

EXACTA

La revista de
divulgación
científica

m e n t e

Recursos

Yacimientos no
convencionales



Biología forense

Test de
diatomeas



Reconocimiento de voz

Hablando con la
computadora



Entrevista

Luisa Massarani



*Ley de
Bosques*

*Tala en la
9 de Julio*

*Arbolado
urbano*

*Reserva de
la Biósfera*

*Dossier
Árboles*



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>]

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 | • Ciencia en Marcha |
- Olimpiadas de Ciencia

DIRECCIÓN DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL (DOV-EXACTAS)

[<http://exactas.uba.ar/dov>]

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 | • Estudiando a los Científicos

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

Rolando

El 20 de febrero de 1919 en Azul, provincia de Buenos Aires, nació Rolando García. Se recibió de maestro en 1936 y de Profesor Normal en Ciencias en la Escuela Normal de Profesores Mariano Acosta en 1939. Uno de sus docentes, Vicente Fatone, le aconsejó estudiar ciencias exactas como requisito previo a introducirse en el mundo de la filosofía, como él deseaba. En el año 1941 comenzó a estudiar en la Facultad, pero mientras trabajaba en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ganó una beca para ir a estudiar a los Estados Unidos. Allí obtuvo una maestría en meteorología en la Universidad de California en 1948 y un doctorado sobre el “Movimiento atmosférico en condiciones estacionarias”, en la misma universidad en 1953.

Cuando regresó al país, Fatone lo invitó a colaborar en la organización de la Universidad Nacional del Sur, que estaba naciendo como la primera con estructura departamentalizada, y luego se incorporó como Director General del SMN. En el proceso de reorganización de la UBA de 1957, mediante la aprobación de un nuevo estatuto universitario, impulsó su modernización junto con el grupo que finalmente apoyó a Riseri Frondizi como rector.

Desde 1957, como decano de Exactas, llevó a la práctica lo que no se pudo concretar a nivel de la Universidad. Impulsó la creación de la Ciudad Universitaria, del Instituto de Investigaciones Bioquímicas en manos de Luis Federico Leloir, del Departamento de Industrias. Generó una Facultad departamentalizada, sin cátedras, con los primeros cargos de dedicación exclusiva del país y logró que el CONICET comprara la primera computadora de Sudamérica, “Clementina”, y se dictara la primera carrera universitaria de computación en América del Sur. Apoyó el dictado de un curso de ingreso con el aporte tecnológico, creando para eso el Departamento de Televisión Educativa, e impulsó el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la UBA, en conjunto con la Facultad de Ingeniería.

También fue el primer vicepresidente del CONICET, en 1958. Allí, en conjunto con Ciancaglini, Braun Menéndez y González Bonorino, impulsó una política para la institución que la ligara con la Universidad. Rolando creía que la investigación debía desarrollarse en la Universidad, dado que allí se formaban los futuros investigadores, y tenía, así, posiciones encontradas con el presidente de la institución, Bernardo Houssay.

Su proyecto universitario contemplaba una primera etapa de consolidación de un ambiente de investigación básica, y un posterior desarrollo de la interrelación con el sector productivo nacional, que no llegó a concretarse plenamente. Durante su decanato fue cuestionado tanto por sectores estudiantiles de izquierda como por la derecha profesionalista de la Universidad. Rolando decía que los primeros lo criticaban porque no entendían su proyecto, y los segundos porque sí lo entendían. Fueron años intensos, con periódicas crisis nacionales tanto políticas como económicas. A pesar de ese contexto desfavorable, su tenacidad y genio lograron que pudiera hacer realidad sus proyectos.

En 1966 enfrentó personalmente a la policía que ingresó a la Facultad en “La noche de los bastones largos” y como respuesta recibió un par de palazos. Lideró la renuncia del 75% de los docentes de la Facultad, creyendo que con esa medida se iba a poder revertir la intervención, lo que a pesar del apoyo internacional no se logró. Debió emigrar, y se instaló en el Instituto de Epistemología Genética de la Universidad de Ginebra, Suiza, donde trabajó en colaboración con Jean Piaget. Realizó grandes aportes en el campo de la epistemología genética y en la fundamentación metodológica, teórica y epistemológica de la investigación interdisciplinaria aplicada a sistemas complejos. También fue consultor de la ONU, y lideró el programa mundial de investigación atmosférica, el primero realizado con el apoyo de satélites meteorológicos.

Regresó al país a principios de la década de 1970 y se integró como director al Consejo Tecnológico del Partido Justicialista, acompañado por destacados académicos de izquierda. Esa participación le implicó la crítica y enemistad de muchos colegas y alumnos que habían compartido el proyecto de la Época de Oro de la UBA, entre 1958 y 1966. Luego del fallecimiento de Juan Domingo Perón, en el año 1974, debió emigrar nuevamente a Suiza tras sufrir amenazas.

En 1980 se instaló en México, primero en la Universidad Autónoma Metropolitana y luego lideró el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM. Con el regreso de la democracia, en el año 1983, regresó al país, fue designado Profesor Emérito de la UBA y se incorporó al Centro de Estudios Avanzados, pero luego de un año no encontró el trato ni el reconocimiento que esperaba y merecía, y retornó a la UNAM.

Exactas homenajeó a Rolando en varias oportunidades, la última en 2009 cuando al cumplir 90 años le impuso su nombre al Pabellón I, dejando de esta forma un reconocimiento permanente a su inmenso aporte a esta institución y al país. Falleció el 15 de noviembre de 2012 en la ciudad de México, junto a su mujer, la destacada experta internacional Emilia Ferreiro, su hija Valeria y su nieto, a la edad de 93 años.

El 20 de febrero de 2013, sus cenizas fueron esparcidas en el Río de la Plata, frente a Ciudad Universitaria. La ceremonia se llevó a cabo en el muelle principal del Parque de la Memoria y estuvo encabezada por su esposa, acompañada por un pequeño grupo de amigos. Sumado al homenaje familiar, la Facultad inauguró una placa conmemorativa de la vida y obra de Rolando García, que fue colocada en el ingreso al Pabellón I con el objeto de que su legado pueda ser reconocido por las nuevas generaciones.

Rolando García sostuvo de manera coherente a lo largo de su vida los ideales humanistas de una sociedad más justa e igualitaria. Consideró que debía impulsarse el desarrollo nacional y que en ese proyecto la ciencia tenía un rol destacado que cumplir. Queremos de esta forma plasmar nuestro agradecimiento a quien fuera el creador de la Facultad moderna que hoy conocemos.

Jorge Aliaga
Decano de la Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales

RECURSOS 6
Yacimientos no convencionales

PREMIOS KONEX 9
Estás nominado

NEUROCIENCIAS 10
Hablando con la computadora

ECOLOGÍA 14
Agua virtual

BIOLOGÍA FORENSE 18
Test de diatomeas

DOSSIER 21
Ley de Bosques
Tala en la 9 de Julio
Arbolado urbano
Reserva de la Biósfera
Delta del Paraná

INSTITUCIONALES 33
Diez años del Programa Divulgadores

ENTREVISTA 36
Luisa Massarani

EDUCACIÓN 40
La enseñanza de ciencias

SITIOTECA 45

VARIEDADES - HUMOR 46

PREGUNTAS 47

BIBLIOTECA 48

EPISTEMOLOGÍA 49
Anacronismo versus diacronismo

ARTES 50
El yeso



CONSEJO EDITORIAL

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

STAFF

DIRECTOR: Ricardo Cabrera. EDITOR: Armando Doria.

JEFA DE REDACCIÓN: Susana Gallardo. COORDINADOR EDITORIAL: Juan Pablo Vittori. REDACTORES: Cecilia Draghi, Gabriel Stekolschik.

COLABORADORES PERMANENTES: Guillermo Mattei, Daniel Paz, José Sellés-Martínez, Guillermo Boido, Olimpia Lombardi.

COLABORAN EN ESTE NÚMERO: Melina Furman, Georgina Fronza, Gabriel Rocca.

CORRECCIÓN (Mediante convenio con la Pasantía de la Carrera de Edición, FFyL-UBA): María Victoria Piñera. DISEÑO: Pablo G. González, Federico de Giacomi. FOTOGRAFÍA: Juan Pablo Vittori, 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 mente

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

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

Yacimientos no convencionales

Explotar a la madre

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

Las crisis del petróleo de la década del 70 cambió el paradigma de exploración y explotación vigente hasta ese entonces y condujo la búsqueda de hidrocarburos hacia lugares impensados. La caída de las reservas de gas y petróleo llevó a nuestro país a iniciar ese proceso y las perspectivas hoy son alentadoras.

Hace millones de años, el fondo de los océanos, los mares y los grandes lagos recibían los restos diminutos de animales y plantas, que caían lenta e incesantemente. Estos residuos orgánicos se depositaban en grandes cantidades formando capas espesas que se mezclaban con el barro que sedimentaba en las profundidades.

Con el tiempo, en ciertas condiciones de presión y temperatura, la mezcla comenzó a “cocinarse”. Por un lado, aprisionada por ese lodo y privada de oxígeno, la materia orgánica se transformó en hidrocarburos (sustancias formadas exclusivamente por hidrógeno y carbono), como el gas natural y el petróleo. Por otro lado, los compuestos inorgánicos, como la arcilla, se compactaron y cementaron formando rocas sedimentarias de grano muy fino.

Durante este proceso, el petróleo y el gas formados rellenaron los poros de esas rocas y, en conjunto, constituyeron lo que se denomina la *roca madre*.

A lo largo de estos millones de años, la corteza terrestre sufrió grandes cambios que le produjeron fracturas. A través de ellas, y arrastrados por el agua que circula por los intersticios de

la corteza de la Tierra, cierta cantidad de hidrocarburos pudo escapar, poco a poco, de la roca madre y, por ser más livianos que el líquido elemento, ascendieron.

Si en su migración ascendente no encontraron un impedimento, pudieron llegar a la superficie. El gas se escapó a la atmósfera y el petróleo se endureció y se oxidó para dar lugar a asfaltos. Pero si en su ascenso se encontraron con rocas impermeables, los hidrocarburos no pudieron seguir subiendo, se acumularon en una “trampa”, y se formaron los yacimientos. Estos depósitos no son “huecos” que “se van llenando” con el gas y el petróleo que ascienden, sino que están formados por rocas porosas y permeables –principalmente areniscas–, llamadas *rocas almacén* que, como esponjas, retienen los hidrocarburos.

Todo este proceso nunca se detuvo. Los sedimentos que hoy se depositan en el fondo del mar probablemente generarán algo de petróleo y gas dentro de millones de años.

Exprimir la roca

En 1859, en los Estados Unidos, se perforó el primer pozo petrolero del mundo. Desde entonces, la producción y el con-

sumo de gas y petróleo crecieron exponencialmente.

Se dispuso de petróleo abundante y barato hasta las llamadas “crisis del petróleo” de los años 1973 y 1979, provocadas por cuestiones geopolíticas (no por el agotamiento del hidrocarburo), que elevaron su precio significativamente.

En este nuevo escenario económico, resultó rentable extraer los recursos más caros antes que agotar los más baratos. Así, se desarrollaron métodos para obtener hidrocarburos situados en lugares distintos a la roca almacén. A estos yacimientos que empezaron a explotarse se los denominó *no convencionales*, porque para extraer de ellos el petróleo y el gas se requerían tecnologías distintas a las consideradas convencionales hasta ese momento.

Hasta entonces, los hidrocarburos se obtenían por simple extracción –con ayuda de bombeo o sin ella– de un reservorio subterráneo en donde se encontraban en estado relativamente puro, con alta concentración y movilidad.

En cambio, las técnicas no convencionales apuntaron a obtener el petróleo y el gas que quedan retenidos en la roca madre.



“La roca madre tiene una granulometría extremadamente fina, y el material muy fino es muy poroso, es decir, tiene mucha capacidad de tener fluidos adentro. Pero también es muy impermeable, o sea, los poros están muy incomunicados. Entonces, cuando uno quiere chupar algo de ahí, no sale nada”, explica el doctor Ernesto Cristallini, investigador del CONICET y director del Laboratorio de Modelado Geológico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Exactas-UBA). “Es como el mate con yerba fina. Tiene agua, pero si uno chupa no sale, porque al ser finita los poros están incomunicados”, ilustra, y comenta: “Hace 60 años a ningún geólogo se le pasaba por la cabeza extraer hidrocarburos de la roca madre”.

Pero, tras las crisis de la década de los 70, siguió el progresivo agotamiento de los yacimientos convencionales y, con ello, el desarrollo de tecnologías que permiten aumentar la permeabilidad de la roca madre interconectando los poros para que los hidrocarburos puedan fluir.

“Se hace una perforación y se inyectan miles de litros de agua a muy alta presión para romper la roca madre y generar fracturas que comuniquen esos poros. Entonces, se inyecta arena, que se mete en las fracturas para que no se

cierren cuando empiezas a sacar el agua para extraer el hidrocarburo”, describe Cristallini.

