están vivos y cada vez más presentes en la agenda del mundo y de la Argentina. Se hicieron oír, aunque no hablan. Ocupan más lugar, a pesar de que algunos han desaparecido. Es que su historia dice más acerca de la humanidad que de ellos. Todo lo que la ciencia pueda descifrar de estos ecosistemas es poco; al lado de todo lo que los humedales revelan de nosotros mismos. 

Actividad solar y cambio climático

Chaparrones solares

La vida en la Tierra depende del Sol, por lo tanto, lo que suceda en esta estrella nos afecta, de algún modo. Fulguraciones, eyecciones coronales de masa (a las que se suele llamar tormentas solares) y la variación del número de manchas, son fenómenos con diferentes consecuencias. Algunos son transitorios y tienen efectos inmediatos sobre las comunicaciones y las redes eléctricas. Otros se extienden en el tiempo y pueden afectar el clima. Su influencia, sin embargo, no alcanza a opacar la contribución de la acción humana al calentamiento global.

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

A comienzos de 2013 la NASA advertía sobre el aumento de actividad solar, y que podría tener picos de tormentas que, si ocurrieran en la cara del Sol que enfrenta a la Tierra, serían capaces de generar, al menos en el hemisferio norte, problemas en las telecomunicaciones y en las redes de electricidad. Más allá de esas consecuencias puntuales, un interrogante es qué influencia tiene la actividad solar sobre el clima terrestre.

“Cuando se habla de actividad del Sol, hay que distinguir entre la actividad transitoria y la de largo plazo, y es esta última la que podría tener influencia en el clima”, señala la doctora Cristina Mandrini, directora del grupo de Física Solar, del IAFE, CONICET-UBA.

Mandrini investiga los mecanismos solares que inciden en la producción

de eventos transitorios, como las fulguraciones o las eyecciones de masa de la corona solar, que pueden durar, a lo sumo, algunas horas. “El objetivo es determinar las condiciones para que se produzcan estos eventos, de modo de poder predecirlos mejor”, afirma la investigadora”.

Mil bombas al unísono

“Un evento transitorio libera una cantidad de energía equivalente a la explosión simultánea de cinco mil millones de bombas, como las lanzadas en Hiroshima, y ello ocurre, por lo general, en las cercanías de las manchas solares”, grafica Mandrini.

En los momentos de actividad, el Sol emite radiación de alta energía y partículas aceleradas. En algunos casos se produce eyección de material al medio interplanetario y, si ello se genera justo enfrente

de la Tierra, no hay forma de evitar el impacto. “Esa masa puede afectar el campo magnético terrestre, lo comprime y lo “abre”, y por un fenómeno que se llama reconexión, esas partículas con alta energía ingresan a la atmósfera por los polos terrestres”, detalla Mandrini.

En las regiones polares, esas partículas energéticas dan lugar a hermosas auroras: fenómenos de brillo o luminiscencia que se observan en el cielo nocturno.

Apagones en la Tierra

Ese ingreso de partículas energéticas también puede llegar a producir estragos en las redes de electricidad de las grandes ciudades del hemisferio norte. Por ejemplo, en marzo de 1989, la ciudad de Quebec, en Canadá, padeció los efectos de una fuerte tormenta solar, que causó un gran apagón que duró 90 segundos. Asimismo, la red eléctrica de

INFLUENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR

Los ciclos de máximos y mínimos solares tienen poca influencia en la irradiancia solar total, que es “el flujo de radiación emitido por el Sol desde el infrarrojo hasta el ultravioleta”, explica Mariela Vieytes, doctora en física e investigadora del CONICET en el IAFE.

Y prosigue: “Esa irradiancia solar total, que antes se consideraba como una constante, tiene variaciones del 0,1%”. Sin embargo, si se indaga esa variación según las diferentes longitudes de onda en la irradiancia solar espectral, se observan variaciones mayores. “En la zona del ultravioleta, por ejemplo, puede ser entre el 20% y el 50% respecto del rango visible”, subraya Vieytes.

En los últimos años, se está estudiando cómo influye ese cambio en la radiación UV, a lo largo del ciclo, en diferentes procesos, en particular en la química de la atmósfera, por ejemplo, el ozono y el oxígeno molecular que se forman a partir de esa radiación, según indica la investigadora. En efecto, el cambio en esa radiación modifica la cantidad de ozono presente en la estratosfera.

“Estudiar la irradiancia solar espectral, tanto en forma observacional como en su modelado, es de suma importancia pues constituye un parámetro de entrada fundamental para los modelos climáticos actuales y, al modificarse, puede cambiar los resultados”, concluye Vieytes.

Montreal se vio paralizada durante más de nueve horas; las pérdidas económicas fueron millonarias.

Las tormentas solares también pueden causar interferencias en las señales de radio y afectar los sistemas de navegación aéreos en ambos hemisferios. En general, las áreas más castigadas son las cercanas a los polos. Sin embargo, en septiembre de 1859, gran parte del planeta sintió los efectos de una intensa tormenta solar. En Estados Unidos y el Reino Unido las líneas telegráficas quedaron inutilizadas, y pudo verse una aurora boreal en zonas alejadas de los polos, como Roma o Hawái, aunque no se vieron en el hemisferio sur.

“Cuanto más dependientes seamos de la tecnología, más vulnerables estamos frente a las tormentas solares”, destaca Mandrini. Es por eso que la NASA envía advertencias cuando los datos indican que puede haber riesgo de mayor actividad.

A la variación del número de manchas se lo conoce como “ciclo solar”, y dura aproximadamente 11 años. Como los eventos activos ocurren en la proximidad de manchas solares, cuantas

más manchas haya (máximo del ciclo solar), mayor es la probabilidad de que ocurra un evento activo. Sin embargo, se ha observado que los eventos activos más energéticos tienden a ocurrir durante la caída del ciclo solar. “En el 2003, por ejemplo, el Sol estaba en la fase de decaimiento de actividad y sin embargo ocurrieron varias fulguraciones y eyecciones coronales de masa en unos pocos días, a fines de octubre y principios de noviembre. Como resultado de estos fenómenos Japón perdió tres satélites de comunicaciones”, comenta Mandrini.

Las tormentas solares pueden afectar a las personas, en el caso de astronautas en caminata espacial, o pasajeros de un vuelo transpolar, pues las fulguraciones emiten rayos X de muy alta energía.

Mientras que la radiación emitida en el Sol tarda 8 minutos en llegar a la Tierra, las partículas que componen a las eyecciones de masa viajan a una velocidad media de 500 kilómetros por segundo y pueden tardar entre algunas horas y tres o cuatro días en afectar el campo magnético terrestre. Es decir, es posible dar alertas, pues el Sol es monitoreado durante las 24 horas diarias.

Ciclos de actividad

El Sol, como muchas otras estrellas, tiene ciclos de mayor actividad y períodos de “reposo”, que se vinculan al número de manchas solares. A partir de 1859 se comenzaron a realizar observaciones sistemáticas, y con estos datos y otros registros anteriores, se determinó que los ciclos duran alrededor de once años. Actualmente el Sol está transitando el ciclo 24, luego de un período sin manchas solares. Éstas comenzaron a aparecer nuevamente, en pequeño número, a mediados del 2009.

“Las manchas solares son concentraciones de campo magnético intenso, pueden alcanzar hasta 3000 gauss, medida de la densidad del flujo magnético”, indica Mandrini. Esa magnitud es importante si se piensa que el campo magnético terrestre es de 0,5 gauss, y el de un pequeño imán, alrededor de 100 gauss.

En el pasado, algunos ciclos de menor actividad solar tuvieron efectos en el clima terrestre. A mediados del siglo XIX, cuando las manchas comenzaron a estudiarse de manera sistemática, se buscaron los registros previos y se vio que había un período de 70 años, entre 1640 y 1715, en el que casi no había registros

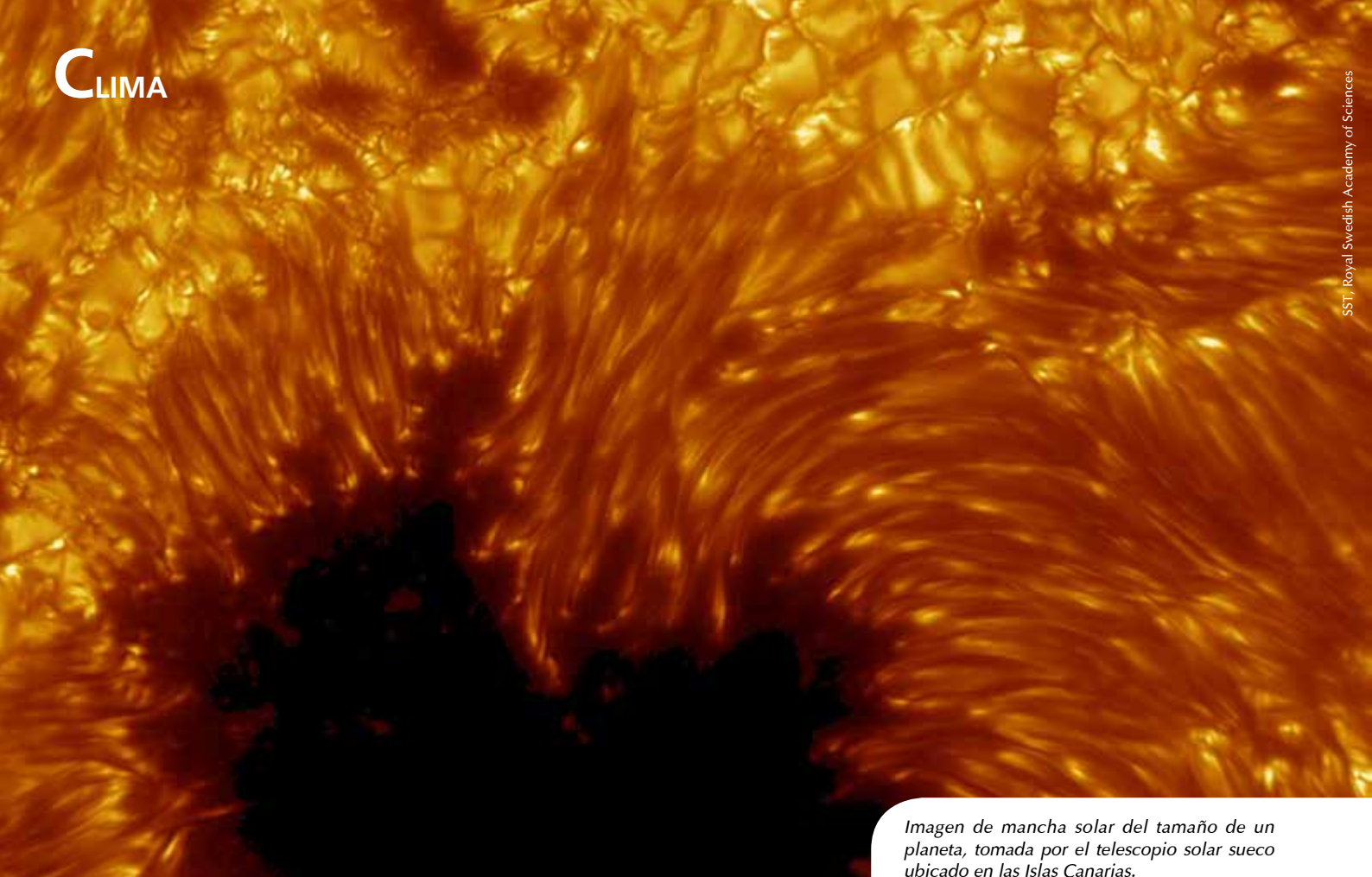


Imagen de mancha solar del tamaño de un planeta, tomada por el telescopio solar sueco ubicado en las Islas Canarias.

de manchas solares. En realidad se habían identificado alrededor de 50 manchas, mientras que lo habitual era entre 40 mil y 50 mil.

El interrogante era si fallaba el registro, o si, efectivamente, las manchas no se habían producido. El astrónomo británico Edward Maunder se abocó a estudiar el tema y llegó a la conclusión de que en ese período las manchas habían estado casi ausentes. Tampoco había registros de auroras polares, que eran habituales en Gran Bretaña y los países escandinavos. Pero lo más llamativo fue que en esa región, y durante ese lapso, se habían registrado inviernos muy fríos con intensas nevadas. Es más, cuadros de la época muestran canales y ríos convertidos en pistas de patinaje sobre hielo.

La relación entre manchas solares y clima también puede determinarse con el estudio de los anillos de los árboles (dendrocronología). En efecto, los anillos de crecimiento grabados en el tronco de un árbol indican no sólo la edad, sino también –según su mayor o menor grosor– la variación en el crecimiento, y por ende, los cambios en las condiciones climáticas. Durante los períodos fríos, los anillos son más delgados.

El creador de la dendrocronología, el astrónomo estadounidense Andrew Douglass, pudo mostrar que durante los 70 años de ausencia de manchas solares, los anillos de los árboles eran muy delgados y que, además, mostraban concentraciones muy altas de carbono radiactivo. Este último dato era indicador de que la Tierra había estado sometida a una mayor afluencia de radiación cósmica.

Cabe destacar que, durante el ciclo de máxima actividad solar, los rayos cósmicos provenientes del espacio interestelar encuentran mayor dificultad para ingresar a la atmósfera terrestre. En cambio, en los mínimos solares, los rayos cósmicos tienen acceso libre. Así, su mayor o menor ingreso es indicador de alta o baja actividad solar. Para conocer esos parámetros en el pasado, pueden analizarse los hielos antárticos a gran profundidad, y determinar la mayor o menor presencia de ciertos isótopos de origen cósmico.

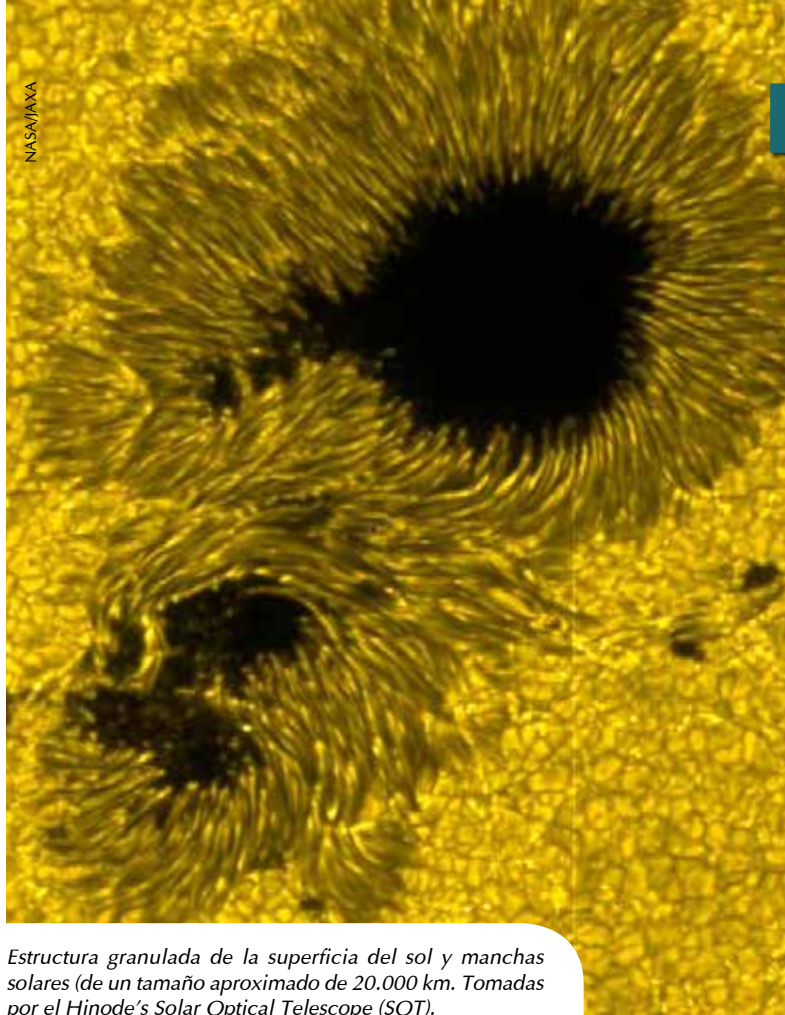
Mínimo solar y temperatura global

Si del Sol depende la vida en la Tierra, se puede pensar que el clima, y por ende, el calentamiento global se encuentran ligados a los ciclos de actividad de

nuestra estrella. “Desde principios del siglo XXI, tuvimos un mínimo solar prolongado y muy profundo. Se esperaba que el nuevo ciclo comenzara en 2007, cuando empezó en realidad un mínimo de varios meses sin manchas solares. Recién a mediados del 2009 comenzó un nuevo ciclo solar que está alcanzando un máximo en 2013, pero con reducido número de manchas solares, aun menor que en el ciclo 1968-1970. En éste, las temperaturas de la Tierra fueron bastante más bajas que en las dos décadas anteriores y por supuesto menor que el calentamiento posterior”, indica la doctora Rosa Compagnucci, investigadora del CONICET en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, de Exactas-UBA.