Para optimizar este proceso, denominado *fractura hidráulica* o *fracking*, junto con el agua se inyectan ciertos productos químicos, algunos de los cuales son considerados tóxicos. Esto, sumado al gran volumen hídrico que se utiliza, desata críticas de las organizaciones ambientalistas hacia este tipo de explotación.

“Es muy importante que la sociedad sepa que estas cosas no son nuevas. Se ha aprendido muchísimo sobre cómo manejar el agua para no contaminar los niveles donde uno tiene el agua para consumo humano”, señala el geólogo Luis Stinco, profesor del Instituto del Gas y del Petróleo de la UBA y consultor de empresas del área. “Además, la legislación argentina establece un sistema de regulación y las empresas lo cumplen, porque si generan un inconveniente ambiental, eso implica un perjuicio económico gigantesco que va a provocar que no puedan seguir trabajando. Lo que es imposible descartar es que pueda haber un accidente, pero se trata de minimizar los riesgos. Estamos hablando de algo en lo cual las tecnologías aplicadas ya han sido probadas con éxito”, añade.

Existen distintos tipos de yacimientos no convencionales: *shale*, *tight*, *coal bed methane*, entre otros. Esa diferenciación no está definida por las propiedades de los hidrocarburos que contienen, sino por el tipo de roca en el que se encuentra almacenado el gas o el petróleo.

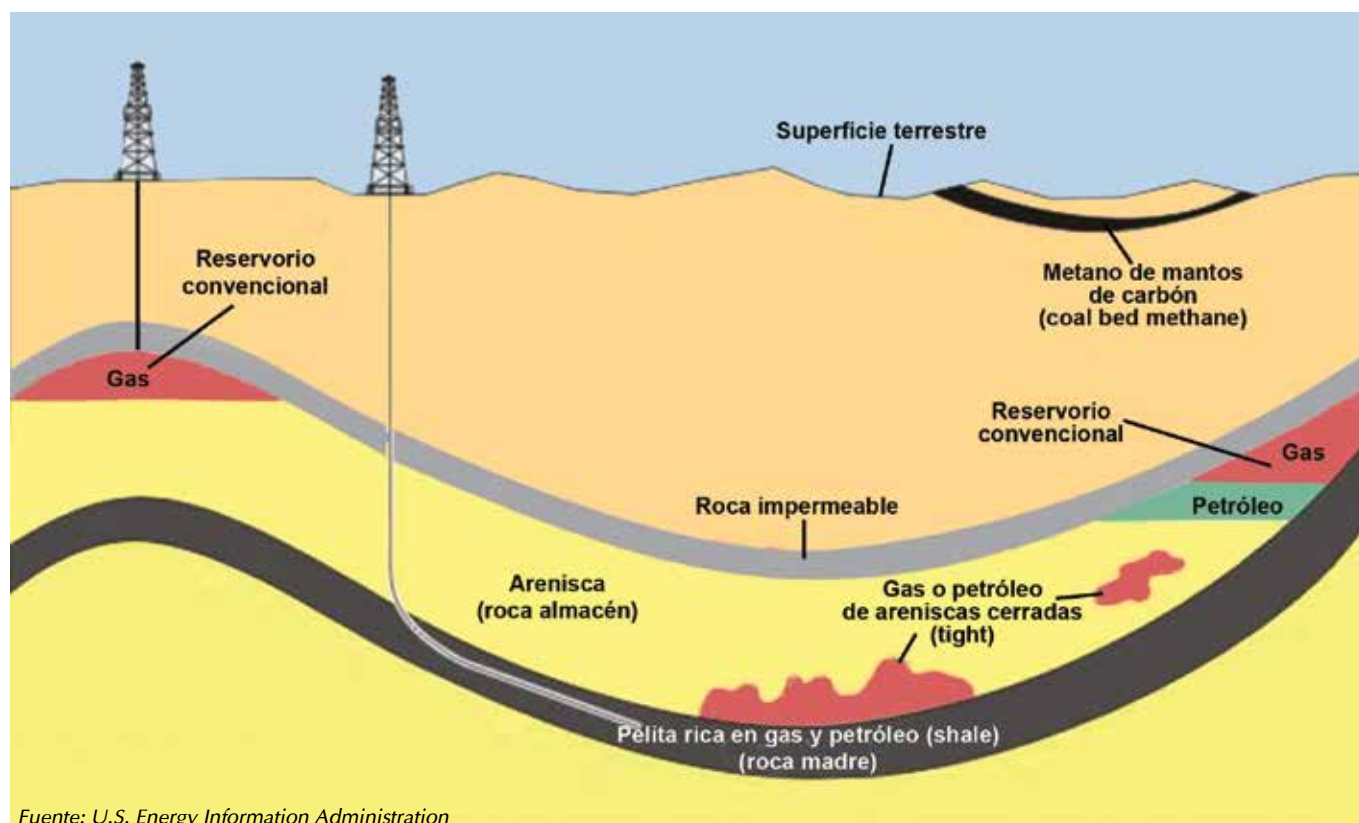
Por ejemplo, los yacimientos de *shale gas* y *shale oil* son aquellos que contienen a los hidrocarburos atrapados en la arcilla de la roca madre. Por otra parte, los *tight* son yacimientos en los cuales el petróleo y el gas están almacenados fuera de la roca madre, pero en reservorios de arenas compactas, con muy poca porosidad y muy baja permeabilidad.

Vaca Muerta

“En los que más experiencia tiene la Argentina es en los *tight*. En los *shale* está aprendiendo”, consigna Stinco.

La motivación para ese aprendizaje fue el descubrimiento, en diciembre de 2010, de yacimientos ricos en *shale gas* y *shale oil* en Vaca Muerta, la roca madre más importante de la cuenca neuquina, formada hace millones de años cuando la región del Neuquén estaba sumergida en un gran golfo que bordeaba el océano Pacífico.

Esquema del subsuelo de una cuenca hidrocarburífera



Fuente: U.S. Energy Information Administration

Según los expertos, este lugar posee ciertas características particulares que, potencialmente, la convierten en una fuente cuantiosa de hidrocarburos. “Por un lado, ocupa un área muy extensa (unos 36.000 km², más de un tercio de la superficie de Neuquén) y tiene un espesor considerable. Por otro lado, el contenido de materia orgánica y la maduración de la roca es muy bueno y puede contener mucho hidrocarburo. Además, se encuentra a una profundi-



La zona de Vaca Muerta tiene ciertas características particulares que, potencialmente, la convierten en una fuente cuantiosa de hidrocarburos.

dad interesante”, informa Cristallini y aclara: “Vaca Muerta está entre los dos mil y tres mil metros de profundidad, lo cual no es tanto a la hora de evaluar los costos de explotación, que aumentan a medida que se va más abajo. Por otra parte, el proceso de *fracking* abarca un diámetro de unos 50 metros de roca, con lo cual, a esas profundidades, estás muy por debajo de aquello que podés contaminar”. “Además, Vaca Muerta está ubicada geográficamente en un área donde a las empresas les resulta fácil el acceso, porque hay rutas, caminos provinciales y municipales”, añade Stinco. “Vaca Muerta está a punto de caramelo”, concluye Cristallini.

Sitios dulces

La exploración y explotación de yacimientos no convencionales puede efectuarse mediante los clásicos pozos verticales y, también, a través de perforaciones horizontales. Estas últimas, una vez alcanzada la roca madre mediante un pozo vertical, consisten en desplazarse adentro de ella abriéndose camino horizontalmente. Obviamente, esta última opción es mucho más cara.

“Hoy en día, por su gran espesor, la exploración de Vaca Muerta la estamos efectuando netamente a través de pozos

verticales”, informa el geólogo Iván Lanusse Noguera, jefe del equipo de exploración de petróleo no convencional de la empresa YPF.

Tras explicar que “en el yacimiento de Loma de la Lata hay un piloto en desarrollo y ya hay pozos no convencionales en producción”, Lanusse Noguera aclara que “todavía estamos en la curva de aprendizaje”. En ese sentido, explica: “El pozo vertical es el que más datos nos brinda en cuanto a los perfiles estratigráficos para poder delinear la exploración, es decir, definir en qué lugares de la cuenca ir poniendo los pozos y determinar la calidad de la roca y el tipo de fluido que se puede recuperar”.

Según el especialista, el objetivo es reducir los tiempos de aprendizaje y descubrir las zonas más productivas (*sweet spots* o “sitios dulces”) para iniciar la producción a gran escala. “Para ello, estamos perforando cientos y cientos de pozos al año”, revela.

Los expertos aseguran que Vaca Muerta podría asegurar el autoabastecimiento energético de la Argentina en pocos años. Si bien nadie quiere arriesgar pronósticos en cuanto a los plazos que demandará esa meta, todos coinciden en que las perspectivas son alentadoras. **14**

Un orgullo más para Exactas

De las 100 personalidades más destacadas de la ciencia y la tecnología de la última década que serán distinguidas con el Premio Konex 2013, de ellos 19 son docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Además, Rolando García, recientemente fallecido, recibirá el Konex de Honor, mientras que Lino Barañao, actual ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva, será reconocido con una mención especial por su trayectoria.

Desde el año 1980, la Fundación Konex de Argentina otorga premios a distintas disciplinas y ramas del espectro cultural con el fin de estimular a las futuras generaciones. Han sido distinguidas con estos premios un gran número de personas e instituciones y, a lo largo de estos años, muchas veces han engrosado esa lista graduados y profesores vinculados con Exactas.

El martes 30 de abril se dio a conocer la lista de los distinguidos con el Premio Konex 2013, dedicado a la Ciencia y la Tecnología. El premio Konex de Honor fue destinado al recientemente fallecido Rolando García, quien fuera profesor y decano de Exactas. Entre las cinco menciones especiales por trayectoria “a las personalidades que por su desempeño y aporte a la Ciencia y Tecnología de la Argentina, que trascienden esta última década”, fue reconocido Lino Barañao, docente e investigador de la casa y actual ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Asimismo, el jurado eligió a las 100 personalidades más destacadas de la ciencia y la tecnología de la última década (2003-2013), quienes podrán ser susceptibles a recibir los premios Konex de Platino y el premio Konex de Brillante en el momento en que se realice el acto de entrega, el 19 de septiembre.

La noticia distintiva para Exactas es que, de las 100 personalidades, 19 son docentes de la Facultad. Cuatro investigadores fallecidos recibieron reconocimiento post mortem.

Los 19 nominados

En Matemática: Ricardo G. Durán, Pablo Ferrari, Víctor Yohai y Mischa Cotlar (post mortem) (docente entre 1957 y 1966). En Física y Astronomía: Igor Félix Mirabel, Juan Pablo Paz, Pedro Elías Zadunaisky (post mortem) (Profesor Emérito hasta su fallecimiento en 2009). En Físicoquímica, Química Inorgánica y Analítica, Darío A. Estrín y Daniel Murgida. En Química Orgánica: Rosa M. Muchnik de Lederkremer y Elizabeth Jares Erijman (post mortem) (Profesora Asociada hasta su fallecimiento en 2011). En Ciencias de la Tierra: Vicente Ricardo Barros y Víctor Alberto Ramos. En Biología y Ecología: Ricardo Gurtler. En Genética y Genómica: Héctor Torres (post mortem) (Profesor Emérito hasta su fallecimiento en 2011). En Bioquímica y Biología Molecular: Eduardo Arzt, Mirtha María Flawia y Alberto Kornblihtt. En Ciencias Biomédicas Básicas: Gabriel Rabinovich. En Nanotecnología: Galo Soler Illia. En Desarrollo Tecnológico: Oscar E. Martínez (Profesor de Exactas hasta 2012). En Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: Diego Grosz y Sebastián Uchitel. | 



Reconocimiento de voz

—Buen día compu, ¿qué hay de nuevo?

Los seres humanos somos increíblemente buenos para dialogar. Diseñar sistemas informáticos que logren conversaciones similares a las que mantenemos a diario es una meta a la que apuntan desde hace décadas científicos de todo el mundo. Varios investigadores argentinos tienen mucho para decir al respecto.

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

Te estaba esperando para charlar". Esta frase habitual entre los humanos quizás algún día la formule, en el mismo sentido, una computadora a una persona, y comience un diálogo, para el cual desde hace décadas trabajan científicos en todos los idiomas del mundo. Ya podemos decirle al celular que llame a alguien, o escuchar el saldo de la cuenta bancaria reproducido por un aparato, pero nunca logramos sacar a la máquina de sus casillas, ni hacerla reír ante un chiste espontáneo que surja entre frase y frase.