En un artículo publicado en *Advances in Space Research*, Compagnucci junto con el doctor Rodolfo Cionco, investigador de la Universidad Tecnológica Nacional, predicen un ciclo de mínima actividad solar que tendrá influencia en el clima global.

“Si la actividad solar no hubiese disminuido tanto, la tendencia de la temperatura habría seguido en aumento, como lo venía haciendo en los últimos 50 años, y esto significa que el dióxido de carbono antropogénico frenó el enfriamiento que podría haberse producido”, destaca



Estructura granulada de la superficie del sol y manchas solares (de un tamaño aproximado de 20.000 km. Tomadas por el Hinode's Solar Optical Telescope (SOT).

EL SOL Y LOS RÍOS

Un equipo de investigadores del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) halló una correlación entre las manchas solares y el caudal del río Paraná, en una escala de entre veinte y treinta años. El análisis fue realizado a partir de datos tomados en una estación de medición de la ciudad de Corrientes, que efectúa un monitoreo diario en forma continua desde 1904.

“Mostramos que el caudal del Paraná es mayor en las tres últimas décadas, con un valor medio casi 20% más alto que en los primeros setenta años del siglo XX. En particular, durante los últimos treinta años se incrementó en los meses de caudal mínimo (mayo a diciembre), mientras que se mantiene más o menos constante en los de máximo”, señala la doctora Andrea Buccino, investigadora del CONICET en el IAFE, que firma el artículo publicado en *Physical Review Letters* junto con el doctor Pablo Mauas, investigador del CONICET en el mismo instituto.

El mayor caudal del río se había atribuido a la deforestación del Amazonas, que facilitaría el drenaje del agua. Sin embargo, según destacan los investigadores, la misma tendencia se encontró también en otros ríos de la región, como el Iguazú, cuya cuenca no ha sufrido cambios significativos en el uso de la tierra durante el siglo XX.

Los investigadores concluyen que la variabilidad del caudal del Paraná tiene diferentes componentes temporales: en una escala de siglos, esa variación sería parte del cambio climático global; en una escala de décadas, habría una fuerte correlación con la actividad solar: el mayor número de manchas y la irradiancia solar. En una escala más pequeña, anual, la variación en el caudal se vincula con el fenómeno de El Niño.

la investigadora, que a continuación aclara: “Yo no niego que el dióxido de carbono tenga influencia, pero no hay que desestimar al Sol”.

Teniendo en cuenta que la variación en la irradiancia solar es del 0,1%, Compagnucci señala: “El cambio en la irradiancia solar genera un feedback en el sistema climático, por ejemplo en la nubosidad, y algunos aspectos, como la influencia de los rayos cósmicos galácticos en la nubosidad, no son tenidos en cuenta en los modelos”. La cantidad y tipo de nubes afecta el aumento o disminución de la temperatura.

Según Compagnucci, “el escenario climático que en el 2001 predecía la temperatura de las futuras décadas, no se cumplió en el 2010, ya que se pronosticó un aumento de temperatura que no ocurrió, pues ésta se mantuvo relativamente estable a partir del 2001, y el IPCC no explica completamente”.

Por su parte, la doctora Inés Camilloni, investigadora del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA CONICET/UBA) detalla: “Se producen cambios en el clima cuando el sistema climático sale de las condiciones de equilibrio entre la energía que recibe del Sol y la que se devuelve al espacio. Ese desbalance, que se genera cuando hay más gases de efecto

invernadero, o erupciones volcánicas, se denomina ‘forzante radiativo’, y su valor permite medir la importancia relativa de las distintas causas que producen cambios en el clima”. En efecto, los investigadores pueden calcular cuánto cambió el forzante radiativo entre 2011 y 1750 (inicio de la Revolución Industrial). En ese período, se sabe qué erupciones volcánicas hubo, se conoce la energía del Sol, y la concentración de gases de invernadero.

“Se comprobó que el forzante radiativo de gases de invernadero que se incorporan por la acción humana es mucho mayor que el asociado a cambios en la radiación solar”, destaca Camilloni. Según la investigadora, “el impacto de los cambios en la energía solar es mínimo, comparado con el aumento de gases de invernadero o las erupciones volcánicas”. Estas últimas producen un forzante radiativo negativo.

El último informe del IPCC, presentado en septiembre de 2013, en Estocolmo, Suecia, confirma que la causa del calentamiento global reside en la acción humana. Señala que el calentamiento “es inequívoco y desde 1950 son muchos los cambios observados en todo el sistema climático que no tienen precedentes en los últimos decenios o milenios”, y

prosigue: “Es sumamente probable que la influencia humana haya sido la causa dominante de este calentamiento”.

Al respecto, concluye Camilloni: “Esa afirmación surge del juicio experto de los científicos, del nivel de certeza del análisis de la información disponible”.

Frente a la hipótesis del efecto de los gases de invernadero sobre el calentamiento global, que cada día cuenta con más evidencias, algunos investigadores sostienen que la influencia de la radiación solar sobre el clima no puede desestimarse. En este complejo panorama, lo que se sabe a ciencia cierta es que la irradiancia solar total varía muy poco con la actividad solar. Pero habría otros factores que también afectarían el clima, como la acción de los rayos cósmicos, las variaciones de la radiación UV a lo largo del ciclo solar y su influencia en la química atmosférica, entre otros. Los investigadores aseguran que el Sol influye, pero que no logra opacar el rol de las emisiones de gases como producto de la actividad humana. | [↗](#)

Antifúngicos naturales

Antes de que se pudra todo

El deterioro de los alimentos por la acción de los hongos causa grandes pérdidas económicas y constituye un riesgo para la salud. El uso indiscriminado de antifúngicos sintéticos genera cepas resistentes y acumulación de residuos tóxicos en los productos alimenticios y en el medio ambiente. En este contexto, comienza a asomar una alternativa promisoriosa.

Gabriel Stekolschik - gstekol@de.fcen.uba.ar

El moho peludo que vemos crecer sobre el pan, el queso o la gelatina es, apenas, una mínima expresión de un problema que, por sus dimensiones, adquiere características preocupantes.

“Según la FAO (la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas), más del 25% de las cosechas a nivel mundial se pierden por ataques fúngicos”, consigna la doctora Virginia Fernández Pinto, quien –junto con Lucía da Cruz Cabral y Andrea Patriarca– integra un equipo de investigación en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. “Es un problema gravísimo tanto en cultivos frutihortícolas como en granos”, completa.

Es que los hongos son capaces de colonizarlo todo. Pueden tolerar la sal y el azúcar mejor que cualquier otro microorganismo, y crecer en jaleas y dulces o en carnes curadas y saladas. Incluso, dentro de un refrigerador.

No es de extrañar entonces que las frutas y las verduras sean muy susceptibles

al ataque fúngico, tanto mientras crecen en el campo como durante su almacenamiento post cosecha.

Y lo mismo sucede con los granos, como el trigo, el maíz, la cebada o el arroz. Pero, en este caso, el problema puede tener consecuencias más serias.

Hongos estresados

Además de estropear las plantas que el ser humano cultiva para alimentarse, muchas especies de hongos pueden producir micotoxinas. Estas sustancias son peligrosas para la salud pues está probado que pueden producir cáncer, malformaciones, inmunosupresión y también la muerte, tanto en el hombre como en otros animales. Estos efectos dependen del tipo de toxina y de su concentración en el alimento.

Los hongos pueden producir micotoxinas antes y después de la cosecha. Ello implica que los niveles del tóxico siguen incrementándose durante el almacenamiento. Finalmente, el veneno puede llegar al consumidor directamente con los materiales de origen vegetal o, indirectamente, a través de carnes, leche o

huevos de animales que ingirieron alimentos contaminados.

Además, como las micotoxinas son resistentes a la mayoría de los procesos industriales, el riesgo también está presente en los productos elaborados.

“Nadie se va a comer un alimento mohoso”, observa Fernández Pinto. “Pero, por ejemplo, se pueden comer inadvertidamente fideos elaborados con granos infectados por *Fusarium* (un género de hongos) algunas de cuyas especies producen micotoxinas en los cereales”, explica. “La cantidad de toxina presente en un solo grano de cereal puede ser muchísima, y los granos infectados pueden mezclarse con los sanos e ir juntos a la molienda”, advierte. “La Argentina desarrolló programas de alerta temprano muy buenos”, tranquiliza.

Los cereales son también afectados por las aflatoxinas, un grupo de hepatocarcinógenos producidos por algunos hongos del género *Aspergillus*.

“Cuando hay un lote de granos contaminado con aflatoxinas se lo suele destinar a la alimentación animal, porque



los rumiantes no son muy afectados por estas toxinas. El problema es que estas sustancias pasan a la leche, por lo cual no puede dársele al ganado lechero”, comenta Fernández Pinto, y agrega: “Las que sí son muy afectadas por las aflatoxinas son las aves, por eso la industria avícola presiona para que se establezcan límites de tolerancia muy bajos en los granos que se usan para alimentarlas”.

Si bien todavía no se sabe acabadamente qué es lo que lleva a los hongos a producir micotoxinas, existe una hipótesis: “Las toxinas son metabolitos secundarios, es decir, no son esenciales para el sostenimiento vital del microorganismo. En general, los hongos no producen micotoxinas cuando están en crecimiento activo. Lo que se presume es que es un disparador para la producción de estas sustancias es el estrés”.

Los hongos sufren estrés cuando se ve afectada su velocidad de crecimiento. La baja disponibilidad de agua, condiciones de temperatura extremas o la exposición a fungicidas son algunos de los factores que pueden provocar este fenómeno.

Agroquímicos antinaturales

En el campo, para combatir a los hongos se utilizan diferentes estrategias. Rotar cultivos, alternando una especie susceptible a la infección por estos microorganismos con otra poco o nada susceptible, es una de las alternativas.

Otra opción es el control biológico, es decir, el uso de organismos vivos que son enemigos naturales de la plaga que se quiere controlar. Así como se usan gatos para el control de los ratones, se pueden utilizar bacterias que atacan a los hongos para reducir o eliminar sus efectos dañinos. Pero la eficacia de estos productos depende de factores ambientales difíciles de controlar, como la temperatura o la humedad. Además, su espectro de acción contra diferentes plagas es menor que el de los plaguicidas químicos.

Por eso, la herramienta habitual en la lucha contra la infección fúngica es la utilización de agroquímicos, tanto en el sembradío como en los productos cosechados. “En general son sintéticos”, acota Fernández Pinto.

Según la investigadora, la utilización indiscriminada y excesiva de estos fungicidas provocó el desarrollo de cepas resistentes a los agroquímicos. “Esto motivó el uso de mayores dosis para combatir el mismo hongo y, en consecuencia, un incremento en la presencia de residuos tóxicos en los alimentos”, señala. “Por otra parte, si por su menor efectividad el antifúngico detiene el crecimiento del hongo sin llegar a matarlo, el microorganismo estresado comenzará a producir micotoxinas”, observa.

“Pero también, y no menos importante, como en general estos productos químicos no son biodegradables, aumentó su acumulación en el suelo, en las plantas y en el agua y están provocando una toxicidad ambiental muy significativa”, avisa.

Mientras que en algunos sectores de la opinión pública crece la preocupación por la contaminación alimenticia con residuos de estos agroquímicos, varios estudios recientes demostraron que algunos de los fungicidas más efectivos son peligrosos para la salud humana y, por lo tanto, fueron prohibidos.



Distintos efectos sobre los alimentos, producidos por hongos. Hongo del género *Penicillium* sobre una mandarina y hongos del género *Fusarium* en granos de choclo.



En este contexto, las investigaciones están dirigidas al desarrollo de alternativas más seguras y efectivas, que sean factibles desde el punto de vista económico.

Fungicidas naturales

Después de millones de años de evolución –prueba y error mediante– algunas especies vegetales hallaron la fórmula química para asegurar su supervivencia. Fue un largo tiempo durante el cual las plantas padecieron el ataque de plagas diversas. Mientras que algunas perecían, otras –mutantes– sobrellevaban la embestida porque –por azar– habían adquirido la capacidad de fabricar sustancias que repelían la agresión.

Hoy, esos compuestos químicos producidos por ciertos vegetales pueden constituirse en una alternativa a los agroquímicos sintéticos.

“La gran mayoría de estos fungicidas naturales son totalmente biodegradables y no son tóxicos. Incluso, algunos inhiben la producción de micotoxinas”, afirma Fernández Pinto.

Se los puede obtener de los tejidos o semillas de la planta a partir de los cuales se prepara un extracto. De éste, a su vez, se pueden destilar los aceites esenciales, que es donde se concentra la mayor cantidad de antifúngicos.

“Se pueden utilizar tanto los extractos como los aceites esenciales. Ambos están constituidos por una gran variedad de compuestos que actúan de diferente manera. Esto tiene dos ventajas: atacan

a distintos géneros de hongos e impiden que el microorganismo adquiera resistencia”, ilustra. “Además, son activos en estado de vapor, lo cual los hace potencialmente atractivos como fumigantes”, añade.

En general, los antifúngicos naturales están presentes en las hierbas aromáticas, especias y plantas medicinales. Eucalipto, lavanda, boldo, malva, manzanilla, poleo, citronella, orégano, ajo, pimienta de Jamaica, clavo de olor, comino, y cítricos como la naranja, el pomelo, la mandarina o el limón son algunos de muchos ejemplos.

El hecho de que se trate de vegetales ya utilizados en el consumo masivo les suma un valor agregado: “Se les han hecho todas las pruebas de toxicidad, que es lo que más encarece el desarrollo de un producto, y se sabe perfectamente cuál es la concentración límite que se puede utilizar”, asegura Fernández Pinto.

Pero no todo es un lecho de rosas. Uno de los principales problemas de estos antifúngicos es, precisamente, su aroma. “Los más efectivos tienen un olor terrible”, reconoce la investigadora.


Ante este inconveniente, una alternativa es utilizar el extracto vegetal como “condimento” allí donde sea compatible con el sabor del producto. Por ejemplo: aplicar al tomate oleoresina de orégano.

Pero la opción más promisoría parece ser la combinación sinérgica de dos o más extractos de plantas diferentes. De esta manera, no solo se consigue disminuir –con igual efectividad– la concentración

de cada antifúngico a niveles imperceptibles para el olfato sino que, además, se aumenta el espectro de hongos que se pueden combatir y se reduce la posibilidad de que aparezcan cepas resistentes.

“También se pueden hacer mezclas con algunos antimicrobianos sintéticos que son amigables con el medio ambiente, o con antifúngicos naturales de origen animal, como el quitosano, que se obtiene del caparazón del langostino y de algunos insectos”, informa Fernández Pinto.

Según la experta, “los antifúngicos naturales constituyen un campo de investigación muy extenso en el que hay muchísimas oportunidades para explorar”.

También, se abre la posibilidad de darle utilidad económica a una gran cantidad de yuyos y malezas que actualmente no son suficientemente valorados. | 



¿Cómo acercarte a la ciencia en tres pasos?



1 visitá

Noticias Exactas en <http://noticias.exactas.uba.ar>

2 sumate

a <http://facebook.com/NoticiasExactas> para recibir todas las novedades



3 seguinos

por Twitter a través de [@noticiasexactas](https://twitter.com/noticiasexactas)



noticias.exactas.uba.ar

el servicio de información científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Software para analizar normas jurídicas

Consistencia interna

Diana B. Costa - dianabeatrizcosta@gmail.com

No es noticia que las leyes pueden ser contradictorias, pero sí que gracias a la computación existe la posibilidad de que dejen de serlo. Un grupo de investigadores de la UBA está desarrollando un conjunto de herramientas que permite detectar automáticamente defectos poco evidentes para el ojo humano en documentos normativos.

La reunión de las autoridades de la Universidad se había empantanao. El dilema era si correspondía o no otorgarle una licencia con goce de sueldo a un docente. Aunque existía una norma al respecto, en ese caso particular no resultaba tan clara su aplicación. En ese momento un grupo de docentes del Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas-UBA) se planteó una pregunta: ¿podría la computación ayudar para encontrar y corregir defectos en las leyes?

A partir de esta inquietud se formó un grupo de investigación que logró crear un lenguaje de fórmulas bautizado como *FormaLex*, término que surge de la unión de las palabras *formal* y *lex* (que significa ley en latín). Gracias a él lograron expresar las normas en un modo en que la computadora pueda analizarlas y detectar automáticamente qué inconvenientes pueden surgir en la práctica.