"Seguimos en la prehistoria de lo que será el diálogo del hombre con la máquina. Hoy, la computadora dice un poco más que antes, pero no lo hace aún como queremos. No entiendo bien y balbucea", describe el ingeniero electrónico Jorge Gurlekian, director del Laboratorio de Investigaciones Sensoriales (LIS) del Instituto de Neurociencias en el Hospital de Clínicas de la Universidad de Buenos Aires-CONICET, donde diseña sistemas de conversión de texto a habla y de reco-

nocimiento automático de habla, entre otros proyectos.

Conectarnos con máquinas para que digan algo es, desde hace tiempo, normal. Desde 1933, los argentinos tenemos quien nos de la hora oficial con solo marcar el 113. Antes, eran empleados de carne y hueso los que atendían, y luego fueron grabaciones. Hoy, sin movernos de casa podemos pagar servicios por teléfono y, del otro lado de la línea, una computadora repite los números marcados, para confirmar que hicimos lo correcto, y luego, toda una grabación nos va indicando los pasos que tenemos que seguir. También, ya es un clásico la voz cibernética del físico británico Stephen Hawking, quien usa un sistema de síntesis de habla, porque su enfermedad le impide comunicarse por sus propios medios; o que un programa lea en forma clara y audible los mensajes de textos a personas con visión disminuida.

Se trata de tareas simples, con un inventario limitado de palabras, al igual que el dominio de situaciones posibles. Si bien el sonido de la voz computarizada mejo-

ra con los avances técnicos, aún resulta muchas veces extraño, aparatoso y hasta intimidante. Crear una máquina que hable con todas las letras, y en el mejor de los sentidos, es un sueño que desvela a los investigadores. Ellos saben que se enfrentan a un gran desafío: los seres humanos somos increíblemente buenos para hablar.

"A diario, nosotros empleamos el lenguaje oral casi sin percatarnos de la cantidad y la complejidad de los procesos involucrados en algo tan natural como mantener una conversación. Sin embargo, muchos de esos procesos plantean tremendas dificultades para los sistemas informáticos. En consecuencia, tras unos cincuenta años de investigación en estos temas, todavía estamos relativamente lejos de alcanzar el objetivo", plantea Agustín Gravano, desde el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Cuando hablamos, no solo transmitimos información volcada en palabras, sino que también señalamos el modo en que esperamos que sean comprendidas.



Max Headroom, el personaje de la serie de televisión de mediados de los 80, era la versión computarizada de un periodista que tenía un fluido y a la vez extrañamente cibernético diálogo con los humanos a los que ayudaba a investigar casos en una sociedad comandada por la televisión.

UNA CUESTIÓN DE BITS

Según parece, cuando nos comunicamos, los seres humanos suponemos más de lo que realmente escuchamos. “Cuando hablamos, constantemente hacemos predicciones de lo que el otro va a decir. A punto tal que si uno habla con su pareja o con su tía, predice más del 80% de lo que dirá el otro”, indica Jorge Gurlekian.

Esta capacidad predictiva permite en cierta forma compensar las limitaciones de nuestro oído. “El sistema auditivo –puntualiza– tiene una capacidad de procesar 50 bits de información por segundo. Pero, cuando hablamos generamos como información 5000 bits por segundo. No es que estemos mal hechos, sino que seleccionamos. No podemos tener atención a todo, se elige en qué enfocar”.

Solo atendemos al 1% de lo que el otro dice. ¿Qué ocurre con el 99% restante? “Lo reconstruimos adentro. Es nuestra memoria de largo plazo, que es la predicción”, explica. En tanto, la computadora, a diferencia de los humanos, puede procesar los 5000 bits.

Por ejemplo, una oración que aparece como afirmativa, si se termina con entonación interrogativa, deja de ser una certeza para convertirse en una duda. Lo mismo ocurre con ciertos efectos buscados para destacar una frase que, aunque oralmente no se vean, contiene los signos de admiración. En otras palabras, no solo importa qué se dice, sino también cómo se lo dice. Si leo “María no renunció por el sueldo que cobraba”, no queda claro si María renunció o no. Solo cómo se lo diga permitirá entender si María dejó el trabajo o no. “Estas oraciones –ejemplifica Gravano– corren serio riesgo de ser malinterpretadas por los sistemas actuales diseñados para procesar casi exclusivamente qué se dice, pero no cómo”.

¿Cómo dice?

“Es intensa la lluvia en la ciudad”. Esta frase no da lugar a mayores ambigüedades, pero si estas pocas palabras son pronunciadas por un cordobés o un porteño, sonarán distintas, y la computadora deberá ser programada para reconocer los matices de tonadas. Para lograrlo,

Gurlekian y su equipo, convocaron a dos mil hablantes de diferentes edades, sexos y de distintos rincones del país, que grabaron palabras especialmente escogidas para que pronunciaran con su entonación local y armaron un archivo de voces, que se convirtió en la base de datos universal de la Argentina.

De este modo, el patrón sonoro almacenado permite a los sistemas informáticos reconocer la amplia gama de matices del castellano hablado en la Argentina y convertir el discurso del hablante en texto. “Hay como cinco variantes para decir lluvia en el país. Algunos –ejemplifica Gurlekian– lo dicen con la ll, otros como yuvia. El diccionario fonético de la computadora debe contener las principales versiones registradas, para que cuando llegue el sonido, lo identifique”, explica Gurlekian, investigador del CONICET y director del proyecto. “La palabra carro suena muy distinta dicha por un riojano o un porteño”, compara. Ni qué decir de los correntinos, quienes “tienen diez formas distintas de pronunciar la r”, según revela un estudio reciente.



Uno de los experimentos que realizan Gurlekian y su equipo consiste en poner un casco en la cabeza de una persona, con cerca de 200 electrodos que pueden responder a diferentes estímulos, e identifican los pulsos que genera el cerebro cuando se produce una alteración en el sonido.

PROGRAMA BAJO ESTUDIO

“Estamos llegando a la primera versión completa de un sistema de lectura de páginas web para usuarios con problemas de visión”, señala Agustín Gravano, y en seguida anticipa: “La propuesta se subirá gratuita a la Red cuando esté lista. Calculamos que será en un año, o un año y medio”.

Este archivo sonoro con las principales tonadas de la Argentina fue realizado en el año 2000 y aún siguen sus ecos. “Muchos de los sistemas de reconocimiento de voz que se emplean actualmente en el país se apoyaron en esta base de datos”, afirma Gurlekian, quien es un experto en hacer “ladrillos básicos” que construyen los avances de la ciencia. De estas estructuras se nutren luego muchas de las aplicaciones que usamos a diario.

En este sentido, Gravano ejemplifica: “Como el negocio de tener programas que reconozcan bien la voz es enorme, empresas como Google, Apple y Microsoft refinan lo sistemas que se investigaron en las distintas universidades del mundo en los años 80, 90 y 2000. Ellos ahora toman la posta”.

Habitados a llevar adelante el conocimiento y ubicarse en las fronteras de la ciencia, muchos de los desafíos que enfrentan a diario los científicos posiblemente no lleven a resultados aplicables de forma inmediata, sino luego de que se combinen con otras posibilidades. En ocasiones, ciertos usos aparecen tímidamente, con críticas feroces, hasta que encuentran en el mundo su lugar, casi se diría, su altar. “Un buen ejemplo es la pantalla táctil. Hace diez años se usaban en los cajeros automáticos, y eran sistemas toscos, casi había que golpear fuerte para que funcionaran. En ese entonces, se preguntaba, para qué se los quería, si ya existía el mouse, el teclado, etcétera. Ahora, que aparecieron las tablets y los celulares pantalla táctil, son muchísimas más las cosas que se pueden hacer. Una vez que está disponible el recurso, aparece gente con nuevas ideas para reaprove-

charlo”, remarca Gravano. Hoy, estos dispositivos resultan tan naturales que su hijo de tres años pasa el dedo a una foto de una revista de papel esperando ampliar la imagen.

¿Tu voz es única?

Cada persona es única, pero su voz, ¿también lo es? En principio, el sexo aporta a cada uno un espectro diferente. “El varón ronda los 100 Hz y la mujer, los 200 Hz. La voz femenina es más estridente, y la masculina más opaca”, puntualiza Gurlekian. La cultura también le da sus toques. “Mientras en Occidente a los hombres les gusta la mujer con voz grave como ellos, en Oriente –compara– el tono agudo es considerado más femenino”.

Más allá de las variaciones, ¿cada uno tiene una voz única? “No”, coinciden en señalar Gurlekian junto con Hansjörg Mixdorff, de la Beuth Hochschule de Berlín, de visita de trabajo en el Hospital de Clínicas de Buenos Aires. Allí ambos, con sus equipos, están tras el objetivo de mejorar las técnicas para el reconocimiento automático de habla y del hablante en español y alemán. “Tal vez, algún día se pueda decir que la voz es única como una huella digital, pero por ahora no hay manera de determinarlo”, agregan quienes, justamente, buscan características para reconocer las similitudes y diferencias existentes. “La identificación de voces –ejemplifican– sirve para fines forenses. Es un tema que estaba un poco olvidado por los investigadores y ahora hay un refuerzo para intentar conocer más”.

En este sentido, Mixdorff agrega: “En Alemania no está aceptado en el campo

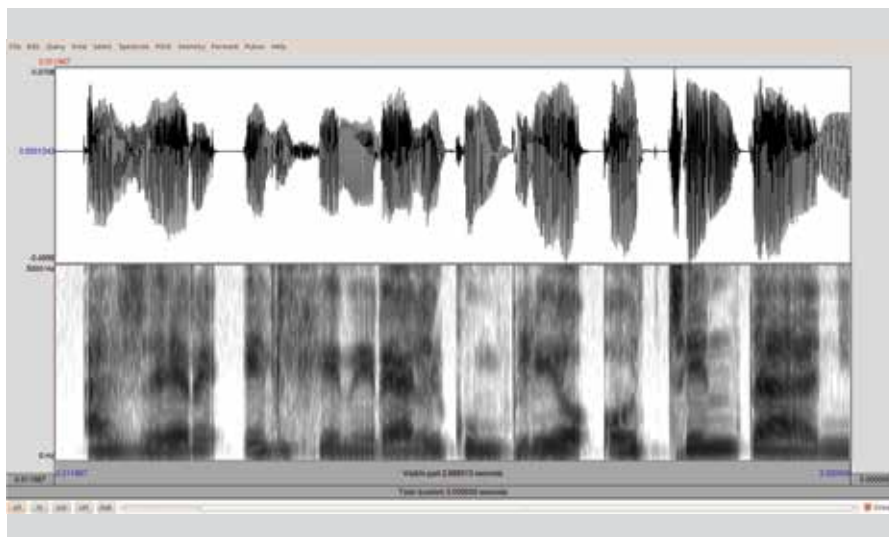
forense una grabación como evidencia. Es que cambia según el canal donde se ha grabado y también con el paso del tiempo”. Los años dejan sus marcas, y esto también intenta descifrar Gurlekian en otro proyecto en marcha. “Volvi-mos a convocar a las mismas personas que dieron su voz para el archivo realizado con las distintas tonadas en el año 2000. Ahora, lo que buscamos saber es si, tras el paso de doce años, se producen cambios en la voz y cuáles son”, precisa.

Ceder la palabra

El panorama muestra que, para lograr un diálogo espontáneo con la computadora, primero, se requiere conocer cada vez más acerca de cómo nos comunicamos a diario. “Los humanos somos increíblemente buenos para detectar los intercambios en los diálogos. Sabemos cuándo una persona termina de hablar y nos cede la palabra. ¿Cómo hacemos cuando no hay contacto visual, por ejemplo, por teléfono, para darnos cuenta que es nuestro turno en la charla? Estudiamos estas transiciones de diálogos y hallamos evidencia de que hay cambios muy sutiles que ocurren en milisegundos en la forma de expresarse que advierten al otro que estamos por terminar de hablar”, indica Gravano, tras hacer estas investigaciones como parte de su tesis doctoral, bajo la dirección de Julia Hirschberg, en la Universidad de Columbia, en Nueva York, Estados Unidos.

Si en la forma escrita aparecen puntos, guiones y demás signos para dar cuenta del fin de un párrafo de un interlocutor y del inicio de otro participante en el diálogo, el modo oral también ofrece señales. “La voz pierde calidad, es más

Una señal sonora se representa digitalmente como una secuencia de variaciones de presión medidas en un dispositivo de entrada (micrófono). La imagen de arriba es una visualización de estas mediciones para una grabación de habla, lo que se conoce como una forma de onda. A partir de esta representación se pueden extraer atributos como el nivel tonal (agudo/grave) y la intensidad (fuerte/suave) del habla. La imagen de abajo es un espectrograma, otra visualización de la misma señal, que muestra la evolución temporal de las diferentes frecuencias auditivas. En el espectrograma pueden identificarse los diferentes sonidos del lenguaje, con patrones bien definidos para las distintas vocales y consonantes. Estas visualizaciones son usadas en todo tipo de estudios del habla.



rasposa, desciende el tono y la intensidad, es como que se va apagando a medida que se acerca el final del parlamento. El habla es más lenta cuando termina el turno que cuando se halla en el medio de su propio discurso”, describe Gravano, luego de estudiar en el laboratorio de Nueva York, diálogos de 45 minutos entre trece personas.