Fernando Schapachnik, profesor en el Departamento Computación de Exactas-UBA y doctor en Computación, es uno de los integrantes del proyecto. Explica que el primer paso para diseñar un software es describir cómo debe comportarse ese sistema. El punto de partida de este equipo de investigadores fue la premisa de que estas detalladas especificaciones y

ciertos tipos de documentos normativos tienen algunas similitudes. Mientras que las especificaciones de software se refieren a lo que tiene que hacer un programa informático, las leyes enumeran qué conductas están prohibidas, permitidas o son obligatorias para las personas. “De esta manera –afirma Schapachnik– podemos utilizar toda la maquinaria con la que contamos para asegurarnos de que el software esté bien diseñado, y adaptarla para ver si las leyes están bien hechas” o, como diría un matemático: si poseen consistencia interna.

En busca de la ley perfecta

Pero ¿qué significa que una ley esté bien hecha? Para este grupo de expertos en computación, significa que haya coherencia, es decir ausencia de contradicciones, aunque en los casos más complejos las inconsistencias no surgen a partir de una sola norma, sino de la conjunción de varias.

Uno de los ejemplos que da el profesor Schapachnik es el de un reglamento universitario. En uno de sus artículos se declara que no se puede contratar más de una persona para trabajar en una ventanilla de atención al público. En otro se determina que esa oficina debe estar abierta desde las diez de la mañana hasta las diez de la noche. En un tercero se prohíbe

que los empleados trabajen más de ocho horas. En este caso estamos frente a una contradicción, ya que resultaría imposible cumplir con las tres normas.

Como en este caso hipotético, las leyes a las que apunta la investigación son de carácter operativo. No se refieren a los proyectos que se aprueban en el Congreso de la Nación luego de arduos debates, sino a reglamentos como los que regulan el préstamo de un libro en una biblioteca o la aplicación de multas a automovilistas. Se trata de ámbitos en los que los conflictos raramente son judicializados y en los que casi no hay una mediación entre el texto y la persona que lo aplica. A esto se suma que, para las normativas de tipo operativo, no existe el registro de una jurisprudencia –es decir un archivo de sentencias anteriores– al que se pueda acudir en caso de dudas.

Otro punto de vista

Facundo Bargalló Benegas es abogado y controlador de faltas en la ciudad de Buenos Aires. En su oficina, acepta escuchar de qué se trata este proyecto. La explicación es interrumpida varias veces por otras personas que trabajan allí y también necesitan saber qué piensa: “¿Corresponde darle pago voluntario a esta falta de tránsito?” o “Dice el dueño de un local que tenemos que levantarle la clausura ¿Qué hacemos?”.



A pesar del ritmo agitado de la atención al público, Bargalló se toma el tiempo para entender en qué consiste el proyecto del grupo de Exactas-UBA, y opinar al respecto. Afirma que puede ser beneficioso mientras no se deje de lado el análisis de las leyes que puede hacer una persona, y prosigue: “Todos los días acá encontramos contradicciones, hay cosas que con algunas personas se aplican y con otras no, y desde un sistema tal vez es difícil entender por qué. Nosotros estamos en el contacto directo con la persona y cuando nos encontramos con una situación más carenciada o de discapacidad tomamos otras consideraciones.”

Bargalló muestra precaución acerca del tipo de defectos que puede encontrar una computadora, imagina que un sistema puede entender por contradicción algo que para una persona no lo es. “Desde muchas profesiones se piensa que los abogados terminamos complicando siempre el modo de complicar los sistemas, pero la verdad es que, si el programa lo predispone de un modo muy matemático, seguramente van a aparecer interpretaciones erróneas”, añade.

Por un momento hay tranquilidad en el box de la Unidad de Atención de Faltas número 132. Pero la pausa no dura mucho, un hombre de traje entra a la oficina y Bargalló le dice que enseguida lo va a atender. Antes de hacerlo da su conclusión sobre el proyecto de análisis formal de las leyes: “Este sistema busca darle más pureza a una norma y que en el futuro haya menos lugar para las interpretaciones a causa de que existan menos contradicciones. En parte es positivo, siempre y cuando funcione como un filtro más. El problema es que se puede quitar cierta flexibilidad a la hora de decidir, a menos que el objetivo sea que las normas estén mucho más estandarizadas.”

El secreto está en las fórmulas

La clave de este trabajo está en la traducción de las normas escritas a formulas matemáticas. El lenguaje oral y escrito que usamos para comunicarnos cotidianamente está plagado de ambigüedades. No obstante, logramos entendernos en función del contexto: aunque una palabra tenga varias acepciones, pocas veces dudamos de cuál es la que está en uso en cada caso particular. Si bien las imprecisiones del lenguaje no significan un obstáculo para nosotros, sí pueden serlo para una computadora.

A la hora de encontrar automáticamente defectos en las leyes, no era una opción que los sistemas analicen los artículos tal y como están redactados. Una alternativa era reescribirlos en un castellano muy cuidadoso, pero Schapachnik explica que decidieron utilizar fórmulas debido a algunas de las ventajas extra que ofrecen: “Cuando uno expresa qué debe hacer el software con un lenguaje matemático, ya tiene herramientas que lo toman y hacen algunos análisis. Por ejemplo, pueden ver si hay contradicciones”. De esta manera, los procedimientos que suelen utilizarse para analizar un software son aplicados a las leyes.

El tiempo, el tirano de siempre

Si bien Schapachnik afirma que la herramienta que están desarrollando puede ser de utilidad para mejorar las leyes, duda de si el trabajo que implica no lo puede realizar un humano en menos tiempo sin necesidad de usar una computadora. Aunque existen programas que detectan estos defectos con rapidez, para que esto sea posible es necesario un paso previo de traducción de las normas escritas en castellano al lenguaje FormaLex que crearon.

En este sentido, Schapachnik afirma: “estamos suponiendo que hay un especialista que traduce a fórmulas el texto de la ley y esto claramente demanda un esfuerzo. Nos preguntamos si en el tiempo que se hace este trabajo no se puede leer detalladamente la norma y encontrar los mismos defectos que la computadora encuentra automáticamente”

Como se describe en uno de los artículos que publicó el grupo de Exactas-UBA, para probar los resultados del lenguaje FormaLex trabajaron sobre el caso hipotético, pero de inspiración real, de un reglamento universitario. Como se trataba de un cuerpo de normas reducido, resulta difícil partir de esa experiencia para conocer cuál es la relación costo-beneficio del análisis que proponen.

Afortunadamente, existe un equipo de ingenieros y abogados de la Universidad FASTA de Mar del Plata que se interesó por este desarrollo y lo está aplicando al estudio de la Ley de Defensa del Consumidor. Ana Haydée Di Iorio, ingeniera en informática y co-directora del proyecto, revela que están codificando los 17 capítulos que componen la ley y calcula que a fin de año tendrán resultados en la detección de inconsistencias.

Mientras tanto, el grupo del Departamento de Computación de Exactas-UBA se encuentra trabajando para mejorar la capacidad expresiva de su lenguaje lógico: “Por ejemplo, la primera versión permitía hablar de una acción, pero no de quién la llevaba a cabo. Podríamos decir que estamos tratando de hacer la herramienta más poderosa”, adelantó Schapachnik. Mientras las investigaciones continúan, una pregunta queda pendiente: ¿nos espera un futuro de leyes más armónicas y menos contradictorias? |

Ciencia a toda costa

Silvia Marcomini y Rubén López son geólogos de Exactas que monitorean cientos de kilómetros costeros de las provincias de Buenos Aires, Río Negro y Chubut, e incluso de la Antártida. Mientras otros están de vacaciones, ellos –que son pareja desde hace años– trabajan en medir la erosión y el deterioro del litoral argentino.

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

Fotos: Gentileza Silvia Marcomini y Rubén López



Allí donde la tierra y el agua se unen, ellos hacen investigación. Esa escurridiza área costera es su objeto de estudio desde 1987. Y es el segundo hogar para estos dos geólogos graduados en Exactas, donde desde hace años comparten el laboratorio, además de la vida. Ellos son Rubén López y Silvia Marcomini, una pareja todo terreno que cada verano carga la camioneta cuatro por cuatro de la Facultad de Exactas con instrumental, carpa, víveres, combustible y todo lo necesario para monitorear cientos de kilómetros costeros, ya sea en la provincia de Buenos Aires, Río Negro o Chubut.

A veces el escenario es escarpado como los acantilados, otras es una extensa playa del Atlántico, o una isla en el Delta del Paraná, tampoco falta un glaciar, como en la última expedición de Marcomini realizada en la Base Esperanza en la Antártida. A cada lugar los lleva, juntos o separados, la misma obsesión: tomar registro de las modificaciones que se vienen produciendo en esa zona de transición que es la costa. Ellos, desde esa primera fila, han sido testigos de tiempos movidos.

“Uno observa fotos de años pasados y lo que ocurre ahora, y hay cambios que no pensamos que llegaríamos a ver”, coinciden, sin ocultar su asombro, y no dudan en ubicar al responsable: “El problema lo genera fundamentalmente el hombre con el mal uso de los recursos, por ejemplo, al eliminar la duna costera y construir allí urbanizaciones”.

Año tras año, ellos han tomado nota de las transformaciones sufridas por la costa, que muestra altas tasas de retroceso en Santa Clara del Mar y Mar de Cobo, así como niveles importantes de erosión en Mar Chiquita y Las Toninas. En el caso de Villa Gesell, ellos recuerdan que en su momento habían explicado la situación de deterioro al intendente de turno. “Esta persona no le daba importancia, hasta que

ocurrió una tormenta el 28 de diciembre de 2003, que tiró los balnearios, arrasó la costanera, todo. Entonces tomaron medidas, forzados por la situación”, relatan.

Acostumbrados a pensar en eras de millones de años, los geólogos saben que dos o tres décadas son un suspiro en la historia de la Tierra, pero para ellos es una gran parte de su tiempo académico. Ese presente tiene lugar en una zona donde no hay terremotos pero en la que nada queda demasiado tiempo donde estaba. Y esos vaivenes tienen consecuencias. “Es difícil estar en una sudestada, ver cómo se caen las casas y el sufrimiento de la gente que no encuentra respuesta”, precisa López, como uno de los aspectos más complicados de su tarea. “Uno, en general, en la Facultad genera un trabajo, empieza a tomar un camino que no sabe dónde termina, y nos toca estar con el beneficiado o perjudicado de lo que uno está estudiando o analizando”, agrega.

Jabalina en mano

A eso de las siete de la mañana, si la marea es baja, ellos están en la playa para tomar medidas y aprovechar al máximo las horas del día. Si la zona es turística, no faltará público en su trabajo. “De golpe, la gente ve a alguien con una jabalina y a otro con un prisma, entonces se pregunta: ¿Qué hacen estos tipos? Los que más se animan, se acercan a preguntar o mandan a sus hijos. Otros vienen directamente a retornos, confundiéndonos con personal del municipio, o creen que somos de la televisión y estamos filmando un documental”, relatan. Tampoco faltan los que miran de lejos y no con demasiada simpatía, como los dueños de los complejos edificios de cada balneario. En esos casos, “no tenemos muy buena recepción



porque nuestros trabajos dan cuenta de cómo afectan esas edificaciones en la playa”, describen.

No toda la arena es de combate, también hay muy buenas bienvenidas. Como hace años, van a los mismos sitios, algunos vecinos ya los esperan con mate en mano, y otros acercan fotos viejas de la costa, que sirven para comparar los cambios. Una semana o varias pueden permanecer en campaña. “Si uno monitorea la costa a lo largo de un mes, es posible contar con más variables, pues es probable que ocurra una sudestada o una baja extraordinaria”, ejemplifica Marcomini.

Veraneo antártico

Ella, este verano 2013, lo pasó en el hielo antártico. “Silvia – aclara su marido, con orgullo- fue una de las primeras geólogas en ir a la Antártida de expedición, hace 25 años”. Esta vez volvió al continente blanco con uno de sus proyectos, y fue a la base Esperanza, que “es diferente a todas, porque es la única donde viven familias todo el año. Las casas son muy bonitas y

EN GESELL

Charlas en colegios, en ONGs, son también parte de la tarea de los geólogos Marcomini y López. “La gente es muy respetuosa de los conocimientos académicos. Hemos llevado a todos nuestros alumnos a Villa Gesell e interactuamos con los vecinos en ambientes abiertos con convocatoria general. Les mostramos la problemática de las playas, desde mareas rojas, la flotación de algas, cómo perjudica la eliminación de la duna o la forestación”, indican.

nos alojamos en una de ellas con otras dos mujeres del ejército que iban a hacer logística”, recuerda.

Llegar hasta allí no fue fácil. En avión Hércules desde el aeropuerto de El Palomar en Buenos Aires hasta Río Gallegos. Ahí, esperar que pase el mal tiempo y, tres días después, otro Hércules los dejó en la Base Marambio. “Hubo una tormenta de nieve tremenda. El viento blanco no te deja ver nada y te voltea, no podés salir porque es peligrosísimo. Cuando la situación mejoró, un avión Twin Otter, que puede aterrizar en el hielo, nos dejó en Esperanza, situada en el pie de dos glaciares”, indica.

El objetivo de la expedición era hacer un estudio de la morfología costera y monitorear la contaminación asociada al desarrollo de esta base del ejército que cuenta con una dotación permanente de cincuenta personas. En esas lejanas latitudes, en 1978 nació la primera argentina en la Antártida, Marisa de las Nieves. En ese año, también abrió el primer jardín de infantes así como la escuela más austral, que hoy depende de Tierra del Fuego.

En esta estepa solitaria y desolada, los encuentros tienen un sentido especial. “Todos esperan el sábado porque se hace un pizza-baile. Es a la noche, aunque las 24 horas es de día, salvo a las cuatro de la mañana, en que hay una penumbra. Para ir a dormir, se debe cerrar la ventana”, narra Marcomini, y enseguida sonríe recordando los buenos momentos vividos. “Es como una gran familia. Se genera un clima de amistad que te hace sentir muy bien. El consumismo no existe. No se maneja plata, ni tarjeta, ni nada. Esto desocupa la cabeza, ¿no sabés cuánto! Te das cuenta de que todo es superfluo”, confiesa.

Este verano fue helado. “Mucho frío y nieve que tapaba los afloramientos y esto complicaba nuestro trabajo”, precisa. Si



BARCO A LA VISTA

Un barco, el "Ana de Hamburgo", también da información de cómo cambia la costa en Punta Médano. En este caso, la embarcación no estaba en el agua, sino encajada 500 metros tierra adentro. "Esto nos permitió ver cómo avanzó la playa. Buscamos fotos aéreas antiguas, ya que el barco había zozobrado por una tormenta en 1891. También nos ayudó en la comparación el testimonio, escrito por el capitán, de las circunstancias del naufragio. Eso nos permite descifrar cómo era la playa, el tipo de costa en ese entonces y compararla con el presente, para determinar cómo ha variado la zona", precisa Rubén López.

en plena ciudad un corte del servicio de Internet puede alterar a muchos, en medio de la desolación polar, el panorama se complica. "Cuando se cortó la comunicación, mucha gente enloqueció. El jefe de la base estaba preocupado por la situación, porque normalmente en esas condiciones hostiles algunas pequeñas cosas te mantienen equilibrado, entre ellas la computación, que te permite realizar tu ocupación, el contacto con la familia y la civilización. No tener qué hacer, no tener la cabeza ocupada, afecta el ánimo", resalta.

Para esta situación límite, ella estaba preparada gracias a los años de campaña en las costas, que van desde el Delta en el Tigre bonaerense hasta Camarones en Chubut. "Es más, en la Antártida se tiene toda la logística resuelta; en cambio, en las costas bonaerense y patagónica se debe resolver cómo llevarás el combustible, el agua, los víveres, el instrumental", enumera.

Patagonia de los vientos

Precisamente, mucho antes de partir de campaña, ellos preparan minuciosamente "la previa" en el laboratorio. "Programamos la campaña con la tabla de mareas para buscar el horario de marea baja que deja más despejada la

costa para hacer muestreos de sedimento, así como perfiles de playas con instrumental de medición que permite comparar la situación con respecto a años pasados. Con fotografías aéreas vemos las zonas donde vamos a hacer los estudios", cuenta López.

No es lo mismo Pinamar o Santa Teresita, con turistas que se cruzan y complican las mediciones, que las costas patagónicas donde lo único seguro a topar es el viento. "Antes de salir con la camioneta avisamos a dónde vamos y, si no volvemos en determinada fecha, que nos busquen", especifica López. ¿Qué no se pueden olvidar en el viaje de campaña? "La foto aérea del lugar, el GPS para ubicarnos y ¡pilas!, bolsa y palas para tomar las muestras, cámara de fotos, mucha agua por si ocurre un imprevisto, y el botiquín", agrega.