Los científicos necesitan saber estos mecanismos sutiles para programar que la computadora determine cuándo el usuario dejó de hablar, y le toca a ella responder. Ellos saben, por otros estudios realizados, que el silencio en sí mismo no es señal de que la persona ceda la palabra. A veces, simplemente, uno se calla unos segundos para pensar lo que continuará diciendo.

“También –advierte– detectamos que tenemos formas bastantes más concretas de interrumpir de lo que uno hubiera sospechado. No interrumpimos al otro en cualquier lugar, al azar, sino que nos superponemos en determinados fonemas que tienen ciertas propiedades acústicas”.

Los protocolos que se emplean en un diálogo tanto para ceder la palabra o para interrumpir son solo una de las tantas formas de coordinación que usualmente empleamos los seres humanos a la hora de hablar. Pero otra dimensión para desentrañar es la mimetización. Por ejemplo, si el profesor quiere conseguir silencio en el aula, lo mejor es que hable bajo. Cuando nos susurran, tendemos a responderles en el mismo tono.

En el Reino Unido, un experimento buscó entender un poco más acerca de cómo nos comunicamos. Para eso, un actor con buen dominio de la expresi-

ón debía hablar individualmente con treinta escoceses. “En la mitad de los casos lo hizo de modo neutro, tendiendo a ser agradable sobre algún tema. En cambio, en la otra mitad, se le pidió que fuera arrogante y se refiriera a Escocia de modo despectivo”, relata. ¿Qué pasó? Al medir la pronunciación, detectaron que los primeros quince entrevistados hablaron de modo bastante neutro, en tanto los segundos, marcaron más su acento escocés.

“Estos últimos estaban tratando de marcar diferencias, no querían tener nada en común con esa persona. Con esto demostraron que la adaptación no se da siempre, ni de modo automático, sino que influyen valores sociales”, revela Gravano. ¿Cómo cambia uno el modo de hablar si quiere agradar a otro o le gusta el interlocutor? “Estamos en un proyecto intentando modelar esto de manera más completa. Esta cuestión es lo que nos está desvelando en los últimos tiempos. Cuanto más se mira, menos claro está cuál es el predictor”, remarca. Lo que sí está claro, es que todos estos elementos que ocurren en los diálogos humanos, hoy, están fuera de los programas de computadoras.

¿Qué tenés en la cabeza?

Las voces resuenan en el mundo externo, pero todo pasa primero en el cerebro. ¿Qué ocurre allí? ¿Cómo medirlo? “Colocamos unos 200 electrodos o más, en la cabeza de una persona, y cada uno de ellos puede responder a determinados estímulos”, relata el doctor Gurlekian, desde su Laboratorio, donde trabaja para mejorar procesos de síntesis de la voz y habla artificial. “Cuando existe una alteración en el sonido, el cerebro dispara

un pulso negativo, conocido por su sigla en inglés MMN, que indica el registro de la distorsión. La persona no puede controlar esta pulsación, aun dormida ocurre lo mismo”, describe. Esta prueba le sirve a Gurlekian y su equipo para probar sus creaciones de voz artificial, dado que si el cerebro nota alguna alteración en el sonido, esto queda claramente registrado y no está influido por la opinión circunstancial del consultado.

En Exactas, también se realizan experimentos con electrodos. Cada uno mide un potencial eléctrico y se hacen miles de mediciones por segundo, “Claramente –observa Gravano– reunimos un gran volumen de datos, lo que debemos aprender es a decodificarlos. Si tenemos información de qué ocurre en el cerebro, tal vez podemos predecir cuándo la persona hablará o interrumpirá. Esto puede enriquecer muchísimo los modelos que hoy manejamos”. Mientras tanto, él también colabora con Juan Kamienkowski y Federico Raimondo en un estudio ambicioso. “La idea es manejar la computadora a través del pensamiento. Estamos preparando una demostración para que cualquier persona juegue a subir y bajar una pelota, dando la orden solo con la mente”, anticipa Gravano.

¿Entonces, si la computadora entiende el pensamiento, toda la investigación sobre la comunicación no sería necesaria? “Sonamos”, se ríe. “Todavía el sistema es muy precario –concluye Gravano–. Falta mucho. Soy escéptico sobre el poder leer la mente. Mientras tanto, hay que hacer investigación en otras cosas, porque estamos muy lejos de alcanzarlo por ese camino”.

Agua virtual

El precio del agua

Conceptos como *agua virtual* y *huella hídrica* responden a la necesidad de cuantificar el consumo de este recurso esencial. El comercio de granos y frutos representa una gran transferencia de agua desde las regiones donde abunda hacia las zonas en donde es un bien escaso. Según los especialistas, las ganancias del sector agropecuario deberían contemplar la compensación por la degradación del suelo y el agotamiento de recursos hídricos.

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

Si bien nunca es grato recibir la factura del gas, la luz y el teléfono, resulta natural tener que abonarlas. En cambio, seguramente nos parecería extraño tener que pagar por los servicios que brinda la naturaleza. Por ejemplo, pagarles a los árboles por captar las aguas que llegan a los ríos, arroyos y acuíferos. O sufragar el servicio que brindan los insectos polinizadores, al fecundar las plantas y así facilitar la producción de frutos y semillas.

Lo cierto es que se está empezando a pensar que esos servicios tienen un precio. Claro, no siempre resulta sencillo calcularlo. Por otra parte, dado que todo lo que consumimos, desde los alimentos hasta las computadoras, hacen uso, para su producción, de un recurso natural tan imprescindible como el agua, han surgi-

do conceptos que intentan dar una idea de la magnitud de ese consumo.

Así, a principios de la década de 1990, el geógrafo británico John Anthony Allan acuñó el concepto de *agua virtual*, que da cuenta del volumen de agua que contiene un producto, así como la cantidad que demandó su desarrollo. Este investigador del Kings' College de la Universidad de Londres puso en evidencia que todos consumimos agua no solo cuando bebemos o nos duchamos, sino también cada vez que compramos ropa, zapatos o libros, incluso un auto o un televisor. Asimismo, creó un método para calcular ese consumo. Por ejemplo, una hamburguesa supone 2400 litros de agua; una remera de algodón, 4100; y un par de zapatos de cuero, 8000.

Por su parte, el concepto de *huella hídrica*, introducido en 2002 por Arjen Hoekstra,

profesor en la Universidad de Twente (Países Bajos) y del Instituto UNESCO-IHE, representa los litros de agua requeridos para una actividad o producción. *Agua virtual* y *huella hídrica* parecen remitir a la misma idea, sin embargo, tienen usos diferentes. "Mientras que la *huella hídrica* implica volumen, el *agua virtual* se calcula como un flujo, como el balance neto entre lo que sale del país, más lo que entra", define el doctor Walter Pen-gue, investigador del GEPAMA y director del posgrado en Economía Ecológica, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA.

El comercio del agua virtual genera un importante ahorro de este líquido en los países importadores y un posible deterioro en los exportadores, que hacen un uso intensivo del recurso. Por ejemplo, el transporte de un kilo de





maíz desde Francia a Egipto transforma una cantidad de agua de 0,6 metros cúbicos en 1,12 metros cúbicos, que representa globalmente un ahorro de agua de 0,52 metros cúbicos por cada kilo comercializado. Esto es así porque en Egipto, que tiene escasez de agua, una planta necesita evapotranspirar el doble que en Francia; entonces, al importarlo desde un lugar donde se pierde menos, se “ahorra” toda el agua que hubiera necesitado en Egipto.

En las últimas décadas, la circulación de *agua virtual* ha aumentado con las exportaciones de los países agrícolas. Se estima que alrededor del 15% del agua utilizada en el mundo se destina a la exportación en esta modalidad.

Esos conceptos parecen novedosos en la Argentina, sin embargo, Pengue puntualiza que “en Europa se empieza a ver la

necesidad de identificar el uso del agua y cómo se compone la huella hídrica en cada tipo de producción”. Según el investigador, el comercio agrícola mundial puede también ser pensado como una gigantesca transferencia de agua en forma de materias primas, desde regiones donde se la encuentra en forma abundante y a bajo costo, hacia otras donde escasea, es cara y su uso compite con otras prioridades.

En algunos casos, el agua no es solo virtual, sino que se desplaza físicamente en algunos alimentos de origen agropecuario. Por ejemplo, el jugo de naranja, rubro en que Brasil ostenta el primer puesto como exportador mundial.

“Si pensamos en países del Mediterráneo y Medio Oriente, como España, Italia, Egipto o Israel, que son grandes productores de naranjas y pomelos, no me extrañaría que se replantearan si es conveniente seguir posicionándose en esos productos, porque es una manera de exportar agua, cuando es un recurso escaso”, comenta el doctor David Bilenca, director del Grupo de Estudios sobre Biodiversidad en Agroecosistemas (GEBA) de Exactas-UBA.

Así como se habla de agua virtual, también Pengue ha propuesto el concepto de

suelo virtual, que remite a los nutrientes del suelo que se “van” cuando se exporta un producto agrícola. Esto es lo que ha llamado *intangibles ambientales*, que “no se ven, pero más tarde o más temprano se toma conciencia de que están faltando”, reflexiona. “Cuando compramos una tonelada de cualquier fertilizante, lo pagamos. Pero cuando se llevan nuestros nutrientes, nadie nos paga nada”, acota.

Los colores del agua

Hay diversas categorías de *huella hídrica*: la verde remite a la cantidad de agua que la planta libera mediante evaporación y transpiración; la huella gris da cuenta del agua que resulta contaminada por un proceso de producción, por ejemplo, en la fabricación de pasta de celulosa. La huella hídrica azul es la que proviene de acuíferos, glaciares o lagos, que es la más preciada.

Los tipos de *huella hídrica* permiten a los diseñadores de políticas públicas ayudar a ordenar el territorio. Por ejemplo, en regiones donde el agua es un recurso limitante, se puede decidir no destinar tierras a la agricultura, porque conviene más desarrollar una industria que necesita agua. “En algunas provincias cuyanas se empieza a ver que hay que decidir si se hace minería o agricultura, pues

Los 10 primeros países exportadores de agua virtual (1995-1999)		Los 10 primeros países importadores de agua virtual (1995-1999)	
País	Vol. export. neta (10 ⁹ m ³)	País	Vol. import. neta (10 ⁹ m ³)
Estados Unidos	758,3	Sri Lanka	428,5
Canadá	272,5	Japón	297,4
Tailandia	233,3	Holanda	147,7
Argentina	226,3	Rep. Corea	112,6
India	161,1	China	101,9
Australia	145,6	Indonesia	101,7
Vietnam	90,2	España	82,5
Francia	88,4	Egipto	80,2
Guatemala	71,7	Alemania	67,9
Brasil	45,0	Italia	64,3

Fuente: Tomado del trabajo de Hoekstra y Hung: Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade.

son actividades que compiten entre sí por el recurso”, destaca Bilenca.

La agricultura es una de las principales producciones que demandan agua, pues requiere alrededor del 70% del total de agua que se consume. Le siguen el uso industrial y el doméstico.

La soja es agua

Para producir un kilogramo de granos, se necesitan entre mil y dos mil kilogramos de agua, lo que equivale a alrededor de 1 a 2 metros cúbicos. Un kilogramo de queso necesita de 5000 a 5500 kilogramos de agua, mientras que uno de carne demanda unos 16 mil kilogramos del elemento vital.

“La producción de granos en sistemas de secano (que emplean solo el agua de lluvia) no imputa este recurso a las cuentas de costos y beneficios. Sin embargo, esos alimentos han demandado cantidades muy altas de agua durante el proceso de producción”, señala Pengue, que también forma parte del Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (UNEP).

En América Latina el 98% de las tierras cultivadas están en zonas de secano. Pero “la agricultura industrial de exportación demanda cada día más agua para incrementar su productividad”, subraya Pengue. Entonces, se recurre al riego.

Suele afirmarse que la agricultura bajo riego es más eficiente porque hay mayor control de la cantidad de agua y de su administración: la planta recibe lo necesario en el momento justo, sin sufrir estrés. Además, no hay desperdicio en el camino.

“A la hora de analizar las ventajas del riego artificial –advierte Bilenca– es preciso tomar en cuenta, al mismo tiempo, cuál es la capacidad del sistema bajo riego de reponer el agua que se extrae, ya que de lo contrario puede haber consecuencias peores a largo plazo”.

Lo cierto es que la superficie bajo riego está aumentando en la Argentina, y hoy alcanza a 1.290.000 hectáreas, apunta Pengue. Además, el mayor porcentaje de maquinaria y equipamiento para riego no se ubica en zonas secas, sino en la región pampeana, donde los cultivos de la agricultura industrial demandan agua de manera más intensiva.

Y Pengue puntualiza: “Muchas regiones de Latinoamérica ya están sufriendo serios problemas, por ejemplo México, a raíz de la sobreexplotación de los mantos freáticos y de la creciente degradación de las partes superiores de las cuencas, lo que implica mayores costos”.

Cabe destacar que el agua dulce, si bien es un recurso *renovable*, puede considerarse como *agotable* debido a la presión ejercida por el hombre.

Agua azul

La Argentina, junto con Brasil, Paraguay y Uruguay, se asienta sobre uno de los tres acuíferos más grandes del mundo: el Guaraní, que abarca más de un millón de kilómetros cuadrados. El 69% de la extracción de agua de este acuífero, en estos países, se destina a la agricultura, el 21%, a la industria y el 10%, a consumo doméstico.

“Las futuras ganancias del sector agropecuario deberían contemplar la compensación por la reducción de las áreas

SERVICIOS DE PURIFICACIÓN DE AGUA

La ciudad de Nueva York se abastece de la cuenca del valle del río Hudson y las montañas Catskill. Los bosques que cubren las laderas de esas montañas cumplen una función importante en la captación y purificación del agua para su aprovechamiento en la parte inferior de la cuenca.

Hace unos 15 o 20 años surgió un proyecto inmobiliario para construir un parque industrial en el área de la cuenca, lo que implicaba el desmonte de gran parte de esos bosques. A la hora de calcular pérdidas y ganancias, se vio que el costo de instalar una planta de tratamiento para el agua, y mantenerla en el tiempo, superaba con creces los beneficios de ese emprendimiento. En resumen, proteger el bosque resultaba ser una opción más barata que la construcción de nuevas instalaciones de tratamiento

de producción agrícola como resultado de la degradación del suelo y el agotamiento de recursos hídricos como es el caso de los acuíferos”, advierte Pengue. Cuando se extrae agua en exceso de un acuífero, y este se encuentra conectado con el mar, puede producirse el fenómeno de intrusión salina, por el cual el agua salada procedente del mar fluye hacia el subsuelo continental mezclándose con las reservas de agua dulce.

Bosques, pastizales y agua

En el intento de aumentar las ganancias, a partir de 1970 hubo un impulso, en la Argentina y Uruguay, a la forestación de áreas de pastizales con árboles de crecimiento rápido, como pinos, eucaliptos y álamos; y luego estos bosques comenzaron a ser explotados por grandes compañías multinacionales de fabricación de pasta y papel.

Si bien esas forestaciones mostraron altas tasas de producción de biomasa por unidad de superficie, pueden tener efectos negativos sobre los recursos hídricos. En general, los bosques pueden tener tasas de transpiración más altas que las plantas herbáceas, señala, en un artículo de *Ciencia Hoy*, el doctor Esteban Jobbagy, investigador del CONICET y profesor en la Facultad de Agronomía de

HUELLAS

La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental que genera la demanda humana de recursos naturales, y representa el área de tierra o agua necesaria para generarlos. Para calcularla, se puede considerar, por ejemplo, la cantidad de hectáreas utilizadas para generar infraestructura urbana y centros de trabajo; las necesarias para proporcionar el alimento vegetal necesario, las destinadas para pasto a fin de alimentar el ganado, o las utilizadas por bosques para absorber el dióxido de carbono que genera el consumo de combustibles fósiles.

Se estima que la biocapacidad (cantidad de tierra y agua disponible para consumo humano) del planeta por cada habitante es de 1,8 hectáreas anuales. Pero la realidad indica que, desde un punto de vista global, cada habitante consume en promedio 2,7. Esto es lo mismo que decir que estamos girando en descubierto: el planeta tarda un año y medio para regenerar lo que gastamos en un año.

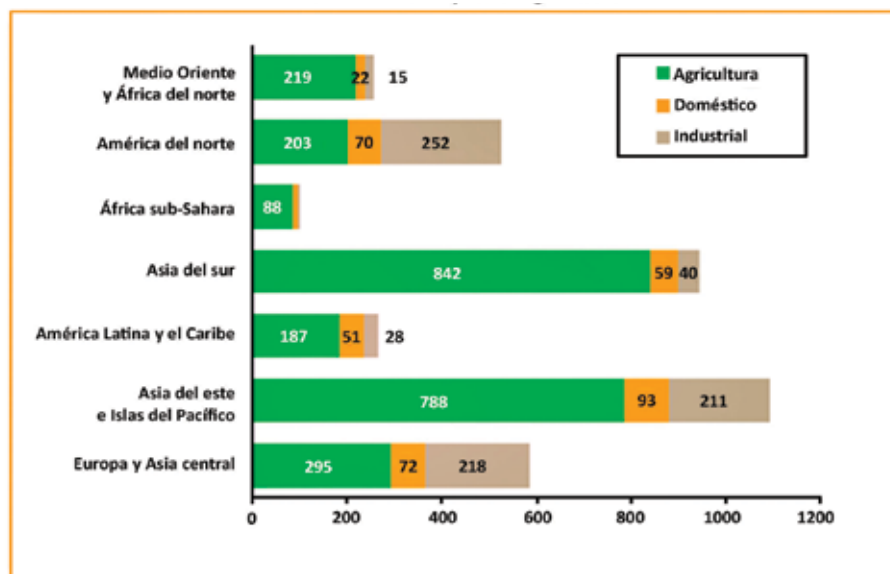
Por su parte, lo que se conoce como *huella de carbono* contabiliza, en toneladas de dióxido de carbono, las emisiones asociadas a las distintas actividades humanas, o las que demanda la elaboración de un determinado producto.

Según un informe de la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, la *huella de carbono* promedio en la Argentina es de 5.71 toneladas al año. Este valor es inferior a la del Reino Unido (con unas 11,81 toneladas por habitante) y a la de Estados Unidos (con 20 toneladas). En nuestra huella, la incidencia mayor corresponde al transporte (51%), le sigue el rubro alimentación (28%), luego energía (20%) y residuos (1%).



AGUA EMPLEADA EN LA AGRICULTURA, LA INDUSTRIA Y EL ÁMBITO DOMÉSTICO EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO

Cifras en miles de millones de metros cúbicos.



Fuente: Global Harvest Initiative, datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO).

la UBA. Los árboles tienen mejor acceso al agua del suelo gracias a que sus raíces llegan a mayor profundidad, y tienen una mayor capacidad de evaporación a través de su follaje.

En estudios hidrológicos que comparan cuencas de pastizales convertidos en forestación, con áreas no forestadas, se observó una reducción general del caudal en los arroyos luego de la forestación. “En promedio, las forestaciones disminuyeron las salidas de agua en un 39%”, indica Jobbany. El impacto sobre el caudal de arroyos fue más fuerte en áreas más secas. En resumen, cuando las forestaciones reemplazan áreas de pastizales, se afecta el recurso, pues parte del agua que normalmente alcanza a los ríos y acuíferos se libera como vapor hacia la atmósfera.

Agua y comercio internacional

Para Pengue, si bien los conceptos de *huella hídrica* y *agua virtual* tienen importancia en la educación ambiental, todavía no constituyen un indicador preciso que informe si estamos gastando mal o bien el agua, pues se necesita de un conjunto de otras variables.

Y prosigue: “Lo que sí me parece estratégico es pensar en el uso del agua en distintas regiones del mundo. En la Argentina hay una disponibilidad hídrica que no existe en otras regiones, y se producen alimentos que en otros países no. Eso tiene un precio para el mercado internacional, y nosotros no lo estamos viendo con claridad”.

El investigador teme que la idea de huella hídrica termine siendo utilizada por aquellos países o grupos económicos que están identificando espacios en el mundo con disponibilidad de recursos para aprovecharlos.

Estos conceptos podrían ayudar a ordenar un poco más los procesos de uso del suelo. No es lo mismo hablar de la huella hídrica en la Pampa húmeda que en el Chaco. En este último se necesita el doble de agua, pues la evapotranspiración que se genera es mayor. Es decir, la planta necesita transpirar mucho más para desarrollar biomasa. Por consiguiente, la huella hídrica es más alta en el Chaco.

En función del agua virtual, algunos países ya están evaluando qué les conviene producir y qué importar. China, por ejemplo, que tiene un agotamiento de los suelos y de la calidad de sus aguas, importa en la actualidad el 34% de los granos de soja que circulan por el mundo y es el principal destino de los granos argentinos. La demanda de China por soja está en aumento, seguido por la Unión Europea.

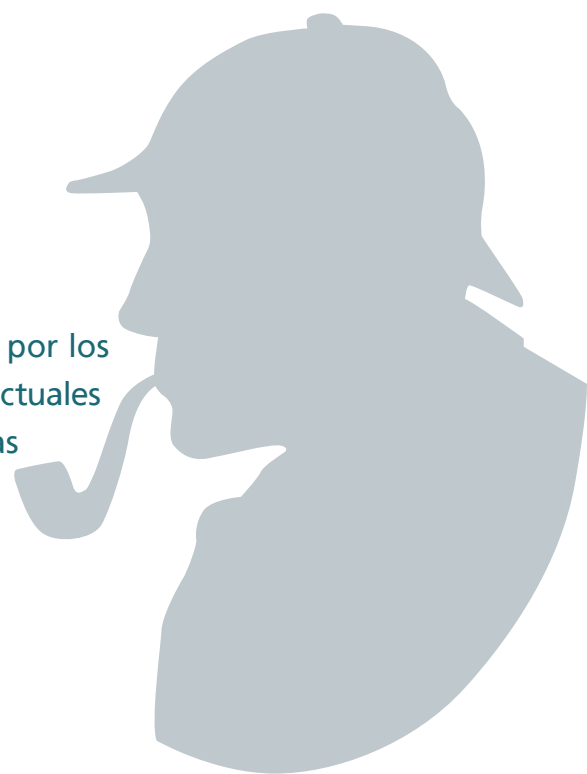
“El hecho de que la Argentina sea un exportador neto de productos como la soja, con alta demanda de agua, evidencian que el *agua virtual* debería considerarse. Especialmente, cuando se trata de una demanda en aumento”, sostiene Pengue, y concluye: “Las agendas ambientales del país deberían incluir en sus cuentas nacionales la información referida al comercio de agua virtual”. ➡

Test de diatomeas

Una evidencia para Sherlock Holmes

Las diatomeas, unas pequeñas algas acuáticas ya conocidas por los científicos por su uso como bioindicadores de las condiciones actuales y pasadas del agua, se utilizan también para aportar pruebas al diagnóstico de muerte por sumersión.