En alguna ocasión han pasado la noche en donde la camioneta se quedó empantanada, en compañía de las estrellas y los lobos marinos. "Como se lleva carpa y comida, uno está tranquilo porque tiene para sobrevivir varios días", dice Marcomini.

A veces, la camioneta puede llegar hasta un punto, y luego, a caminar, a un promedio de cuatro kilómetros por hora. "Caminar en la arena no es fácil. Hace calor y uno carga el instrumental que pesa 5 kilos. A la vuelta es peor, porque al cansancio del día se suman las muestras, que luego serán analizadas en el laboratorio. Quedás exhausto", asegura López.

Cuando en la Facultad ambos piden licencia para hacer trabajo de campaña en la playa, "parece que nos vamos de paseo y, en realidad, es un trabajo de sol a sol, de doce a catorce horas por día, y no parás", confía López. En febrero, llega su momento de descanso, cuando suelen tomarse sus vacaciones en familia. ¿A dónde van? ... A la playa, su lugar en el mundo. |

Santiago Ceria

El camino para un vínculo imprescindible

En 2011 el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva se asoció con dos cámaras, la de empresas del software y la que nuclea a las empresas de telecomunicaciones, para buscarle la vuelta al vínculo perdido entre el mundo de la academia y el de la producción. La propuesta fue la creación de la Fundación Sadosky, una herramienta novedosa que ya está dando sus frutos. Santiago Ceria, su director, habla de los desafíos que le deparan a la Fundación. Y al desarrollo nacional.

Armando Doria - mando@de.fcen.uba.ar
Fotos: Diana Martínez Llaser



No por ser triángulo resulta menos cíclico. Cuando Santiago Ceria recibió a Exactamente en su despacho de la Avenida Córdoba, la referencia al “Triángulo de Sábato” surgió naturalmente, como ocurre con recurrencia cuando se abordan temas de política científica en nuestra región. Ceria es graduado de la Facultad de Ingeniería de la UBA y profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, tiene experiencia en el mundo académi-

co, en el ámbito privado y desde la creación misma de la Fundación Sadosky es su director ejecutivo. Ceria, quién se crió “tratando de programar cosas divertidas” en su computadora personal de unos pocos Kbytes de memoria, encabeza, desde 2011, un desafío tan novedoso como central para el desarrollo industrial de nuestro país. Para explicarlo es que Ceria remite al Triángulo de Sábato. “En la Fundación estamos trabajando en ese lado del triángulo que vincula al sistema científico tecnológico y a la estructura pro-

ductiva; el propio Sábato decía que era el lado más difícil de todos porque acercar a estos dos sectores implica siempre superar barreras y prejuicios que dificultan todo ese proceso”, afirma.

Para completar el dato, se puede agregar que el Sábato del que hablamos se llamó Jorge, fue físico y tecnólogo. Resumiendo, postuló un modelo científico donde el Estado, la infraestructura científico-tecnológica y el sector productivo deben estar vinculados constantemente para

SUPERCOMPUTADORA

“Es un proyecto muy interesante. Se acercó a la Fundación una empresa muy buena de dos investigadores de la ciudad de La Plata que tuvieron la idea de desarrollar localmente supercomputadoras con una tecnología que se denomina FPGA”, relata Santiago Ceria. Esa tecnología refiere a computadoras que pueden trabajar con velocidad y eficacia a partir de procesar en forma paralela la solución de un problema particular. ¿Lo original? Ceria explica: “Pensalo como que nuestras computadoras de escritorio son de propósito general, están creadas para poder correr software de procesamiento de textos, de cálculo, navegación, procesamiento de video, etcétera. La idea de estas otras es que están cableadas para resolver un problema específico de manera muy rápida y eficiente, solo para eso. Los investigadores hicieron un prototipo hace un par de años con el cual ganaron un desafío Intel, a partir de eso los recibió el ministro de ciencia, Liño Barañao, y juntos empezamos a trabajar en un proyecto donde esta tecnología se pueda aplicar a problemas de bioinformática: alineamiento de secuencias de ADN y de dinámica molecular”. Los empresarios se acercaron a la Fundación buscando fondos para el proyecto, pero se llevaron más que eso: “Nosotros les dijimos que más los podría ayudar vincularse con grupos de investigación que los empujen un poquito más hacia la frontera del conocimiento. Los vinculamos con el grupo de Bioinformática Estructural de Exactas UBA, encabezado por Adrián Turjansky, y un grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de La Plata. Transformamos una idea en un proyecto colaborativo academia-industria que es lo que nosotros queremos hacer. Hoy hay una empresa y dos grupos de investigación trabajando juntos para hacer un desarrollo local en un área estratégica de destino específico.



que el desarrollo nacional sea posible. Para completar el contexto, se puede agregar que la Fundación Sadosky es una institución público-privada que fue creada en 2011 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y las dos principales cámaras empresariales del sector correspondiente a la tecnología de la información y de la comunicación (TIC, en jerga). Volviendo al mentado triángulo, la Fundación se ocupa de promover el vínculo academia-industria, investigación-producción.

Ante la pregunta de cómo son las condiciones generales para abordar el vínculo de esos dos vértices del Triángulo, Ceria afirma que “tiene que ver con una estrategia nacional de desarrollo industrial con mayor valor agregado. Hoy existe un volumen y calidad de investigación en TIC que en otras épocas no hubo y tiene mucho sentido tratar de direccionar o vincular esa investigación con las necesidades del sector productivo”.

¿Cómo era ese vínculo antes de la creación de la Fundación Sadosky?

El vínculo academia-industria, específicamente en el sector TIC, era bastante incipiente, con pocos ejemplos de universidades que estuvieran colaborando con empresas en lo relacionado con sus temáticas de investigación. Los casos de investigadores de una universidad que se junten con empresas o áreas del Estado para generar o mejorar un producto o servicio a partir de sus investigaciones son muy pocos. Claro que existen ejemplos, pero en pocas instituciones.

¿Perciben respuesta por parte del ámbito académico?

Ya llevamos firmados unos 25 convenios con universidades de todo el país para distintos planes de colaboración y es todo un número. Representan un porcentaje importante de la ciencia nacional, por lo que advertimos que los prejuicios de la academia frente el vínculo con el sector productivo y, del otro lado, el temor a la burocracia, son obstáculos que venimos salvando.

¿Todavía es necesario para ustedes explicar qué es la Fundación Sadosky?

Uno de los objetivos de la fundación es el de posicionarse a sí misma, necesitamos que la gente nos conozca porque queremos unir dos mundos que hoy están no del todo bien conectados. Avanzamos bastante en el posicionamiento, que se entienda lo que la fundación quiere hacer... Eso lleva tiempo.

Desde que se creó, ¿cambió algo de la estrategia?

En general, el plan estratégico de la Fundación viene soportando bien el paso de estos años y eso me sorprende porque cuando lo escribimos había un nivel de incertidumbre bastante grande. Cuando nos pidieron que vinculemos el sector productivo con el académico lo primero que surgió fue... la hoja en blanco. Pero pronto diseñamos algunos programas y todos vienen continuándose, ninguno demostró carecer de sentido y en todos pudimos lograr avances.



¿Alguno resulta ejemplar al respecto?

Un proyecto que enseguida creció mucho es el de las vocaciones, con el que buscamos que los chicos se interesen por el mundo de la computación. El programa "Dale aceptar", que se centra en el desarrollo de videojuegos y animaciones, tuvo casi 20 mil estudiantes secundarios inscriptos. Ahora, estamos teniendo bastante tracción en un proyecto que tiene que ver con promover la enseñanza de la ciencia de la computación en las escuelas primarias y secundarias y es un proyecto en el que hoy estamos colaborando en otros ministerios. Por otro lado, los proyectos que más nos costaron poner en marcha fueron los colaborativos, como el de la supercomputadora (ver recuadro). Estos son proyectos en los cuales hay que hacer un trabajo de articulación, negociar los convenios, ver qué pasa con la propiedad intelectual, quién hace qué, y todo eso lleva tiempo. Para incentivar, estamos organizando mesas redondas alrededor de un tema específico, convocamos a grupos de investigación y empresas que estén trabajando en ese tema para que se conozcan.

¿La introducción de la computación en la escuela es también un tema que les preocupa?

Hace unas décadas que prácticamente todos los países del mundo se adhirieron a la idea de que es necesario enseñar computación en la escuela. De alguna manera, se pensó que el mundo se iba a separar entre los que sabían usar la computadora y los que no. Eso quedó muy desactualizado, los chicos de hoy ya saben usarla. Cuando uno enseña la verdadera ciencia

de la computación, que a efectos de simplificar podemos llamar programación, despierta interés y le da una oportunidad a los chicos para que consideren a la computación como una posible carrera profesional. Además, el pensamiento computacional desarrolla habilidades que son útiles más allá de que si después te dedicás o no a la computación, como la abstracción o la resolución de problemas. Nosotros hicimos un trabajo para instalar este debate, que el tema se discuta.

¿Se mantiene en nuestro país la disparidad entre oferta y demanda en el mercado laboral de la informática, como en el resto del mundo?

Sí, el año pasado entraron a carreras informáticas de todo el país menos alumnos que en el año 2003. Es muy poco, pasamos de 20.500 a un poco más de 19.000 y estamos con tasas de graduación relativamente bajas. Se están graduando entre 2.500 y 3.800 estudiantes por año en carreras de computación. Las empresas de software dicen que necesitan 7.000 y este año cubrieron solo 2.000 puestos. Contando solo las empresas de software, se quiere contratar a 5.000 personas. Y no se consiguen.

¿Es todavía necesario seguir afianzando el concepto de la importancia del desarrollo de software y generación de profesionales?

En el discurso está bastante instalado y es cierto que ocurrieron cosas en el mundo que le dan mayor visibilidad. Por ejemplo, hace 17 años dos investigadores de una universidad en California que estudiaban

algoritmos, decidieron poner una empresa. Dos personas del mundo de la investigación... Y hoy cada acción de esa empresa vale más de mil dólares y está valuada en 350 mil millones de dólares.

Lo contundente de las experiencias a veces no alcanza para afianzar algunas políticas de Estado. ¿Cómo evaluás el riesgo de la continuidad de un proyecto como el de la Fundación en el largo plazo?

A mí me ayudaron mucho a pensar en esto unos artículos de Amilcar Herrera, que fue un geólogo argentino genial, especializado en política científica. Él hablaba de política explícita e implícita. Decía que la política científica explícita son los planes que se establecen, si hay o no un ministerio, la infraestructura, si hay investigación o no, etcétera. Pero aseguraba que lo más importante es la política científica implícita, que es el lugar que se le da a la ciencia y la tecnología en el proyecto nacional. Básicamente, lo que decía es que vos podés tener un ministerio, un plantel de investigadores, gente premiada, lo que fuera, pero si no tenés un proyecto de país en el cual la ciencia se transforma en motor del desarrollo y no buscás oportunidades de hacer desarrollo científico-tecnológicos locales no vas a lograr nada concreto. Creo que todos consideramos que, aunque hubiera algún cambio en la conducción del país, se mantendría la política científica explícita. A mí me preocupa la otra, la implícita. Muchas de las cosas muy buenas que pasaron en Argentina estos últimos años tienen que ver con eso. |

Romanticismo científico

Cuentos de amor, de ciencia y de muerte

Guillermo Mattei - gmattei@df.uba.ar

“A los alegres sonos de una orquesta que interpretaba aires populares, había soñado con Crelly, su prometida que le esperaba. Dentro de unos momentos, depositaría su memoria en el Instituto en el que Cauchy, Legendre y los demás matemáticos franceses sabrían otorgarles su justo valor”.

Biografía de un matemático del Siglo XIX.

En 1818 Bernt Holmboe, profesor de la Universidad de Cristianía (Oslo, Noruega), escribía en el legajo de su alumno Niels Abel: “Une a su notable talento un insaciable deseo de hacer matemáticas. Si vive, será el mejor matemático del mundo”. Denis Guedj, matemático y novelista francés, se pregunta en su famoso libro *El teorema del loro*: “¿Por qué escribió ‘si vive?’ Holmboe nunca lo supo”. Niels sólo tenía dieciséis años y ¿algo de su personalidad podía anticipar un futuro trágico?, en caso de que una cosa pudiera tener que ver con la otra. En una novela romántica, sí. Retrodiciendo la vida de Niels Abel, también.

Sobre las funciones abelianas

A los veintiún años, Niels Abel, ya era el más grande matemático escandinavo.

Apasionado por los problemas que habían derrotado nada menos que a Leonhard Euler, Niels presuntamente había resuelto la ecuación algebraica de quinto grado; es decir, había encontrado la forma de calcular sus raíces. Todos los matemáticos incluido Holmboe se maravillaron. Sin embargo, el mismo Abel se dio cuenta de que su demostración era errónea. Cualquier matemático de la época aceptaba la hipótesis de que si existía una fórmula para el grado cuatro debía existir también para el cinco. Como todo gran genio, que puede pensar en lo impensable, Niels se preguntó: “¿Por qué si existe para el grado cuatro debe existir para el grado cinco?”. Guedj relata: “Poco antes de la Navidad la demostración correcta estaba acabada. El resultado era luminoso. Una simple frase, una frase simple presidía su hoja de cálculo: ‘las ecuaciones algebraicas de

quinto grado no se pueden resolver por radicales”’. Donde una decena de ilustres matemáticos habían fracasado, Abel escribía la Historia de la Matemática.

La publicación del artículo con su logro, de seis páginas, corrió a su entera costa económica; es más, Abel decidió recortar el resumen, complejizándolo, para abaratar los costos. Uno de los ejemplares llegó a manos de Karl Gauss o, más precisamente, al cajón de su escritorio, donde fue encontrado intacto tras la muerte del famoso matemático. Una suerte similar corrió otro trabajo de Niels que, adjuntado a un pedido de beca, simplemente se perdió. Al menos le otorgaron la beca.

“Ella no es muy bella, es pelirroja y con pecas, pero es maravillosa”, le escribía Niels a un amigo aludiendo a la joven Christine Kemp o, cariñosamente,



PARA LEER MÁS

El teorema del loro, Denis Guedj, 2007, Editorial Anagrama.

Entrelazamiento: El mayor misterio de la física, Amir D. Aczel, 2008, Editorial Crítica.

Einstein, historia y otras pasiones. La rebelión contra la ciencia en el final del siglo XX, Gerald Holton, 1998, Editorial Taurus.

Crelly. Independiente y emprendedora, para los parámetros de la época, Crelly había logrado capturar la mente de Niels tanto como lo había hecho el álgebra. Se prometieron casamiento pero, como en toda novela romántica que se precie, el destino feliz de los amantes debe necesariamente estar amenazado. Guedj detalla: “No tenían suficiente dinero para casarse. Niels esperaba un puesto de catedrático que nunca llegó. Cuando tuvo la oportunidad de ser profesor en su universidad la perdió a manos de su mentor, Holmboe. Niels felicitó a su profesor. La supervivencia de la pareja se tornaba difícil dado que gran parte de lo que Niels ganaba por dar clases particulares debía redirigirlo a pagar deudas de sus familiares”. Pobre, enamorado, resignado y genial: la semiótica del romántico.

A mediados de 1829, en su despacho de profesor de la Universidad de Cristianía, Holmboe recibe una carta. Noticias de Niels Abel. A diferencia de la carta que había recibido seis años antes, encabezada por “Copenhague, en el año de la raíz cúbica de 6.064.321.219 (atento a los decimales)”, ésta no tenía la firma de Niels sino que decía: “Froland, 6 de abril de 1829. Niels Henrik Abel ha muerto a las cuatro de la tarde”. La Parca romántica, la tuberculosis, se lo llevaba mansamente. Sólo tenía veintiséis años. Mientras tanto, otra carta llegaba a Noruega: “En la Universidad de Berlín deseamos contar con usted entre nuestro profesorado”, pero Abel ya estaba enterrado.

Holmboe pensó en aquel comentario suyo escrito en el legajo de su alumno y se dio cuenta de que se había equivocado: si bien Abel vivió poco, vivió lo

suficiente para ser uno de los más grandes matemáticos de la historia.

Sobre la teoría de grupos

El legajo del estudiante de bachiller de dieciocho años dice: “Siempre ocupado en lo que no se debe”, “Un poco raro en su comportamiento”, “Empeora”, “Mala conducta”, “Si tiene gran inteligencia no la puedo descubrir”. Es el mismo estudiante que un mes antes de la muerte de Abel había presentado el trabajo *Investigaciones sobre las ecuaciones algebraicas de primer grado* en el prestigioso Instituto de Francia. “Lo domina el furor por las matemáticas”, “¡Aspira a la originalidad!”, “¡Protesta contra el silencio!” son las últimas anotaciones en el boletín de Évariste Galois.