Georgina Fronza - georginafronza@gmail.com



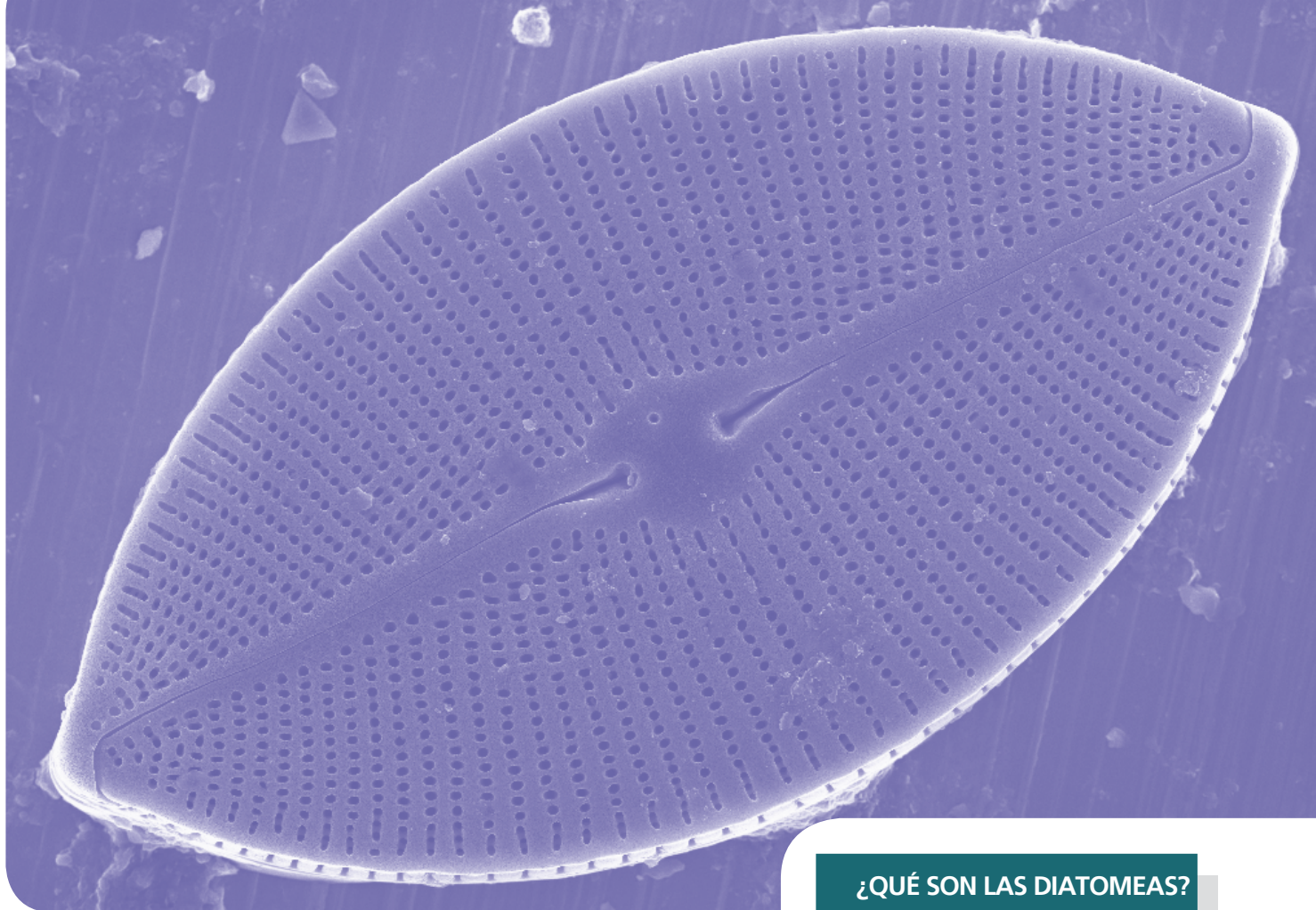
“El tío de Juan recibió una carta de la India. En el momento de abrirla, cayeron cinco pepitas de naranja. Sorprendido, dijo que era una carta de augurio y muy asustado pasó varios días encerrado. Como de costumbre, salió a pasear por el jardín para nunca más volver. Más tarde lo encontraron ahogado en un pozo de solo dos pies de profundidad, motivo por el cual la policía lo resolvió como un suicidio”. Muy distinta hubiera sido la resolución de la policía en el cuento *Cinco pepitas de naranja* de haber contado con un procedimiento eficiente para determinar si la muerte del tío de Juan había ocurrido efectivamente por sumersión. Es que en épocas de Sir Arthur Conan Doyle, el test de diatomeas no existía ni en el imaginario de su ingenioso personaje, el detective Sherlock Holmes.

Nada más engañoso que la evidencia

Puede parecer evidente que una persona encontrada en el agua haya muerto ahogada. Sin embargo, en palabras del mismo Sherlock: “Nada resulta más engañoso que un hecho evidente”. El test de diatomeas arroja luz en medio de tanta tenebrosa oscuridad.

La principal evidencia consiste en encontrar, en los tejidos de la víctima, unas algas microscópicas que viven en el agua: las diatomeas. “Este test dice si la persona murió por ingreso violento de agua en las vías respiratorias”, explica la doctora Nora Maidana, a cargo del Laboratorio de Diatomeas Continentales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Para que pueda realizarse, el protocolo requiere una muestra de tejido de la víctima, así como una muestra de agua del supuesto lugar del hecho inmediatamente después de ser registrado. Esta inmediatez se debe a que las pequeñas algas viajan con la corriente y si esta muestra es tomada con cierto retraso, se pueden encontrar diatomeas que se desplazaron desde otro sitio. La especialista explica: “Si encuentro diatomeas dentro del cuerpo, las comparo con las del lugar donde lo encontraron. Si hay coincidencia, el informe da evidencia suficiente para que el médico pueda determinar que la muerte se produjo por sumersión en ese sitio. Si no hay coincidencia, el médico va a decir



¿QUÉ SON LAS DIATOMEAS?

Las diatomeas son algas microscópicas unicelulares, solitarias o coloniales, que pueden vivir tanto en la tierra como en el agua, donde pueden formar parte del fitoplancton. Una característica fundamental de este tipo de algas es que se hallan rodeadas por una cubierta celular de sílice (dióxido de silicio hidratado) compuesta por varias piezas, formando valvas que suelen situarse a modo de caja.

que no se produjo en ese lugar o que no se produjo en ese momento”.

La comparación entre algas encontradas dentro del cuerpo y en el agua presuntamente circundante es posible gracias a que las diatomeas están rodeadas por una cubierta de sílice que varía mucho entre especies, y que permite identificarlas.

De esta manera, una evidencia científica, cuando todas las demás parecen fallar, sienta las bases para esclarecer un caso forense.

Aplicar el método

El primer paso del método en cuestión consiste en colocar el tejido del cadáver –ya diremos qué tejido– en un frasco con una mezcla especial que sirve para disolverlo y eliminar la grasa. Según Maidana, el protocolo de trabajo debe ser lo suficientemente riguroso como para evitar que las muestras de tejido cadavérico y de agua se contaminen con diatomeas provenientes de otro lugar.

Los especialistas reciben los frascos por correo y las muestras se colocan en un baño térmico durante quince días. Una vez transcurrido este tiempo, se quita el solvente y se lo reemplaza por agua, eliminando de esta manera cualquier vestigio de grasa que impida observar los

restos de los seres vivos que hubieran estado presentes en el tejido. Luego, la muestra es tratada como cualquier otra, para la observación e identificación de las diatomeas. Se lleva al microscopio y, con mucha paciencia, se buscan las pequeñas algas.

Según afirma Maidana, quien además colabora con diversas instituciones y consultoras en determinaciones taxonómicas de diatomeas, la cantidad de estas algas que se espera hallar es muy baja, unas cinco o diez por cada 10 gramos de tejido. Para que el test de un resultado positivo, esta pequeña cantidad de algas debe pertenecer a las mismas especies –y en las mismas proporciones– halladas en el agua donde fue encontrado el cadáver. Este es el motivo por el cual deben maximizarse las precauciones en el tratamiento de las muestras. “No me puedo permitir el lujo de que alguna diatomea haya sido puesta por el médico que hizo la autopsia, o que venga de las drogas, o del material de vidrio utilizado”, aclara. En su laboratorio hay un set de material exclusivo para este fin y un lugar destinado a guardarlo. Es que las diatomeas, como buenos seres microscópicos, están en todos lados.

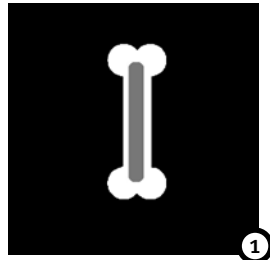
Efectivo hasta la médula

Para que el tejido analizado contenga diatomeas, lo esencial es que su desafortunado propietario haya respirado dentro del agua. Sin embargo, las muestras que se emplean para llevar adelante el protocolo no provienen de los órganos respiratorios, los pulmones, dado que se trata de un tejido que se descompone muy rápido. La especialista agrega que el tejido pulmonar presenta, además, dos inconvenientes fundamentales: en primer lugar, el sujeto en cuestión pudo haber aspirado diatomeas del aire a lo largo de toda su vida, y que sus cubiertas hayan quedado adheridas en los pulmones. En segundo lugar, si la víctima fue arrojada al agua una vez que ha fallecido, pasado el rigor mortis, se relajan todos los tejidos y el agua en la que está sumergida ingresa y se dirige directamente a los

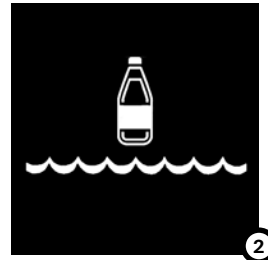
El diagnóstico de muerte por sumersión paso a paso



Un cuerpo sin vida es encontrado en el agua.



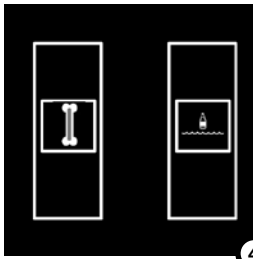
Se toma una muestra de médula ósea del cadáver.



Se recoje una muestra de agua del lugar adonde fue encontrado el cuerpo.



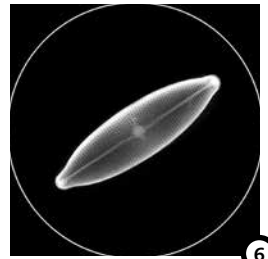
Se limpian ambas muestras en laboratorio para eliminar todo resto de materia orgánica (entre ella, la materia grasa que contiene la médula).



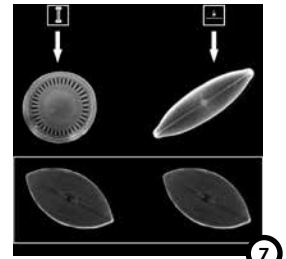
Con el material ya limpio se hacen preparados permanentes.



Se observan ambos preparados al microscopio para verificar e identificar la presencia de diatomeas en la muestra de médula ósea.



Se identifican las diatomeas presentes en la muestra de agua y se comparan con las halladas en médula ósea. En función del número de diatomeas halladas en médula se determina la probabilidad de que la muerte haya sido por sumersión.



El grado de coincidencia entre las muestras determina la posibilidad de que la muerte se haya producido en el lugar en donde fue encontrado el cadáver.

pulmones. De esta manera, se encuentran diatomeas en los pulmones, pero el ingreso es *post mortem*. Y lo que Maidana busca es que haya habido un ingreso activo, es decir, por respiración en el agua.

El tejido que se utiliza, entonces, es la médula ósea. “El cuerpo, si es encontrado en el agua un tiempo después del deceso, suele estar muy deteriorado. Muchas veces solo queda el esqueleto y dentro de este, la médula ósea persiste hasta dos años sin secarse”, explica la especialista. Además, aclara que al no ingresar bacterias al hueso, la médula es un órgano que no se contamina y, por lo tanto, ideal para realizar el test.

Evidencias de ayer y hoy

Los usos de estas maravillas microscópicas no se limitan a la medicina forense. Tienen aplicaciones industriales, nutricionales y científicas.

Y, como es bien sabido, lo que abunda no daña: el amontonamiento de miles de estas algas, unas sobre otras, tiene múltiples utilidades. “La tierra de diatomeas es una roca sedimentaria que se forma por la acumulación a lo largo

de millones de años de sus cubiertas celulares”, explica Maidana, a la vez que agrega: “A medida que mueren, van cayendo en el fondo de un cuerpo de agua, que puede ser un mar o un lago”. Se usan como filtro para las pilquetas de natación, como antiparasitario y suplemento nutricional para ganado, así como en los novedosos insecticidas ecológicos. También en cremas exfoliantes, en pinturas antideslizantes, para alimentar larvas de crustáceos en la cría de peces y hasta en la fabricación de dinamita. Pero quizá su uso más difundido dentro del ámbito científico aplicado es el de bioindicadores. Estos permiten conocer cómo son los ambientes actuales, fundamentalmente en cuanto a calidad del agua, a la vez que su registro fósil da idea de las características que tenían los ambientes del pasado. A partir de reconstrucciones paleoambientales es posible determinar cambios en el nivel de agua, fenómenos de aridización, salinización y acidificación, entre otras cosas.

El misterio de saber cómo era el ambiente en tiempos remotos también es develado por los investigadores del La-

boratorio de Diatomeas Continentales. Además, en colaboración con colegas de la Universidad de Tucumán, se dedican a estudiar la biodiversidad de este tipo de algas en lagunas de altura para conocer qué ocurre en ambientes tan extremos.

Elemental, Watson

Para acceder al test de diatomeas, el método formal consiste en solicitar una Orden de Asistencia Técnica por medio de la Secretaría de Investigación de Exactas-UBA. Una vez firmada la orden, se recolectan las muestras y se pone en marcha el protocolo, con todos sus rigurosos pasos.

Según el reconocido doctor Watson, el día en que Sherlock Holmes se especializó en criminalística, la ciencia perdió un agudo pensador. Afortunadamente, en los últimos años, la situación ha dado un misterioso giro y algunos científicos se dedican a aportar evidencias que dejarían tranquilo hasta al más suspicaz detective. Estamos en condiciones de asegurar lo elemental, Watson: la criminalística ha recuperado los agudos pensadores perdidos. |

Árboles

Los árboles pueblan el planeta desde mucho antes que el hombre. Oxigenan el aire, extraen el dióxido de carbono, dan sombra y frescura, refugio a millares de especies, fijan el suelo, nos dan frutos, madera, leña y energía. Vivir cerca de árboles acrecienta la calidad de vida. La gente los cultiva en las ciudades, pero allí también se los maltrata. Hace no mucho tiempo, los bosques tapizaban la Tierra, pero el avance de la agricultura y la ganadería, al ritmo de la necesidad de alimentar a la población humana, los ha ido relegando a un cada vez más empobrecido reducto. En la Argentina la joven Ley de Bosques es un freno insuficiente.

En esta serie de artículos, EXACTamente recorre algunos aspectos de la desventura forestal.