En cuanto a desventuras académicas, tal como le pasara a Abel, la presentación



Johan Corbitz

Christine Kemp, una joven independiente y emprendedora para los parámetros de la época, había logrado capturar la mente de Niels Henrik Abel tanto como lo había hecho el álgebra.

de varios de los trabajos de Galois ante las cúpulas académicas de la época misteriosamente “se perdían”. La similitud es aún más sorprendente: recién después de la muerte de otro prócer de la matemática, el barón de Fourier, pudieron encontrarse trabajos inéditos de Galois entre los papeles de aquél. En 1830, la Academia premia *postmortem* a Abel, negándoselo a un matemático vivo; ¿a quién?, a Galois por supuesto.

El historiador Guedj, en el *El teorema del loro*, transcribe la última carta que Galois recibe de su padre. “Cuando leas estas palabras, no estaré ya entre los vivos.” Ser revolucionario en 1830 en la Francia de La Restauración borbónica, no era para espíritus timoratos. “Un día serás un gran hombre y un hombre célebre. Sé que ese día llegará y también que el sufrimiento, la lucha y la desilusión te esperan. Serás matemático. Lucha, querido hijo, lucha con más coraje que yo. Ojalá puedas oír, antes de tu muerte, sonar el carillón de la Libertad”. A la luz de los sucesos posteriores, semejante retrodicción conmueve.

Los informes de la inteligencia policial no ahorran detalles: “Ha participado en casi todas las sublevaciones de París. Ha gritado: ‘Muerte a los ministros’. Ha intentado convencer a los artilleros que entreguen sus cañones a la plebe. Tan pronto es calmado e irónico como apasionado y violento. Es un genio en matemática aunque no reconocido por los matemáticos. No hay relaciones femeninas. Fácil de abordar por nuestros hombres porque generalmente confía en las personas y no conoce nada de la vida”. A pesar de la caracterización de los espías, la historia de Galois cuenta que —aunque es un hecho no muy bien documentado— habría estado enamorado de una chica que no le devolvía simétrica pasión y de

la cual un camarada republicano también lo habría estado. A esos asuntos, por más sutiles que fueran, en la Francia del siglo XIX, los caballeros los resolvían con un duelo. Lo fehacientemente histórico es que el adversario de Évariste era un oficial del ejército campeón de esgrima. Durante la noche previa al duelo Galois completa las bases de lo que hoy matemáticos y físicos conocen como la trascendental Teoría de Grupos. Un testamento matemático inconmensurable. Galois escribe en esa noche épica: “Pero no tengo tiempo y mis ideas aún no están desarrolladas del todo en ese terreno, que es inmenso. Si bien todo lo que he escrito ahí está en mi mente, me interesa no equivocarme para que no sospechen que he enunciado teoremas cuya demostración no tengo completa”. Sin duda no se equivocó.

Los contendientes respiran la primavera de 1832 en el amanecer del 30 de mayo. El duelo fue corto. En su agonía, de más de un día, Galois rechaza la asistencia religiosa y le dice a su hermano: “¡No llores! Necesito todo mi coraje para morir a los veinte años”. A cada uno de los episodios de su corta vida, incluida su muerte, Galois enfrentó con un coraje sólo posible de encontrar en personajes de la literatura romántica.

Guedj resume el legado de Galois: “Afirmar que todas las ecuaciones de grado superior a cinco no son resolubles por radicales no significa que alguna no lo sea. Galois se planteó saber si existía un medio a priori de decidir si una ecuación particular era resoluble por radicales. ¿Existe algún criterio? Galois lo encontró”. Otro teorema se demostraba: en el decurso de los tiempos, sólo algunos pocos hombres se adelantan mucho a todos los demás hombres.

Sobre la mecánica cuántica

“Erwin adoraba el senderismo, el montañismo, el teatro y las chicas guapas. Pasaba muchos días caminando por las montañas, leyendo matemáticas y cortejando a la hermana de su mejor amigo, una belleza morena llamada Lotte Rella”, escribe el físico y divulgador Acmir

Aczel en su libro *Entrelazamiento*. Erwin es Erwin Schrödinger: en la física, una piedra angular del edificio de la Mecánica Cuántica.

Luego de doctorarse en la Universidad de Viena a los veinte años, Erwin conoció a la joven Felice Krauss proveniente de la capa inferior de la nobleza austríaca. Se enamoraron y se consideraron prometidos pero la madre de Felice estaba decidida a no permitir que su hija se casara con alguien de la clase trabajadora universitaria. Desesperado, Erwin pensó abandonar la física y a sus magros salarios para trabajar en la fábrica paterna, pero el padre lo rechazó. Así, los prometedos no pudieron resistir y tuvieron que poner fin a su compromiso. A pesar de que Felice finalmente se casó, como toda joven aristocrática austríaca se merecía, el fuego encendido con Erwin continuó ardiendo por muchos años.

En 1913 Erwin realizaba un experimento sobre radiactividad ambiental al aire libre en el mismo predio donde pasaba sus vacaciones Anne Marie Bertel, la joven hija de una familia vienesa. Veintiséis años, Erwin; dieciséis años, Anny. Tras algunos años, el noviazgo devino en matrimonio al finalizar la Primera Gran Guerra. Un matrimonio de coordenadas espaciotemporales donde la esposa toleraba estoica y sin estridencias las infidelidades del esposo, donde el aporte familiar de la esposa superaba los salarios universitarios del esposo y donde el esposo se hace amante de una amiga de la esposa.

En 1921, cuando Schrödinger ya era catedrático de física teórica de la Universidad de Zurich y uno de los protagonistas de la novedosa Mecánica Cuántica, una enfermedad pulmonar lo lleva, por prescripción médica, a reposar en Davos, a 2000 metros de altura, y Anny lo acompañó como fiel esposa. Indudablemente, la libido de Erwin pasaba por la física teórica, las mujeres y el hábitat de montaña, dado que en la Navidad de 1925 Erwin viajó presuntamente solo a Davos. En realidad, sus biógrafos no coinciden en consignar si la misteriosa compañía femenina que estuvo en Davos era



Johan Corbitz

El reconocimiento a Niels Abel como uno de los grandes matemáticos de la historia llegó tarde. Vivió una corta y acuciante vida que terminó a sus veintiseis años, víctima de la tuberculosis.

Lotte, Felice, Hansi –la amiga de Anny– o alguna otra. El físico y matemático Hermann Weyl opinó que esa combinación particular de estímulos en Davos operó en la mente de Erwin como el mejor fertilizante, nada menos, que de la famosa ecuación que lo inmortalizó, o sea, la regla matemática que describe el comportamiento estadístico de las partículas en el micromundo de la mecánica cuántica.

A mediados de la década de 1940, en su exilio irlandés a causa de la dominación nazi de Europa, Erwin tuvo otra desventura extramatrimonial. Aczel lo describe apelando a un término técnico de la Mecánica Cuántica: “se ‘entrelazó’ con una joven casada, Sheila May Green” y agrega: “Le escribió versos, asistió a las representaciones en las que ella actuaba y prohibió a su hija pequeña. Su esposa Anny, le ofreció el divorcio para que pudiera casarse con Sheila, pero Erwin lo rehusó y ahí concluyó la aventura.”

En 1956, Erwin Schrödinger regresó definitivamente a Viena donde murió en 1961. Por supuesto que Anny estaba a su lado.

Sobre la Relatividad

En 1955, el profesor de Física e Historia de la Ciencia de Harvard, Gerald Holton, dirigió la elaboración de un archivo de todo el material epistolar que Einstein había dejado en Princeton. Clasificó cuarenta y cinco mil documentos que abrieron ventanas inéditas de la vida personal de uno de los íconos de las ciencias formalizadas por la matemática.

“¿Sabes que Hans tiene una relación con María? ¿Por qué se tiene que enamorar hoy en día? Es una historia tan antigua... En clase vimos teoría cinética de los gases”, le escribe Mileva Maric a Albert Einstein en la primera carta conocida entre ambos. Sólo son dos estudiantes que comparten los cursos del primer año en el Politécnico de Zurich a fines del siglo XIX. El romance prospera en los laboratorios de física. Albert expresa, en su estilo, “lo íntimamente que está ligada nuestra vida psíquica y fisiológica” y en otras cartas escribe: “¡Si sólo pudiera usted estar un poquito conmigo! Nos

comprendemos tan bien en nuestras negras almas, y también bebiendo café, y comiendo salchichas, etc.....” (los seis puntos suspensivos finales están subrayados por Einstein). De esta manera singular, crece el noviazgo entre los dos estudiantes de física.

Es una condición casi ineludible que toda historia romántica incluya a las madres y a los padres oponiéndose a la relación de los amantes. “Estás arruinando tu futuro y cerrando tu carrera... Ella no entraría en ninguna familia decente... Si se queda embarazada, te verás en un lío. Ella es un libro, como tú, y ¿deberías tener una esposa!”, prejujaba en curiosos términos la madre de Einstein. Para beneficio de Mileva, Albert se definía a sí mismo como *terco como una mula* y contradijo a su familia.

En 1901, tras un veraneo juntos en la montaña, Albert le envía una carta a Mileva, que estaba en la casa de su familia, donde luego de detallar apasionadamente sus trabajos en física, le pregunta: “¿Cómo está el niño?”. Mileva no había podido completar su graduación en el Politécnico, no había podido conseguir un puesto de docente en las escuelas medias cantonales y además estaba *ilegítimamente* embarazada en la Suiza de principios del Siglo XX, una situación más que traumática aun para una mujer de su empuje.

Einstein pasaba de pasión en pasión sin inmutarse: “No debe alimentarse con leche de vaca porque podría volverla tonta. La tuya tiene que ser mucho más rica ¿verdad?”, le pregunta a Mileva que había parido a la niña Lieserl en casa de sus padres, y agrega: “He vuelto a tener una idea científica bastante sencilla, pero importante, sobre las fuerzas moleculares...” Los documentos históricos que revelan la existencia de la primera hija de Mileva Maric y Albert Einstein se conocieron recién en 1987 pero no muestran el destino de la niña: bien pudo morir prematuramente o bien pudo haber sido criada por familiares de su madre.

La boda tuvo lugar el 6 de enero de 1903. Hans Albert nace en 1904 y Eduard en

1910. Un amigo de la familia describe la imagen de Einstein en su casa meciendo el carrito de Hans con una mano y con la otra escribiendo uno de los artículos que iban a conmover al mundo. Sin embargo, la consolidación de Einstein como uno de los científicos profesionales del momento y su inusitada fama fueron mellando la relación matrimonial. Las ofertas laborales, cada vez de mayor jerarquía, llevaron a Einstein al Instituto Kaiser Wilhelm de Berlín donde lo nombraron miembro. Para Einstein, volver a la tierra de su niñez era duro, pero para Mileva era inaceptable y la pareja llegó a su fin. Más tarde Einstein se casa con su prima. El monto del premio Nobel va para Mileva. Mileva muere en Suiza en 1948, física y mentalmente agotada.

Sobre los neurotransmisores de la pasión

Holton opina: “Existe la creencia popular de que el científico es, y debería ser, *desapasionado*, lo que parece implicar que él o ella es de algún modo menos que humano. Pero cuando los historiadores de la ciencia buscan en las etapas anteriores a la publicación de un gran trabajo científico surge una imagen diferente. La evidencia de pasiones que gobiernan la vida personal y científica pueden alcanzar proporciones volcánicas”.

¿Cómo y por qué se construye esa creencia? La pasión de Galois, en parte, dio lugar a la Teoría de Grupos. La Teoría de Grupos da lugar a conocimiento físico sobre el mundo. La creencia popular da lugar a la imagen desapasionada del físico que crea conocimiento sobre el mundo usando el desapasionado lenguaje matemático que entretejió, entre otros, el apasionado Galois. De cómo algunos seres pasionales pueden hablar en una lengua desapasionada. [↗](#)

Diabetes e insulina

A la búsqueda del tratamiento óptimo

El número de casos de diabetes es cada vez mayor en el mundo. Y cada vez hay más pacientes que se inyectan insulina o sus equivalentes. La producción de esta hormona y sus análogos en forma masiva ha ayudado a salvar innumerable cantidad de vidas. Pero ¿puede que también conlleve otros riesgos?

Julio Gervasoni - julio.gervasoni@gmail.com

En el mundo hay cada vez más y más personas que padecen diabetes. Y el problema no es sólo de naturaleza genética. El sedentarismo, la alimentación inadecuada y el sobrepeso son las causas principales de que esta enfermedad se haya convertido en una epidemia mundial.

Desde 1922, año en el que en un hospital de Toronto se inyectó insulina por primera vez a un paciente, las compañías farmacéuticas han estado produciendo esta hormona como arma terapéutica. A finales de los años 80 se empezaron a desarrollar análogos de insulina, moléculas similares a ésta pero modificadas para conferirles propiedades particulares.

Pero ¿qué tan seguros son estos análogos? Siendo, como sin duda son, beneficiosos en el tratamiento de la diabetes, ¿pueden producir efectos no deseados? Las alarmas se encendieron en 2009, cuando la revista inglesa *Diabetologia* publicó un artículo de los doctores Lars Hemkens, Ulrich Grouven y Ralf Bender del *Institute for Quality and Efficiency in Health Care*, Colonia, Alemania, donde se afirmaba: “Los resultados de nuestro estudio indican que, en pacientes con diabetes, la dosis de insulina está asociada con el riesgo de tumores malignos”. Los datos para el estudio fueron

obtenidos del fondo de seguro médico alemán, y surgen del seguimiento de 127.000 pacientes durante alrededor de un año y medio.

Las hormonas son sustancias que actúan sobre las células y que pueden producir cambios en ellas. En particular, la hormona insulina estimula el ingreso de azúcar dentro de la célula para su utilización como fuente de energía. Es lo que se llama *vía metabólica*. Pero, paradójicamente, también funciona como una hormona de crecimiento que promueve la división de la célula. Como al proceso por el cual una célula se divide en otras dos idénticas se lo llama “mitosis”, cuando la insulina funciona como promotora de la duplicación celular se habla de *vía mitogénica*.

Muchos esfuerzos se destinan a intentar comprender con exactitud cómo se transmiten estos mensajes químicos dentro de nuestro cuerpo. “Lo que nos interesa es saber cuáles son los mecanismos que hacen que la insulina estimule a la célula hacia la *vía metabólica*, hacia la regulación del azúcar en la sangre; y por qué mecanismos, en cambio, lo hace hacia la *vía mitogénica*, o sea hacia la división celular”, explica el doctor Federico Coluccio Leskow, investigador del Instituto de Química Biológica de la

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (Exactas-UBA).

Dame una señal

En la membrana que recubre la célula se encuentran los receptores de insulina. Un extremo del receptor está fuera de la célula, el otro extremo, dentro. Cuando suben los niveles de azúcar en sangre, la insulina se une a sus receptores en la membrana. Entonces, la región intracelular activa transportadores de azúcar que se mueven hacia la superficie celular. Estos transportadores provocan que el azúcar que estaba en circulación atravesase las paredes de la célula, entregando energía dentro de ella. El receptor unido a la insulina, a su vez, también se incorpora al interior de la célula.

“Se pensaba que una vez que el receptor ingresaba a la célula no emitía más señales, simplemente se apagaba –dice el doctor Coluccio Leskow–. También que el material que ingresaba a la célula se degradaba, y que luego no pasaba nada más. Y que toda la señalización estaba en la superficie, en la membrana celular. Lo que se vio recientemente es que los receptores unidos a la insulina, cuando se incorporan completamente dentro de la célula, son importantes focos de señales intracelulares que pueden activar proteínas que estimulan la división celular.”



“Nuestra hipótesis –continúa el investigador– es que, mientras la insulina permanece en la membrana, estimula la vía metabólica. Pero cuando ingresa a la célula unida a su receptor, estimula la vía mitogénica”.

La gran mayoría de los análogos de insulina, incluso los que están aprobados para su uso, favorecen el ingreso al interior de la célula de la insulina unida a su receptor, lo que se llama usualmente “internalización”. Y esta característica hace que sean más mitogénicos. En correspondencia con el artículo de *Diabetologia*, la investigación indica que los análogos que están en el mercado son más mitogénicos que la insulina natural. Por lo tanto, la idea es “buscar análogos que no tengan los efectos indeseados.”

Enanos químicos

Una de las investigaciones que llevaron adelante el doctor Coluccio Leskow y sus colegas fue medir la velocidad con la que se realiza la internalización. Para eso, marcaron moléculas de insulina uniéndolas a partículas muy brillantes llamadas *quantum dots*. Se trata de una técnica de visualización que utiliza estos nanocristales fluorescentes para seguir el movimiento de moléculas individuales.

Los *quantum dots* tienen el tamaño de un virus. Las moléculas de insulina son unas veinte veces más chicas que ellos. Lo que se hace, entonces, es tapizar un *quantum* con insulina, para que cuando ésta se una al receptor se lleve consigo el *quantum*.

“Lo que logramos fue marcar insulina recombinante humana (producida por Laboratorios Beta, en Argentina), medir la velocidad de internalización, y también la velocidad de disociación, es decir, cuánto tarda en separarse del receptor una vez internalizada, lo que se supone representa el apagado de la señal”, detalla Coluccio. Estas investigaciones acaban de publicarse en *Bioconjugate Chemistry* y *Cell Communication and Signaling*. La primera autora es la becaria de doctorado Jimena Giudice, y fue codirigida por Coluccio y Elizabeth Jares-Erijman (fallecida en 2011). “Muchos de los experimentos fueron ideas de Elizabeth”, remarca Coluccio.

Curarse en salud

Según el investigador, en este momento hay un gran interés por encontrar nuevos análogos de insulina que favorezcan la vía metabólica antes que la vía mitogénica. “Trabajamos en colaboración con una empresa argentina para testear y analizar sus análogos y ver cómo funcionan”, comenta.


En los últimos años se han desarrollado muchos análogos de insulina y su uso se ha ido incrementando en el tratamiento de la diabetes. Pero al modificar la estructura molecular de la insulina no sólo cambian sus efectos metabólicos, sino también su potencia mitogénica. Lo que se ha demostrado hasta ahora es que la insulina humana y los análogos de insulina son diferentes en cuanto a la estimulación de la división celular. Sin embargo, todavía no se ha desentrañado el mecanismo exacto.

La posible asociación entre el uso de análogos y la aparición de tumores ha ocasionado una inquietud sobre la seguridad de estos compuestos. Pero, ¿qué certezas tenemos al respecto?

Certezas e incertidumbres

“Lo que sí sabemos es que las personas con diabetes tienen mayor riesgo de cáncer, así como lo tienen los obesos y las personas con síndrome metabólico”, explica el doctor Gustavo Frechtel, jefe de la División Genética del Hospital de Clínicas, y ex presidente de la Sociedad Argentina de Diabetes. Las personas que padecen estas patologías producen una cantidad exagerada de insulina.

“La insulina tiene una acción metabólica, por un lado –continúa Frechtel–, por otro lado, favorece la proliferación y el crecimiento celular: la mitogénesis. Entonces, en estos pacientes, el hecho de tener mucha insulina en el organismo impacta directamente en la vía mitogénica. Tienen lo que se llama hiperinsulinemia, y eso lleva a mayor poder de desarrollo de ciertos tipos de cánceres, como el de colon y el de mama.”

Las investigaciones y los artículos académicos se suceden unos a otros. Las compañías farmacéuticas patrocinan estudios, planifican seguimientos a corto, mediano y largo plazo. Mientras tanto, millones de personas en el mundo se inyectan, diariamente, insulina humana, o de origen porcino o vacuno, así como análogos de insulina. Ahora, se está a la espera de obtener alguna certeza acerca de cuál es el tratamiento óptimo. | 

Materiales didácticos del siglo XIX

La naturaleza en yeso y papel maché

Las colecciones de recursos didácticos que albergan colegios nacionales y universidades, compradas a fines del siglo XIX y principios del XX, hablan de la historia de la educación y las ideas en el país. La conservación y valoración de ese patrimonio es hoy una misión de los docentes, quienes aún los emplean en sus clases. En esta nota se da cuenta también de algunas de las colecciones que atesora la Facultad de Exactas-UBA en sus museos.

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

Fotos: Diana Martínez Llaser

Flores de papel maché con un tamaño cinco veces más grande que el original, y en las que se pueden identificar todas sus particularidades. El corte transversal de un tallo, con el detalle de las diferentes células que lo componen, como si se lo viera bajo un microscopio, pero con un tamaño veinte veces superior al original. Son sólo algunos ejemplos de los materiales didácticos que alberga el Colegio Nacional de Buenos Aires (CNBA). Lo interesante es que fueron fabricados a fines del siglo XIX y con ellos estudiaron varias generaciones de estudiantes, muchos de los cuales se convertirían en reconocidos profesionales. Esos materiales didácticos, como los que atesoran los gabinetes de ciencia de muchos otros colegios de enseñanza media del país, al igual que las universidades, nos hablan no sólo de la historia de la enseñanza de la ciencia sino también de la historia social y política del país.

“En la Argentina, las colecciones de materiales para la enseñanza de las ciencias en la educación media se vinculan al desarrollo de la instrucción pública en

la segunda mitad del siglo XIX a través de los colegios nacionales y las escuelas normales, y al proceso de consolidación del Estado nacional”, afirma Gabriela Mayoni, licenciada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, del Instituto Universitario Nacional de Arte (IUNA) y becaria doctoral del CONICET.

Mayoni se dedica a estudiar las colecciones didácticas de ciencia en el ámbito de los colegios secundarios. Su interés surgió a partir de un trabajo de restauración y conservación que realizó para el gabinete de Botánica del CNBA.

A lo largo del siglo XIX, principalmente en Europa, se fue consolidando una industria ligada a la expansión de los sistemas educativos y a la necesidad de apoyar visualmente la enseñanza de las ciencias con modelos e imágenes. De este modo, se creó un mercado de colecciones tanto para el estudio en escuelas y universidades como para la exhibición en museos. Así, se comercializaron modelos anatómicos y botánicos, láminas y mapas murales, colecciones de minerales, laboratorios portátiles para

experimentos y también animales embalsamados.

Por su parte, a partir de 1870 en la Argentina comienzan a emerger las ciencias naturales, y en la Universidad de Buenos Aires se da el primer paso para la formación de naturalistas. En efecto, en 1875 comenzó a funcionar la Facultad de Ciencias Físico-naturales.

“En ese momento surge un mayor interés por la preparación de los alumnos para la universidad, y una preocupación por los materiales didácticos”, relata Mayoni. La idea era que los alumnos llegaran a los estudios superiores con cierto bagaje de conocimientos.

Se produce un cambio en el sistema de enseñanza, y se pone énfasis en la observación visual y la experimentación, lo cual promovió una demanda creciente de colecciones de objetos y modelos. “Por otra parte, hubo un avance en las técnicas de fabricación de esos materiales, y se pasó de una producción exclusivamente artesanal, de figuras de cera, a un trabajo semi-industrial, con materiales como el papel maché o el yeso, con el



Maqueta del corte transversal de un tallo. Gabriela Mayoni junto a un grupo de colegas, realizó la conservación y restauración de los materiales del Colegio Nacional Buenos Aires, en yeso, madera y papel maché.

fin de satisfacer las nuevas demandas”, explica.

Modelos desarmables

Los materiales didácticos que llegaron al país a fines del siglo XIX eran comprados a firmas alemanas y francesas. Por ejemplo, “los modelos vegetales existentes en el CNBA pertenecen a la firma alemana Robert Brendel y fueron confeccionados en papel maché con mezcla de otros materiales”, señala Mayoni. Se trata de representaciones tridimensionales de plantas, desarmables, para que los estudiantes pudieran visualizar las estructuras internas.

Otro de los proveedores era el médico francés Louis Auzoux, creador de los modelos anatómicos denominados “clásicos”, en los que cada pieza se encuentra articulada con los demás constituyentes. Un modelo a escala real de un cuerpo humano adulto podía llegar a tener casi un centenar de piezas desarmables, como si se hiciera una verdadera disección; y, en el catálogo explicativo que lo acompañaba, se daban

sugerencias para su manipulación en la clase, según detalla Mayoni.

En Buenos Aires circulaban los catálogos, y había importadores y agentes de distribución, como Angel Estrada, fundador de la editorial que lleva su nombre. “La adquisición de las colecciones se relaciona también con la corriente positivista en la educación, que tenía influencia entre los legisladores”, agrega Mayoni.

Muchos otros colegios poseen colecciones equivalentes que pertenecen al siglo XIX, por ejemplo el colegio industrial Otto Krause, el Bernasconi, y también colegios nacionales en el interior del país, así como algunos colegios religiosos.

“La compra de materiales estaba a cargo del Estado: a fines del siglo XIX, el entonces Ministerio de Instrucción Pública encargaba las colecciones y las distribuía a los colegios”, relata Mayoni. Además, algunas instituciones, como la Universidad de La Plata, producían materiales didácticos para los colegios secundarios. En la lista presupuestaria del ministerio figuraban partidas económicas dedicadas a la compra de material europeo.

LABORATORIO DE CAMPAÑA

Una de las joyas del Museo de Mineralogía de Exactas es el neceser Plattner, un estuche de madera con pequeños cajones y diversos compartimentos, que se empleaba hace un siglo con el fin de transportar todas las herramientas necesarias para realizar un reconocimiento químico y físico de minerales en el campo. Incluye pequeñas bateas de porcelana para efectuar análisis químicos, tubos para los reactivos, un mechero y también una balanza.

“Hoy en día ya casi no se realizan reconocimientos in situ, sino que las muestras se llevan al laboratorio y se analizan mediante técnicas más complejas”, indica la doctora Teresita Montenegro. Pero, a principios del siglo XX, el neceser cumplía un rol relevante cuando las campañas duraban más de seis meses, y los viajes se realizaban a lomo de mula.





BOTÁNICA EN EL BUENOS AIRES

El gabinete de biología del Colegio Nacional de Buenos Aires atesora modelos anatómicos de plantas y del cuerpo humano que datan de fines del siglo XIX y principios del XX. Pero lo importante es que esos materiales no se mantienen estáticos en sus vitrinas, como en un museo, sino que son empleados a diario por los docentes para ilustrar sus explicaciones.

“Seguimos utilizando esos materiales, que son réplicas tan exactas de los reales, porque con ellos podemos mostrar todas las características de los organismos, es decir, las plantas o los hongos. La idea es que los alumnos puedan visualizar las estructuras en una maqueta que está ampliada unas 15 o 20 veces, para que después puedan ver lo mismo en el material fresco, e identificar las diversas partes”, afirma Carlos González, jefe del Departamento de Biología del CNBA.

Esos materiales se fabricaban en una época en que los colegios difícilmente podían disponer de lupas o microscopios, por ello los objetos se ampliaban de manera de permitir la observación. En realidad, esas réplicas están trabajadas con lupa, copiando el material natural. Además, superan a los que se venden en la actualidad, de plástico y fabricados en serie, generalmente importados de China, que poseen muchas inexactitudes desde el punto de vista científico, según comenta el docente.

“A nosotros nos da mucho gusto trabajar con estos modelos, y a los alumnos les llama la atención la exactitud de la maqueta respecto del modelo natural”, asegura González. Estos recursos se emplearon hasta la década del 60 y 70. En esos años se perdió mucho material, de lo cual pueden dar cuenta los catálogos y el registro de patrimonio. “Cuando empecé a trabajar en el colegio, los ordenanzas, que estaban aquí desde 1940, me comentaban que, cuando el material se rompía, se lo desechaba”, relata González. “En esa época no se tenía conciencia de su valor”, concluye.

Los progresos argentinos en el área educativa se hicieron visibles en Europa en 1889 cuando el país participó en la Exposición Universal de París de 1889. Así, en el pabellón argentino, llamaban la atención las fotografías que “mostraban la envergadura de los edificios escolares que se construyeron en aquellos años, los cuales reflejaban el compromiso del Estado en la gran inversión para la instrucción pública”, comenta Mayoni.

La adquisición de colecciones disminuyó paulatinamente a partir de 1930, y éstas coexistieron en el tiempo con otros recursos didácticos, como las diapositivas, la fotografía color, los modelos de plástico, entre otros.

Restaurar y conservar

Gabriela Mayoni junto a un grupo de colegas realizó la conservación y restauración de los materiales del CNBA. “La idea fue preservarlos como objetos históricos, revalorizarlos como bienes culturales y ver si podían continuar funcionando como material didáctico”, resalta.

Para restaurar los objetos, fue necesario tener en cuenta cada uno de los materiales que los componen. En el caso de los modelos de botánica, de la firma alemana Brendel, “los pétalos están realizados en papel maché y pintados al óleo; los estambres son de madera, al igual que la base; y hay algunas fibras vegetales adheridas, para darle textura”, detalla Mayoni. Había que decidir qué adhesivos utilizar en cada caso, qué productos para limpiar las superficies, y qué tipo de pinceles. “Lo que nos sorprendió fue que muchos docentes preferían seguir usándolos para dar clase, por su didáctica y su practicidad”, relata.

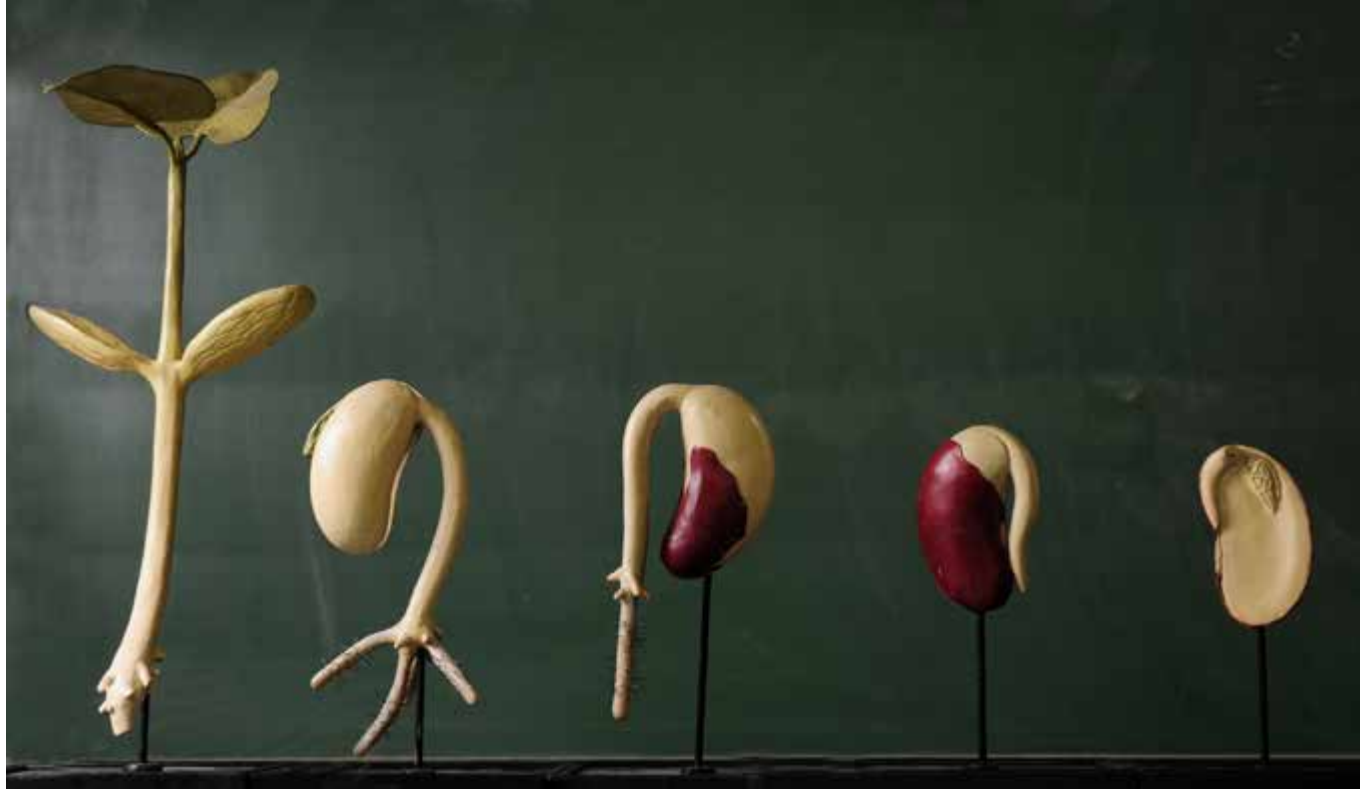
Las restauradoras ofrecieron charlas a los docentes para que conocieran la importancia de las colecciones que tienen a cargo, y a su vez para que lo puedan transmitir a los alumnos, y señalar su valor respecto del contexto sociopolítico y económico en que fueron creadas. De hecho, esas colecciones se relacionan con el desarrollo de la educación y de la investigación científica en el país. También se realizaron actividades con los alumnos, y hubo un cambio en el manejo y uso de los materiales.