Bosques

A cinco años de la Ley

Sancionada a fines de 2007, tardó más de un año en ser reglamentada. Hoy, la mayoría de las provincias realizaron su ordenamiento territorial y reciben fondos para planes de manejo. Pero otras todavía no cumplieron y, en algunas, como Salta y Santiago del Estero, los desmontes ilegales continuaron. Los acuerdos son difíciles de lograr, y los controles y sanciones brillan por su ausencia.

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

Fotos: Ana González

La Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, conocida como “Ley de Bosques”, obliga a las provincias a cumplir un mínimo de exigencias de conservación, buscando poner freno al desmonte, que en menos de un siglo liquidó el 70% de los bosques nativos de la Argentina. La Ley, reglamentada en 2009, se está aplicando, pero, si bien el promedio de deforestación anual disminuyó casi un 20%, entre 2008 y 2011 se desmontaron casi un millón de hectáreas, una superficie equivalente a media provincia de Tucumán.

“La Ley es un maravilloso instrumento, que puede tener muchos defectos, pero es la primera vez en la Argentina que con tanto énfasis se pone la lupa sobre los bosques nativos”, afirma la licenciada Inés Gómez, responsable de la Dirección de Bosques, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAYDS). Y admite: “Se está implementando con muchas dificultades e intensas discusiones”.

Como primer paso, cada provincia debía efectuar el ordenamiento territorial de sus bosques nativos, es decir, regular el uso del suelo, determinando zonas para conservación y zonas para producción. Ese ordenamiento debía

ser corroborado mediante una ley provincial y, por último, ser acreditado en la SAYDS. Estos son los pasos requeridos para que las provincias puedan recibir fondos para planes de conservación.

La mayoría ya aprobó su ordenamiento territorial mediante ley provincial, excepto Córdoba, Corrientes y La Rioja. Santa Fe lo tiene aprobado por decreto, y no está acreditado por la SAYDS. Por su parte, Buenos Aires y Entre Ríos aún no cuentan con su ordenamiento.

“El mecanismo de acreditación apunta a velar para que se cumplan los presupuestos mínimos, y esto nos lleva a intensas discusiones”, explica Gómez. Y prosigue: “Desde mi punto de vista, hay un federalismo malentendido. No somos una sumatoria de estados independientes, sino un país donde se reconocen los derechos de los estados, pero hay una ley nacional, entonces es necesario acordar con la Nación”.

Rojo, amarillo y verde

Según esta Ley, cada provincia debe distribuir la superficie de bosques nativos en tres áreas: rojas, amarillas y verdes. El sector verde admite transformación. En el rojo,



el bosque debe ser conservado en su totalidad. En el sector amarillo se puede realizar una explotación forestal sustentable, pero también se admite la actividad silvopastoril, mediante la tala de algunos árboles para permitir la entrada del ganado. “Pero este sistema no asegura que el bosque pueda regenerarse”, sostiene Gómez. “En el sector verde, para hacer cambio de uso de suelo, el propietario presenta un plan de desmonte y una evaluación de impacto ambiental, pero no recibe fondos”, explica Gómez. Cada provincia determina cómo distribuir los fondos. “Nosotros preferimos que se aporte a los pequeños propietarios, que son los más necesitados”, recalca la funcionaria. Las decisiones sobre la distribución de fondos se toman en el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), en el que participan todas las provincias.

El 70% de los fondos se distribuye entre los titulares de tierras con bosque nativo que presenten planes de conservación, de manejo sostenible o proyectos para formular planes. El 30% restante va a la autoridad de aplicación provincial, para el monitoreo del bosque y asistencia técnica y financiera a pequeños propietarios y comunidades indígenas o campesinas (Ver Recuadro “Los árboles y la gente”).

Hasta la fecha reciben fondos más de 1500 planes, pero la mayoría son proyectos de formulación y planes de manejo sustentable. El problema, según Gómez, es el gran desconocimiento acerca de la Ley. “Es importante la difusión, si no, los fondos llegan siempre a los grandes propietarios”, subraya.

Cada cual juega su juego

Cada provincia decide qué porcentaje de rojo, amarillo o verde asigna a su bosque nativo. “A veces, un mismo ecosistema es considerado verde por una provincia, y rojo por la vecina. Por este motivo pedimos que coordinen sus límites entre

HACHA Y TOPADORA

Un informe elaborado por tres organizaciones ambientalistas (Greenpeace, Fundación Ambiente y Recursos Naturales y Fundación Vida Silvestre Argentina) indica que Santiago del Estero (con 399.660 hectáreas deforestadas), Salta (con 222.868), Formosa (con 113.109) y Chaco (con 102.592) fueron las más afectadas por los desmontes entre 2008 y 2011.

Por su parte, un informe del Observatorio de Tierras, Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Red Agroforestal Chaco Argentina (Redaf), junto con la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA) y el INTA, señala que entre 2008 y 2012 se desmontaron 330.500 hectáreas en el Chaco Salteño, donde habitan 200 comunidades indígenas.

“Esos desmontes son ilegales, pues gran parte se realizó en zonas rojas y amarillas, y otra parte viola una restricción dictada por la Corte Suprema de Justicia entre 2009 y 2011, por pedido de comunidades indígenas y campesinas”, explica la licenciada María Vallejos, becaria doctoral del CONICET en FAUBA. Esas comunidades vienen denunciando desmontes desde hace años, pero los datos provistos por la Universidad brindaron evidencia irrefutable a la Corte.

El trabajo consistió en un seguimiento del desmonte año a año, con imágenes satelitales, las primeras de las cuales datan de 1976. Vallejos adelanta: “Ahora encaramos un monitoreo con imágenes satelitales de mayor resolución y que se actualizan cada 16 días, con el fin de tener un sistema de alerta, que estará disponible para el público”.

Cabe destacar que entre 2000 y 2012 se desmontaron unas 942.000 hectáreas en Salta, y, en el mismo período, se duplicó la superficie cultivada con soja en esa provincia. Por su parte, en Santiago del Estero, desde 1970, se desmontaron 3 millones de hectáreas.



LOS ÁRBOLES Y LA GENTE

En 2002, en plena crisis, se creó el Programa Social de Bosques (Prosobo), con el fin de arraigar la población que vive en los bosques, haciendo una producción sustentable y preservando el recurso, sin perder su identidad cultural, según explica la antropóloga Ana González, coordinadora de Prosobo.

“La ley 26.331 surge cuando ante el gran avance de la frontera agropecuaria sobre los bosques nativos, en particular, en el Gran Chaco (Chaco, Formosa, Santiago del Estero, este de Salta y norte de Santa Fe)”, indica González. Allí habitan comunidades originarias que se resisten a la destrucción del bosque, y una población campesina pobre con más de 80 años de ocupación.

A fines del siglo XIX, los gauchos que eran llevados en las expediciones militares al Gran Chaco para “hacer patria” en la frontera contra el indio terminaron instalándose en la zona, pero nunca tuvieron un título de propiedad.

Luego de que la modificación de la Constitución de 1994 transfirió los recursos naturales y las tierras fiscales a las provincias, “muchos terrenos empezaron a ser vendidos, con gente adentro, infringiendo los tratados de derechos humanos incorporados a la Carta Magna”, señala la coordinadora de Prosobo.

“No se está en contra de la producción agroindustrial, pero se busca que no se depreden los recursos y se respeten otras formas de producción, para evitar que esas poblaciones deban migrar y engrosar el povero de las grandes ciudades”, recalca González.

La Ley de Bosques contempla fondos para propietarios, pero los campesinos e indígenas carecen de títulos de propiedad. El Código Civil da preeminencia a la ocupación efectiva, y los pobladores ocupan las tierras desde hace décadas. Pero ¿cómo demostrarlo?

“Se puede determinar, por ejemplo, mediante las partidas de nacimiento o las tumbas de sus familiares, entre otras posibilidades”, dice González. “Existe el concepto de *ocupación tradicional actual y pública*, que se refiere a la memoria de las generaciones actuales acerca de lo que han venido usando y ocupando”. Estos pobladores tienden a no transformar el ambiente con alambrados o desmontes, propios de la agroindustria.

Para González, un defecto de la ley es que no establece con claridad un poder de policía para sancionar el desmonte. “A los grandes productores no les cuesta nada pagar una multa”. Y concluye: “El destino de los bosques está muy ligado al arraigo de esa población en condiciones de dignidad, lo que requiere acciones proactivas del Estado nacional y el provincial”.

ellas”, señala Gómez. Cada región tiene su propia definición de bosque, y ello responde, en muchos casos, a objetivos políticos. Si una provincia prefiere talar, le conviene una definición estricta de bosque. En cambio, las que poseen extensas zonas áridas y semiáridas, que no pueden hacer producción agrícola ni sojera, las declaran como áreas amarillas o rojas, y así pueden recibir fondos para la conservación.

Mientras Mendoza caracterizó solo el 7% de su bosque como área verde, Formosa cuenta con un 74% en esa categoría, el más alto de todas. En esta provincia, “el ordenamiento no comprende solo a los bosques, sino también a los demás ecosistemas, lo que mejora la propuesta original y corrige un grave defecto de la ley, que no contempla pastizales ni arbustales”, afirma el ingeniero agrónomo Jorge Adámoli, profesor en Exactas-UBA y responsable del ordenamiento territorial en Formosa.

En esa provincia, el ordenamiento incluye corredores biológicos, es decir, enlaces entre zonas protegidas, para evitar la fragmentación de los hábitats. “Es la única que los implementó”, subraya Adámoli.

Por otra parte, si bien la ley nacional permite hasta un 100% de desmonte en áreas verdes, en Formosa solo se autoriza un 60% en áreas forestales; un 20% en corredores: y 10% en bosques altos.

Mendoza, provincia árida, asignó el 89% de bosque nativo declarado a zona amarilla. Por su parte, Tucumán tiene en zona roja más del 50% de sus bosques, que pueblan las laderas de los cerros, donde hay actividad forestal y cría de ganado vacuno y caprino. Adámoli se pregunta: “¿Van a echar a esos pobladores?”.

Hasta el momento, la aplicación de la ley es despareja. Los desmontes persisten, según denuncias efectuadas en Salta y Santiago del Estero. Para la Constitución Nacional, los recursos naturales son de las provincias, y solo ellas pueden ejercer poder de policía. Pero los controles y las sanciones brillan por su ausencia.

Además, los fondos destinados a la Ley son insuficientes. En 2012 fueron 267 millones de pesos, pero debían ser “1300 millones (0,3% del Presupuesto Nacional), y unos 1900 millones si se sumaban las retenciones a las exportaciones”, según un informe de organizaciones ambientalistas.

Proteger los bosques nativos no parece sencillo. Además, el desconocimiento sobre la ley juega en contra, y es aprovechado por quienes privilegian los negocios al cuidado de la biodiversidad y de las comunidades originarias y campesinas.



Crónica de una muerte anunciada

La obra del Metrobús en la avenida 9 de Julio incluyó el trasplante de 277 árboles. Los especialistas sostienen que en los próximos dos años la mitad de esos ejemplares estarán muertos. Algunas curiosidades acerca del “experto” designado para dirigir la operación.

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

Fotos: Diana Martínez Llaser

Símbolo inequívoco de la ciudad de Buenos Aires, asiento del emblemático Obelisco, escenario de innumerables manifestaciones populares y poseedora del récord mítico de “la más ancha del mundo”, la avenida 9 de Julio cambia su fisonomía para dar lugar a una alegoría de la modernidad: el Metrobús.

Según el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA), la obra involucra la eliminación de 28 árboles que estarían en malas condiciones fitosanitarias y el trasplante de otros 277 ejemplares. De éstos últimos, 108 tienen un nuevo hogar en otros parques y plazas y 169 se relocalizan dentro de la traza de la misma avenida.

La operación de trasplante desató un sinnúmero de críticas de parte de los especialistas, que auguran una corta vida para la mayoría de los ejemplares: “En los próximos dos años la mitad estarán muertos”, sostiene el ingeniero agrónomo Héctor Svartz, profesor a cargo de la Cátedra de Jardinería de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA).

“De este horror podrán sobrevivir algunos árboles”, confirma el ingeniero agrónomo Carlos Anaya, único arborista argentino certificado por la International Society of Arboriculture.

Según Anaya, cuando los árboles se comiencen a secar se creará que la caída de las hojas sucede debido al otoño. “Cuando llegue la primavera y no broten es probable que los carguen por la noche en camiones y terminen en un relleno sanitario, y a la mañana siguiente ‘aparecerán’ en su lugar cientos de arbolitos malformados con onerosos tutores formando una especie de barrilete con cintas amarillas y la leyenda Ciudad Verde”.

Con la misma sospecha del retiro subrepticio, Svartz advierte: “Con las tormentas violentas que estamos teniendo, si no se los llevan existe el riesgo para las personas de que los ejemplares muertos se caigan”.