Con el departamento de Plástica del CNBA, se realizó también un taller de réplicas, para que los estudiantes replicaran los modelos anatómicos y, de paso, aprendieran las técnicas con las que fueron realizados. “Trabajamos con la técnica del papel maché; y les enseñamos a hacer pintura como se hacía en esa época, con pigmentos y aceite de lino, y goma arábiga para hacer acuarela”, refiere Mayoni.

Colecciones en la Universidad

En el Pabellón II de Ciudad Universitaria, funciona el Museo de Mineralogía Edelmira Mórtola, y gran parte de sus 1700 muestras de minerales pertenece a colecciones europeas, como las de Kranz y la de Saemann, que fueron compradas a instancias de Pellegrino Strobel, naturalista italiano contratado por la UBA en 1865 para dictar clases de historia natural. Las muestras minerales proceden de diversas partes del mundo, especialmente de Europa, pero una cantidad considerable corresponde a la Argentina.

Cabe destacar que Edelmira Mórtola, que da nombre al museo, fue la primera geóloga y primera profesora titular de sexo



femenino en Exactas. “Además, ella se dedicó a catalogar y organizar las colecciones de minerales tal como las vemos hoy”, relata la doctora Teresita Montenegro, docente en el Departamento de Ciencias Geológicas de Exactas-UBA, y encargada del Museo. Y agrega: “Quien tuvo un rol relevante en la formación de


las colecciones fue el ingeniero Eduardo Aguirre, que enseñó Mineralogía y Geología desde 1878 hasta 1910”.

Además de los minerales, el museo cuenta con algunos instrumentos de observación y medición del siglo XIX, como un microscopio de bronce y un goniómetro, que sirve para medir los ángulos

entre las caras de los cristales, lo cual permite identificarlos. Cabe destacar que los minerales poseen un ordenamiento interno de todos sus componentes químicos, que se denomina estructura cristalina. Es decir, sus moléculas se ordenan en forma geométrica, con posiciones fijas. Cuando las condiciones de formación del mineral fueron las adecuadas, su apariencia externa y visible es una reproducción geométrica de su ordenamiento cristalino, que es característico de cada mineral, como si fuera su huella digital.

Por su parte, el Museo de Física de Exactas-UBA también concentra materiales de relevancia histórica, que pertenecen a los siglos XVIII y XIX (Ver recuadro *Joyas del Museo de Física*). “Un porcentaje de sus piezas fueron clasificadas y el resto está en proceso de investigación”, describe el doctor Guillermo Mattei, coordinador del Museo. Las “piezas desconocidas” se difunden en la web por medio de fotografías con el fin de que los diferentes investigadores aporten los datos faltantes.

“Además de la preservación y clasificación se prevé la puesta en funcionamiento de los dispositivos que todavía lo permitan”, comenta Mattei. Asimismo, el Museo dispone de una tabla de logaritmos de fines del siglo XVIII y catálogos de material educativo de principios del siglo XX.

En resumen, los materiales didácticos del pasado, atesorados en gabinetes de ciencia de colegios y universidades, son huellas que permiten interpretar las políticas públicas de aquellos años y ayudan a comprender el presente. | 

JOYAS DEL MUSEO DE FÍSICA

Entre las “tesoros” que alberga el Museo de Física de Exactas, se encuentra un “vaso de Tántalo”, copa de vidrio del siglo XVIII, que permite mostrar el principio de funcionamiento del sifón intermitente. En su interior, la copa posee un conducto que termina en un orificio en la base. Cuando la copa se llena, también lo hace el conducto. Pero, según el principio de vasos comunicantes, cuando el nivel de líquido supera el punto de inflexión del conducto, la copa se vacía. La presión hidrostática crea un sifón que evacua el líquido por el orificio del pie de la copa. Según la mitología griega, el rey Tántalo fue castigado por los dioses a no poder saciar su sed debido a que su copa se vaciaba tan pronto se llenaba.

Otra joyita es “La Millonaria”, máquina de cálculo de 1892 y fabricada por el científico suizo Otto Steiger. Realizaba las cuatro operaciones fundamentales en forma muy rápida. Se estima que se vendieron alrededor de 4500 unidades.

Por su parte, el Electrómetro de Henley (siglo XIX) permite detectar la electricidad estática. Posee un filamento muy fino de platino, cuyo desplazamiento entre dos potenciales opuestos se mide a través de un visor con ocular micrométrico, y permite detectar diferencias de potencial del orden de 1/100 de voltio.



En homenaje al Profesor Guillermo Boido

Docentes de la materia Historia de la Ciencia

La muerte de Guillermo Boido, quien fuera durante muchos años el titular de la materia de Historia de la Ciencia en nuestra Facultad, nos conmueve profundamente y amerita una reflexión alejada de la solemnidad y la tristeza. Nos alegramos de haber conocido a un ser excepcional en el uso de la palabra y de los silencios: Boido hablaba y escribía de lo que sabía. Y lo hacía muy bien, con un estilo impecable y riguroso. Manejaba el lenguaje con exquisitez. Dejó una huella en Exactas que viene de lejos: fue expulsado la infausta noche de los bastones largos, siendo Instructor de Física en el curso de ingreso que dirigía Eduardo Flichman. Redactó gran parte de unos maravillosos cuadernillos con una novedosa didáctica, en forma de diálogos entre personajes, en donde se explicitaban conceptos en forma amena y profunda. A su vez, en su ya famoso libro *Noticias del planeta Tierra*, en donde hace un análisis lúcido sobre Galileo y la revolución científica, podemos observar claramente algunas de sus dotes como escritor. En una época donde el vivir vertiginosamente se ha hecho común, el manejo de la reflexión, la pausa y el análisis crítico de Boido, era para nosotros como un oasis en el desierto.

Pero Boido no solo fue un buen profesor de Física y de Historia de la Ciencia. Tenía una faceta de poeta, por muchos

desconocida. Para muestra, hemos elegido dos de sus poemas extraídos de su libro de poesías *La oscuridad del alba*, editado en 2006:

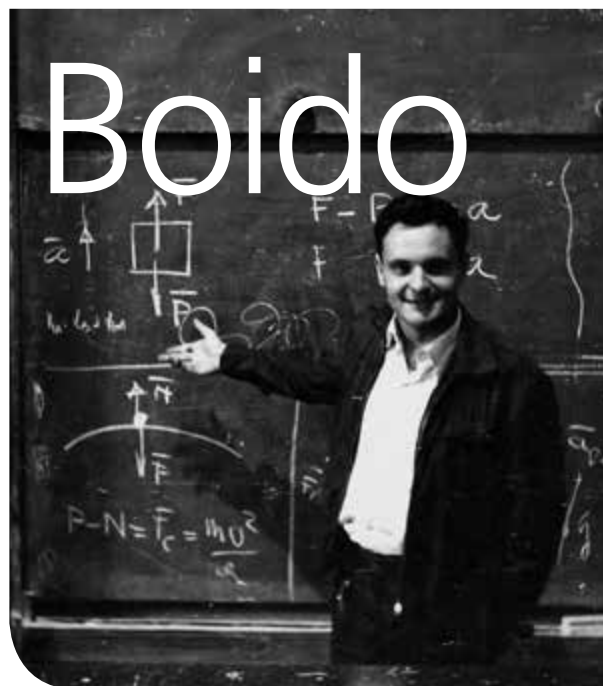
Insomnio
Es improbable el sol.

No hay otra luz
Que la espera del alba

Esencias
Eres lo que de ti me abandona porque
Solo en la memoria de la sed
Es posible el agua

También sus cualidades como docente las conocen los cientos de alumnos que pasaron por sus aulas estos años. A través de su docencia, llegaba a las nuevas generaciones incentivando el espíritu crítico, pero también la ternura. En este sentido, cabe recordar un fragmento extraído de su texto "Legados que cumplir":

"...no se trata de traer aquí solamente el testimonio de mujeres y hombres de mi generación. Nosotros, en épocas a menudo aciagas, incluso en años de plomo, hemos tratado de recoger ese legado histórico. No sé si lo hemos logrado, pero al menos lo hemos intentado. Prefiero pensar, en cambio, en las jóvenes generaciones. La juventud no es sólo aquella que aparece en los medios, en los programas televisivos de la



Guillermo Boido durante el dictado del curso de Física para el ingreso a Exactas, que se dictó entre 1964 y 1965.

farándula, en las revistas del espectáculo o incluso en las noticias policiales. Hay un sector de la juventud que los medios ignoran, que trabaja silenciosamente en el aula o el taller, en la biblioteca, en el laboratorio, en los ámbitos de la creación cultural, filosófica, educativa, científica y tecnológica. Tampoco a ellos los nuevos sacerdotes han logrado quitarles la razón y la esperanza. Con infinito dolor, ellos construirán un futuro. Será una empresa ardua. Pero lo harán. Y en ese futuro habrá, como lo hay ahora, para nosotros, lugar para la utopía, para el pensamiento crítico, para la solidaridad."

Se nos fue un Maestro, de aquellos que no abundan. Y nos dejó un legado que no podemos soslayar: seguir trabajando por la educación, por la cultura y por la ciencia, siempre desde una perspectiva profundamente humanista. **✎**

Lógica y lógicas

Guillermo Boido* y Olimpia Lombardi

En el artículo anterior nos referimos a la lógica clásica, y mencionábamos la multiplicación de sistemas lógicos durante el siglo XX. Aquí nos focalizaremos en esta proliferación, comenzando por señalar que se suele distinguir entre dos tipos de lógicas no-clásicas: las *extendidas* y las *divergentes*.

Las primeras son extensiones de la lógica clásica que agregan nuevo vocabulario lógico y nuevos axiomas, y reglas de inferencia para tal vocabulario. Ejemplos de ello son las lógicas *modales* (que añaden las nociones de 'necesario' y 'posible'), las lógicas *temporales* (donde aparecen 'era el caso', 'será el caso'), las lógicas *deónticas* (que incluyen 'debe', 'puede'), las lógicas *epistémicas* (en las que encontramos 'sabe', 'cree') y las lógicas de la *preferencia* (que en su vocabulario admiten 'prefiere'). Una lógica extendida incluye todos los razonamientos válidos de la lógica clásica, y agrega aquéllos que incorporan el nuevo vocabulario. En este sentido, la lógica clásica puede ser entendida como una extensión de la silogística aristotélica.

Pero el mundo de la lógica se despliega enormemente en el caso de las lógicas divergentes, aquéllas que no difieren de la lógica clásica sólo por su vocabulario adicional sino por razones más profundas. Aquí nos encontramos con las lógicas *plurivalentes*, donde no vale el principio de tercero excluido (según el cual toda proposición es verdadera o falsa y no existe una tercera posibilidad), pues existen más valores de verdad que la mera verdad y falsedad. Las lógicas *intuicionistas*, en cambio, rechazan el principio de tercero excluido pero sin agregar otro valor de verdad: los enunciados pueden ser en principio ni verdaderos ni falsos, y esto sucede cuando no se puede demostrar su verdad ni su falsedad. También hay lógicas divergentes que se formulan como respuesta a problemas de las ciencias naturales, como es el caso de las lógicas cuánticas.

Tal vez el principio lógico históricamente más enraizado es el de no-contradicción, según el cual un enunciado no puede ser a la vez verdadero y falso. Sin embargo, hay casos, como el de las lógicas *paraconsistentes*, donde el principio de no-contradicción no se cumple, ya que se admiten ciertas contradicciones con reglas que definen su papel en los razonamientos.

Existen incluso lógicas que no incorporan el concepto de verdad en la medida en que trabajan con ítems lingüísticos que no tienen valor de verdad por su propia naturaleza. Éste es el caso de las lógicas *erotéricas*, que se ocupan de interrogaciones, y las lógicas *imperativas*, que estudian las relaciones lógicas entre oraciones en forma imperativa (particularmente apropiadas para formalizar la estructura argumentativa de los códigos en el ámbito del derecho). Prescindir del concepto de verdad exige, a su vez, la reformulación del concepto de validez ya que, como vimos en el artículo anterior, tradicionalmente se lo define en términos de preservación de la verdad.

El ámbito de la computación ha dado un gran impulso a la lógica, en particular en lo que se refiere a los problemas de la decidibilidad, la computabilidad y recursividad, todos éstos conceptos relacionados con la existencia de algoritmos de prueba, esto es, métodos que permitan decidir *por sí* o *por no* en un número finito de pasos.

La lógica se ha convertido así en una disciplina tan amplia y diversificada como la propia matemática, con la cual mantiene estrechas relaciones: como sucede en otros casos donde las fronteras entre disciplinas científicas se han desdibujado, actualmente la *lógica matemática* es un ámbito de investigación cuya fecundidad no depende de ser categorizado como lógica o como matemática.

Por último, se ha discutido filosóficamente el estatus de los diferentes sistemas lógicos. Para algunos autores, la lógica clásica es la privilegiada en tanto expresa nuestro modo de razonar, mientras que las restantes son meras herramientas útiles. Otros, en cambio, consideran que la lógica es una parte de nuestro conocimiento científico tan revisable como cualquier otra y, por lo tanto, en ciertos ámbitos puede abandonarse la lógica clásica y adoptarse un sistema lógico diferente. Esta cuestión, claro, continúa en debate. **▣**

* Este artículo y los dos que aparecerán en los próximos números de esta publicación en esta misma sección, fueron entregados con anterioridad por Olimpia Lombardi y Guillermo Boido (compañero de trabajo, colaborador y consejero editorial de EXACTAMENTE), quién falleció el sábado 19 de octubre de 2013. Sus compañeros lo recuerdan en un breve homenaje que reproducimos en página 44.

Las lecciones del Maestro Ciruela

Ausencias inadmisibles

Ricardo Cabrera
ricuti@qi.fcen.uba.ar

Supóngase que usted decide ir al teatro a ver una obra unipersonal. Compra las entradas por Internet, viaja al centro, paga un estacionamiento, hace una cola en el hall, y se sienta en la butaca. Antes de que se apaguen las luces aparece en el escenario un empleado del teatro y les dice escuetamente que ya se pueden retirar porque el artista no va a concurrir... sin la más mínima explicación sobre la ausencia, ni el menor esbozo de un pedido de disculpas, ni un anuncio de devolución del costo de la entrada. Sin el menor atisbo de vergüenza. Absurdo, ¿no es cierto? Demencial es la palabra.

Sin embargo eso es exactamente lo que ocurre a diario en las escuelas primarias y –sobre todo– secundarias de mi país. Es inexplicable que el pueblo haya consentido esta práctica inescrupulosa. Se presenta el preceptor y les avisa: chicos, el profesor no viene, pueden irse a sus casas.

Usted ya sabe: yo soy docente y trabajo en una universidad pública. En mi

cátedra es impensable que algo así ocurra. Los estudiantes no pierden una sola clase. La institución funciona de tal manera que si un docente se ausenta siempre está previsto que otro lo suplante. Hay un plan que cumplir, un compromiso con los estudiantes y con la sociedad. Un programa de contenidos, de saberes, de actividades que no se puede alterar sin incurrir en una grave falta de responsabilidad.

La única excepción que puedo admitir a esta regla de oro –los estudiantes no deben perder una sola clase– es la de la medida de fuerza: el paro, la huelga. Aún así son muchos, por suerte, los docentes que no se borran de la cita sino que asisten a la clase para dar la cara, para dar explicaciones, para mostrar su responsabilidad e invitar a los estudiantes a que tomen conocimiento y partido sobre la cuestión en disputa. Y los que si no se suman al paro, también abren un espacio de diálogo para explicar su actitud.

Por otro lado se sabe que la continuidad de las clases es una de las características más importantes en las preferencias de los padres al elegir la escuela de los hijos. Sea como fuere que las escuelas privadas afrontan el problema de las ausencias de los docentes, constituye uno de los motivos que explican el declive de la matrícula en la escuela pública.

Que los estudiantes sean plantados es cosa inadmisibile. Y que si eso ocurre, los argentinos nos quedemos cruzados de brazos es demencial. |⇐



HUMOR por Daniel Paz

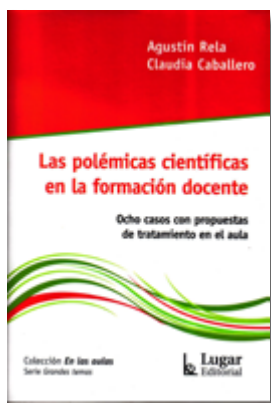


Las polémicas científicas en la formación docente

Ocho casos con propuestas de tratamiento en el aula

Agustín Rela y Claudia Caballero
Buenos Aires: Lugar Editorial, 2013

136 páginas



La capa de ozono, biocombustibles, torres de alta tensión, qué hacer con las pilas, energías no convencionales, bolsas de plástico, cambio climático y la Máquina de Dios. Esos son los ocho asuntos polémicos, en los que la desinformación de la población es la característica más relevante. Y también son cuestiones polémicas entre la comunidad científica: no hay una sola mirada, y varias de ellas son antagónicas entre sí. Agustín Rela y Claudia Caballero advirtieron en ellas la mejor excusa para promover el debate, estimular la curiosidad y enseñar ciencia.

El interés público sobre estos temas es palmario, por lo que no solo puede interesar a los educadores. La claridad de los planteos, el análisis de las fuentes, la justeza en la que se dimensiona cada problema le brinda al lector una visión abarcativa, ubicada e inteligente. ¿Se trata simplemente de mitos? ¿Están asociados a intereses económicos? ¿Encajan en teorías conspirativas? Estas preguntas son atendibles y requieren respuestas serias.

En este texto –de lenguaje simple, llano y entretenido– los docentes no solo encontrarán decenas de respuestas, hallarán sobre todo una estrategia didáctica atractiva y estimulante para abordar cualquier otro asunto controversial, otra excusa apropiada para enseñar ciencia.

La humanidad del genoma

ADN, política y sociedad

Alberto Kornblihtt
Buenos Aires: Siglo Veintiuno, 2013

128 páginas



Alberto Kornblihtt (el Messi de la ciencia, como lo llama su amigo Adrián Paenza) nos regala su primer libro y ya nos ponemos a esperar con ansiedad los siguientes. La prosa es fluida y concisa, rigurosa y concreta. No se va por las ramas y aborda cuestiones que a todos interesan: qué es el ADN y en qué asuntos de enorme actualidad está implicado: filiación, desaparecidos, restitución de nietos, teoría de la evolución, educación, creencias religiosas, política, derechas e izquierdas.

Un libro vibrante escrito para todo público, que no esquiva temas polémicos: ¿Existen las razas humanas? ¿Son seguros los alimentos transgénicos? ¿Cuánto de determinante hay en nuestro genoma? ¿Podemos clonar seres humanos? ¿Por qué es irrefutable la teoría de la evolución? ¿Qué tiene que ver Sarmiento con todo esto?

Aunque el libro hace un obvio y fuerte hincapié en el ADN, Kornblihtt construye un asombroso alegato de la ciencia, del pensamiento crítico, del librepensamiento, de la libertad y de los derechos humanos. El compromiso social de sus palabras trasciende cada capítulo, cada frase. Y desemboca en un momento culminante hablando de la ética del docente y del científico, permitiéndose dar consejos y recetas, y hablando de los contenidos irrenunciables de la educación pública y gratuita.

Por qué mentimos... en especial a nosotros mismos

La ciencia del engaño puesta al descubierto

Dan Ariely
Buenos Aires: Ariel, 2012

260 páginas



Del texto de contratapa: “Seamos honestos, mentimos constantemente, ésta es una realidad inherente al ser humano. No se trata de hacer un juicio moral, sino de descubrir qué nos empuja a ello, y lo más importante, cómo nos protegemos a nosotros mismos de esas mentiras”.

Pero antes de tratar el asunto, que suena muy bonito: ¿Puede medirse la mentira, el engaño, la deshonestidad? ¿Puede estudiarse científicamente? ¿Será posible plantearse hipótesis sobre causas, motivos, circunstancias que auspician o desaniman la mentira? ¿Podemos experimentar y contrastar las hipótesis? ¿Podemos medirlas? La mayor sorpresa que el lector encontrará en este libro es que la respuesta a todas esas preguntas es afirmativa. La trama es original, creativa e inteligente. La “cocina” científica impecable, convirtiendo el libro en un ejemplo atractivo del modo de proceder de la ciencia.

Se trata, en el fondo, de un ejemplo prototípico de psicología experimental, en el que Ariely plantea las inquietudes, y desarrolla un experimento para cada una. Luego extrae las conclusiones, entre las que hay una que se repite: mentimos en la medida que nos permite autoengañarnos para sentirnos honestos.

Y como si todo esto fuera poco –el tono humorístico, las anécdotas risibles y el lenguaje coloquial– el texto nos deja un mensaje de esperanza y de un futuro más digno.

Recomendaciones en Internet

<http://lacienciaysusdemonios.com/>

La Ciencia y sus Demonios. La primera gran virtud del hombre fue la duda y el primer gran defecto la fe (Carl Sagan). Un blog muy activo, con una decena de autores, y temas muy variados: astronomía, biología, evolución, ciencias sociales, crítica literaria, etcétera. Una fuente enorme de recursos, inspirados en la obra del inmortal divulgador.



<http://naukas.com/>

Naukas (antes Amazings.es) es el proyecto de Miguel Artime, Antonio Martínez, José Cuesta y Javier Peláez quienes han unido sus fuerzas para realizar una gran plataforma online de divulgación científica en español. Actualmente cuentan con el apoyo de un centenar de divulgadores científicos de habla hispana.



<http://gluonconleche.blogspot.com.ar/>

Glúon con leche. Blog dedicado desde 2005 a difundir el pensamiento racional para enterrar el pensamiento mágico. Un blog de Julio Plaza del Olmo, licenciado en física de Madrid, España, que escribe entretenido, con humor, documentado, y con una parafernalia de recursos admirable e inusual.



<http://www.hunkinsexperiments.com/aboutus.htm>

Hunkin's Experiments. Colección de experimentos de Tim Hunkin (ingeniero del Gonville and Caius College, Cambridge) sobre matemática, comida, ropa, cuerpo humano, electricidad y mucho más. En inglés, pero todos los experimentos se presentan con caricaturas hechas por el autor.



<http://www.blogseitb.com/cienciayhumanismo/>

La naturaleza humana. El blog de Juan Ignacio Pérez Iglesias, catedrático de Fisiología en la Universidad del País Vasco, escribe artículos sobre cultura y biología, y en cada uno nos demuestra no sólo que no están divorciadas sino que su límite es cada vez más difuso.



www.hongosdeargentina.com.ar

Hongos de la Argentina. Aficionados y profesionales, curiosos de la naturaleza y fanáticos del Reino Fungi, crearon una biblioteca web de fotografías y videos sobre los hongos que se encuentren en la Argentina. Vale la pena.



¿Existe la antimateria?

Responde el doctor Fernando Lombardo, del Departamento de Física de Exactas-UBA.

La materia común se compone de partículas, y la antimateria, de antipartículas. En 1928, el físico británico Paul Dirac, buscando una ecuación para describir la dinámica de los electrones que se movían a velocidades cercanas a la de la luz, halló estados cuánticos de energía negativa. En 1931, postuló el positrón, una partícula nueva, con la misma masa que el electrón. Así, predijo la existencia de antipartículas.

Un año después, el físico estadounidense Carl Anderson encontró que las colisiones de rayos cósmicos producían estas partículas dentro de una cámara de niebla –un detector de partículas donde los electrones o los positrones dejan marcado su movimiento a través del gas–. Observando esas curvas puede medirse la relación entre la carga eléctrica y la masa de una partícula.

Las teorías predicen que a cada una de las partículas de la naturaleza le corresponde una antipartícula con la misma masa, el mismo “espín”, pero distinta carga eléctrica. Algunas partículas son idénticas a su antipartícula, como por ejemplo el fotón, que no tiene carga eléctrica. Pero no todas las partículas de carga neutra son idénticas a su antipartícula.

Los pares partícula-antipartícula pueden aniquilarse entre sí. Pero esto no significa su destrucción, sino una transformación que genera fotones de alta energía (rayos gamma) y otros pares partícula-antipartícula. Los procesos de altas energías en la naturaleza pueden crear antipartículas.



Núcleos de Antihelio 4. Imagen especular del Helio 4, formado por dos antiprotones y dos antineutrones. Hallazgo del colisionador de partículas RHIC del Laboratorio Nacional de Brookhaven.

La palabra antimateria se refiere a las antipartículas elementales, los compuestos de antipartículas hechos con éstas (como el antihidrógeno) y formaciones mayores que pueden hacerse con ellos. Por ejemplo, un positrón y un antiprotón podrían formar un átomo de antimateria, de la misma manera que un electrón y un protón forman un átomo de hidrógeno. La primera vez que se pudo hablar propiamente de antimateria fue en 1965, cuando dos equipos consiguieron crear un antideuterón, una antipartícula compuesta por un antiprotón y un antineutrón.

Algunas teorías suponen que en el origen del universo había materia y antimateria en iguales proporciones, sin embargo no se han hallado estructuras de antimateria estables en él.

¿Qué factores inciden en la variación de intensidad de la radiación ultravioleta?

Por Ricardo Depine, investigador en el Departamento de Física, de Exactas-UBA.

El Sol se encuentra a una temperatura media de 6000 grados Kelvin y en su interior tienen lugar reacciones de fusión nuclear que producen energía. Ésta se transmite al exterior mediante la radiación solar, que es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por esta estrella.

Los distintos tipos de radiación electromagnética se clasifican según su longitud de onda. La luz visible tiene longitudes de onda entre 400 nanómetros (nm) y 700 nm, aproximadamente. Por encima de los 700 nm, es radiación infrarroja, y por debajo de 400 nm, se habla de ultravioleta (UV).

Un 10% de la radiación solar es ultravioleta (UV). A medida que ésta atraviesa la atmósfera, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación UV de onda corta (UVC, hasta 280 nanómetros), que es la más energética. También se absorbe casi el 90% de la radiación UV de onda media (UVB, de 280 a 315 nm), mientras que la UV de onda larga (UVA, de 315 a 400 nm) es absorbida en bastante menor medida. En consecuencia, la radiación UV que alcanza

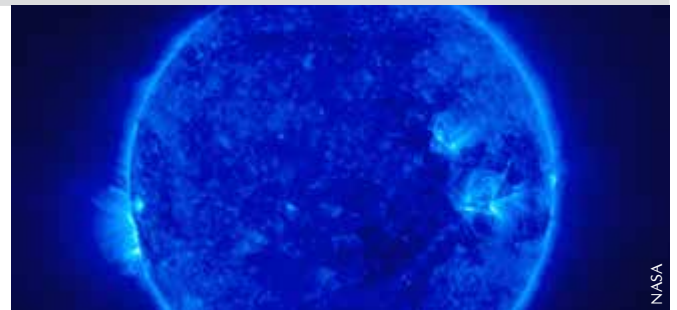


Foto del sol filtrada de tal manera que solo se ve el rango de la radiación ultra violeta (UV) del espectro (el color azul en la foto).

la superficie terrestre se compone en su mayor parte de rayos UVA (onda larga), y una pequeña parte de UVB (onda media).

La intensidad de la radiación UV recibida en la Tierra es mayor cuanto más alto esté el Sol en el cielo (al mediodía); y varía según la hora del día y la época del año. Además, la intensidad es máxima cuando no hay nubes, pero puede ser alta incluso con ellas. La dispersión puede producir el mismo efecto que la reflexión por diferentes superficies, y aumentar la intensidad total. Por ejemplo, la nieve limpia refleja hasta un 80% de radiación UV y la arena seca de la playa, alrededor de un 15%. Además, a mayor altitud, la atmósfera es más delgada y absorbe menor proporción de radiación. Con cada 1000 metros de ascenso, la intensidad de los UV aumenta un 10 a 12%.

El vidrio común es parcialmente transparente a los rayos UVA de onda larga, pero opaco a longitudes de onda menores. Por ejemplo, entre 350 y 400 nm, el vidrio de ventana deja pasar el 90% de la intensidad incidente. Sin embargo, bloquea más del 90%, en longitudes de onda inferiores a 350 nm.

Sedería "Lithos", donde se visten las esculturas

José Sellés-Martínez - pepe@gl.fcen.uba.ar

Las esculturas que representan personas pueden estar desnudas o vestidas. En los desnudos el desafío a vencer puede ser la representación de la textura de la piel, las venas latiendo bajo ella, el esfuerzo de los músculos tensos. Cuando se trata de estatuas vestidas la representación de la tela, su textura, su diseño, sus pliegues, su "caída", su transparencia u opacidad, las ondas que el viento o el movimiento producen en ellas son, entre otros, los desafíos que el artista enfrenta. La piedra, si bien es rica en colores y diseños que pueden asimilarse a los textiles, es también, inexorablemente, rígida. Es imposible plegarla, no es posible reducirla al espesor de un tejido de algodón, ni hacerla flamear al viento, y es imposible que transparente... ¿Es imposible? Algunos ejemplos nos ilustran que no hay tales imposibles para los artistas y nos cuentan algo de la naturaleza geológica de los materiales.

La Victoria de Samotracia (Figura 1) está tallada en mármol de Paros (*Paria marmara*) que, desde la antigüedad, se extrae de la isla de Paros (Archipiélago de las Cícladas, en Grecia). Fue labrada por un artista desconocido hace 2200 años y representa a la diosa Nike en el momento de posarse sobre la proa de un barco de guerra. Conmemora el triunfo en una batalla naval, y el artista ha logrado sugerir tanto la sutileza del tejido adhiriéndose al cuerpo como los pliegues agitados por el viento.

El busto de la figura 2 está expuesto en el Museo Arqueológico de Nápoles (Italia).



Figura 2.

La cabeza está labrada en mármol blanco y el torso cubierto con un magnífico manto de alabastro. Esta variedad listada del carbonato de calcio depositado en fuentes termales se presume proveniente de la actual zona de Pamukale (Turquía) y fue realizado en el siglo III d. C. Las impurezas presentes en la estructura cristalina fibrosa del carbonato dan al mismo las diferentes coloraciones que han sido magistralmente aprovechadas para crear la ilusión de un tejido. Si bien en la antigüedad el nombre de alabastro se utilizaba inicialmente para denominar a las rocas compuestas por carbonato de calcio, actualmente se emplea también para otro material, el sulfato de calcio, que es una variedad del yeso. Rocas similares a los alabastros carbonáticos son los depósitos de ónix que existen en las Provincias de San Luis y Salta en nuestro país.

Pórfido es una palabra que en el mundo de la estatuaria ha sido aplicada a diferentes materiales, no siempre coincidentes con el significado estricto del término en la jerga petrográfica. Un ejemplo del pórfido es el caso de la estatua *Apolo con una lira* que se encuentra en el museo arqueológico de Nápoles (Italia). Su textura muestra pequeños cristales blanquecinos de plagioclasa (que se ven como motas) en una pasta de vidrio de color rojo púrpura. La cantera se encuentra en Egipto en la localidad de Gebel Dokhan (el Mons Porphirites de los romanos), en las cercanías del Mar Rojo.

Debajo del manto de alabastro listado, este romano que vemos en la figura 3 lleva una "camisa" que la fosilización de innumerables bivalvos se ha encargado de estampar. Se lo conoce como *Lumaquella de Egipto* o *Lumaquella oriental*. Las conchillas fósiles de carbonato de calcio blanco se destacan sobre un fondo verdoso, originado en la acumulación de pequeñísimas partículas de carbonato de calcio. Este mármol se ha originado en el metamorfismo de una *coquina*, roca formada por la acumulación de conchillas y granos de carbonato de calcio.



Figura 1

Otro ejemplo es la estatua que representa a la Naturaleza descubriéndose ante la Ciencia. Fue realizada a fines del Siglo XIX por el escultor Louis E. Barriás y se encuentra en el Museo de Orsay (Paris, Francia). Luce un vestido largo realizado en un mármol semejante al denominado "diaspro de Sicilia" (aunque se dice en su



Figura 3

descripción oficial que proviene de Argelia) y cubre su cabeza con un velo de alabastro. Sujeta las ropas que la cubren con una cinta de lapislázuli y un broche en forma de escarabajo realizado en malaquita.

La Capilla de San Severo (Nápoles, Italia) guarda un grupo de esculturas en mármol blanco de Francisco Queirolo. Entre ella se encuentra este "tour de force" del trabajo minucioso, que representa al *desengaño*. Una alegoría en la que un hombre de desembaraza de la ignorancia, simbolizada por una red completamente tallada en mármol. | ❏

CIENTIFICOS

INDUSTRIA ARGENTINA



El programa de Ciencia sigue en la televisión pública, con nuevos informes, secciones y columnistas

CON ADRIÁN PAENZA



**SÁBADOS
11.30 Hs.**



tv.pública

www.canal7.com.ar

INCUBACEN

10

AÑOS

INCUBANDO EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

200 *Proyectos recibidos* **90** *Proyectos Incubados*

50 *Nuevos puestos de trabajo calificados*

37 *Premios & ANR recibidos*

12 *Patentes puestas en valor* **9** *Nuevas EBT*

<http://incubacen.exactas.uba.ar>



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

EXACTAS UBA