En su página de Facebook, Diego Santilli –Ministro de Ambiente y Espacio Público del GCBA– escribe: “... la mayoría de las intervenciones que hemos realizado solo han consistido en correr los árboles...”. Al respecto ironiza Anaya: “Indudablemente, la idea fue correrlos y no trasplantarlos”.

De copas

De una u otra manera, sabemos que no se poda durante el verano. No obstante, en algunos casos, pueden hacerse excepciones. De hecho, la Guía de Especificaciones Operativas para la Poda del Arbolado Público Lineal –elaborada por la



Dirección General de Arbolado del GCBA– admite la poda estival (también llamada *poda verde*), para la cual se especifica que “no debe podarse más del 10% de la copa del árbol adulto”.

Sin embargo, este verano, gran parte de los árboles trasplantados por el Metrobús fueron descopados. “Al eliminar la copa se destruye el balance hormonal con el que cuenta el árbol para recuperar su sistema radicular luego del trasplante”, asevera Anaya. “Además, los cortes realizados son totalmente incorrectos, porque se observan desgajes, eliminación de corteza, muñones y falta de ramas laterales. Todo esto implica consumo de energía por parte del árbol estresado y menos oportunidades de éxito”, completa.

“Están trasplantando troncos”, resume Svartz, quien explica que muchos de esos árboles tienen más de 50 años y “los están tratando como bonsáis”. “La arboricultura moderna descarta totalmente el tipo de intervenciones que se están llevando a cabo”, asegura.

La Guía del GCBA antes mencionada se refiere al tema en su página 18. Allí se lee: “El descopado se realizará en la instancia previa a la extracción del individuo”. En otras palabras, es un procedimiento que se realiza antes de derribar un ejemplar.

Las raíces del problema

Los especialistas coinciden en señalar la ausencia de un programa serio para llevar a cabo los trasplantes: “Los tiempos biológicos son diferentes que los tiempos electorales”, puntualiza Svartz, quien explica que un buen trasplante se inicia varios meses antes de trasladar el árbol mediante la *técnica del medio pan*, que consiste en cortar la mitad del pan de tierra y raíces que sujetan al árbol seis meses antes de trasladar el ejemplar. “De esta manera, se le da tiempo de generar raíces adventicias nuevas, que son las que van a sostenerlo cuando se haga el trasplante, momento en el cual se corta el otro medio pan y se retira el árbol”, ilustra.

Por su parte, Anaya explica que “durante el trasplante, el árbol pierde aproximadamente un 90% de las raíces activas, por lo cual el cepellón (conjunto de raíces y tierra que se deja adherida durante el trasplante) debe tener un ancho de 10 centímetros por cada centímetro de diámetro del tronco”, consigna, y revela: “Ninguno de los árboles trasplantados se acerca a esa relación de 10 a 1”.

Para elevar y mover un árbol sin lastimar los tejidos del tronco y las ramas y evitar que se desarme el cepellón existen técnicas de sujeción apropiadas, como la colocación de una parrilla de hierro en la base o, también, la técnica del escayolado. Esta última consiste en cubrir el cepellón con una estructura rígida, compuesta por yeso y material desplegable, que es eliminada antes de colocar el árbol en el hoyo de destino.

“No pude ver la operatoria, pero por la forma y tamaño de los cepellones y las heridas observadas en troncos y ramas es probable que los hayan elevado, arrastrado y movido con una pala retroexcavadora”, considera Anaya.

Según el experto, para que las raíces nuevas puedan desarrollarse apropiadamente, deben disponer de un suelo aireado y poco compactado. Para ello –indica– el diámetro del hoyo de destino debería ser de tres a cuatro veces mayor que el tamaño del cepellón. “Los hoyos son apenas algo más anchos que el cepellón, como para que este entre casi a presión”, informa.

“La afectación de raíces implica una pérdida de anclaje que puede ser muy grave”, remarca Svartz.

La ausencia de planificación queda en evidencia en la elección de los sitios de plantación: “Se está plantando al azar. Se mezclan los ejemplares sin considerar tamaño ni silueta final y sin valor estético alguno”, opina Svartz y agrega: “En los canteros laterales se está cercenando la acera pública, dejando además a la vista la masa radical de los ejemplares, que ha sido cortada sin ningún resguardo. Estos ejemplares con sus raíces expuestas en pleno verano serán más susceptibles de sufrir estrés, enfermedades, decaimiento general y envejecimiento acelerado”.

Hay un mito en el cuidado de los árboles que consiste en creer que hay que cubrir las heridas con barro para que el árbol sane. “Esto se ve en muchos de los árboles trasplantados. Con esta práctica se corre el riesgo de inocular microorganismos fitopatógenos en el ejemplar”, observa Anaya.

Experto confundido

“Cortar un árbol lleva un minuto mientras que salvarle la vida meses. Tenemos que comprender que la naturaleza es una sola y no se recupera”, dijo alguna vez Yasuo Inomata, un ingeniero paisajista japonés, formado en la Universidad Nodai de Tokio, que llegó a la Argentina en 1966.



Yasuo Inomata estuvo a cargo de las obras del Jardín Japonés de Escobar y del de Buenos Aires. Pero su nombre se hizo famoso en la década de los 90 por las obras de ampliación de la ruta Panamericana y de la Avenida General Paz, para lo cual debían eliminarse 2600 árboles, de los cuales 700 se planeaba trasplantar. El proyecto desató la oposición de muchas organizaciones de protección ambiental. En ese contexto, Yasuo Inomata fue el responsable técnico de las tareas de poda y trasplante de los árboles y arbustos y, para ello, implementó una tradicional técnica japonesa denominada *tsumaki* que, según las crónicas de esa época, produjo excelentes resultados.

Francisco “Pancho” Inomata es argentino. Se graduó como licenciado en geología y fue dueño de un vivero en el barrio de Belgrano. Actualmente posee una empresa, INEVAR, dedicada al mantenimiento y construcción de espacios verdes. Es el “experto” a cargo de los trasplantes en la Avenida 9 de Julio. Es Inomata, pero no es Yasuo. Es “Pancho”.

Sin embargo, y curiosamente, un documento del GCBA* explica que “las tareas están a cargo de la Dirección General de Arbolado, que cuenta con el asesoramiento del licenciado Francisco Inomata, experto argentino formado en Japón, especializado en cultivo, manejo y trasplante de grandes ejemplares. Inomata ha dirigido el trasplante de centenares de árboles, tanto en la Ciudad como en la provincia de Buenos Aires. Fue responsable técnico de las tareas de poda, trasplante y mantenimiento de los árboles y arbustos de la Ruta Panamericana y Avenida General Paz, y de la ampliación de la Panamericana, en 1994”.

Un artículo de la revista Viva, de Clarín, aparecido el 24 de marzo de 2013, reproduce esta “confusión de expertos”: “Estos árboles de la 9 de Julio no son los primeros

que Inomata cambia de lugar con sus gruesas raíces y enormes troncos. Movié los que había en la Panamericana cuando fue ampliada en los años 90, mientras un cordón de la Policía lo tenía que defender de las pedradas de algunos vecinos enfurecidos”.

Según Svartz, “ningún experto internacional o nacional, profesional de las ciencias forestales o agronómicas, realizaría semejante disparate”.

Futuro espinoso

El proyecto arbóreo en la avenida 9 de Julio prevé plantar en las áreas de las estaciones del Metrobús especies nativas del norte argentino. Entre ellas, la *Bauhinia forficata*, vulgarmente llamada *pezuña de vaca*.

“Son decisiones que se toman con las que no estoy de acuerdo, porque es una planta preciosa por sus flores, pero tiene unas espinas gigantes”, explica la ingeniera agrónoma Ana Beatriz Guarnaschelli, profesora adjunta de la Cátedra de Dasonomía de la FAUBA.

“Van a poner cerca de la gente plantas que, si no les hacen las podas de mantenimiento, van a lastimar a una persona”, avisa Svartz, y finaliza: “Todo este modo de actuar atenta contra la seguridad de las personas, los bienes públicos y privados, la sobrevivencia de los árboles y su valor ambiental y paisajístico, y constituye una violación a toda legislación relacionada con el ambiente, el paisaje, el arbolado urbano y los derechos de los ciudadanos”.

* Disponible en:

<http://movilidad.buenosaires.gob.ar/metrobus/metrobus-9-de-julio/>



Verde que te quiero verde

Con la creación de las ciudades, la incorporación de árboles al espacio urbano ha sido una práctica llevada a cabo por numerosas civilizaciones. Las motivaciones para llevar un poco de naturaleza a las urbes han variado a lo largo de la historia. Los beneficios resultantes de esa experiencia son múltiples. El escenario en la ciudad de Buenos Aires.

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

Fotos: Diana Martínez Llaser

La plantación de árboles en sitios poblados y su uso en la arquitectura del paisaje urbano no son nuevos. Algunos estudios, como *The search for a paradise garden*, del prestigioso arquitecto paisajista inglés Geoffrey Jellicoe, señalan que las antiguas civilizaciones de Asia occidental, Egipto, China y Grecia arbolaban sus ciudades.

Desde el segundo milenio a.C., en los palacios mesopotámicos se construyeron jardines con estanques y diferentes tipos de árboles. Los míticos Jardines de Babilonia son uno de los ejemplos más destacados.

En Egipto, una pintura del siglo XIII a.C., hallada en la tumba de Sennedjem, muestra una hilera de árboles plantados con gran regularidad.

“Según algunos textos, hace más de 4000 años, los egipcios realizaban trasplantes de árboles en cepellón (pan de tierra que rodea a las raíces) y los trasladaban en botes hasta 2400 kilómetros de distancia para plantarlos en otros sitios”, aporta la ingeniera agrónoma Ana Beatriz Guarnaschelli, profesora adjunta de la cátedra de Dasonomía de la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA).

Los griegos también se ocuparon de la plantación y el cuidado de árboles, pues sus espacios verdes eran utilizados como sitios de esparcimiento y para actividades culturales y religiosas. En el siglo V a.C., los jardines públicos de Atenas reunieron a muchos maestros de la filosofía.

En la Edad Media, el cultivo de los árboles se realizaba en los jardines botánicos, los cuales hacían intercambio de especies.

“Desde finales del siglo XVIII y durante todo el siglo XIX, los nuevos sistemas de producción y reparto de riqueza creados con la generalización de la Revolución industrial conllevaron la aparición de un sentimiento social que se desarrolló a través de diversas teorías políticas y económicas. Esta actitud se reflejó en la construcción de las nuevas zonas residenciales destinadas básicamente a los trabajadores urbanos, a partir del intento de mejorar las condiciones de vida de la población, procurándole un mayor bienestar mediante la construcción de un entorno apropiado. Este entorno se entendía generalmente como apropiado en tanto que era capaz de reproducir unas circunstancias ambientales lo más parecidas posibles al medio rural del que



la masa obrera procedía, en abierta contraposición al medio urbano que los acogía”, ilustra la ingeniera agrónoma Graciela Benito, curadora del Jardín Botánico de la ciudad de Buenos Aires y docente de la FAUBA.

Según la especialista, este período estuvo bastante influido tanto por los movimientos utópicos de reforma social como por el pensamiento higienista, que criticaba la falta de salubridad en las ciudades industriales.

“Dos son los modelos básicos de esta influencia en la construcción de la ciudad moderna: por un lado estaría la *ciudad jardín*, enunciada por Howard en Inglaterra en 1899. Por otro lado estaría el *parque urbano*, según el modelo inaugurado por Alphand en París y desarrollado por Olmsted en el Central Park de Nueva York. Entre ambos, sentaron las bases de una tipología capaz de introducir el medio natural en el interior de la ciudad tradicional ya consolidada, combinando avances tecnológicos propios de una sociedad en expansión con las virtudes de la vida al aire libre”, explica Benito.

En la Argentina, el verde llega a las plazas en 1880. Hasta ese entonces, eran “secas” (de acuerdo con el modelo español) y se utilizaban como mercados.

Arbolado porteño

Con el higienismo, hacia la segunda mitad del siglo XIX Buenos Aires incorpora la idea de *verde* como modelo de ciudad sana, bajo una noción organicista de la trama urbana. “Se consideraba a la ciudad como un *organismo vivo* que respiraba a través de la vegetación, promoviendo la calidad de vida de sus habitantes”, señala Benito.

Esta concepción primó en la planificación de los espacios públicos porteños, donde las intervenciones paisajísticas se vieron potenciadas desde la Dirección de Parques y Paseos de la municipalidad por las gestiones consecutivas del arquitecto Charles Thays y del ingeniero agrónomo

Benito Carrasco, quienes entre 1891 y 1918 trazaron los ejes rectores de esos trabajos, que no solo contemplaron la importancia estética sino también la higiene, el ocio y la expansión de la población.

“Este concepto de paisaje urbano, que daba relevancia a las áreas verdes, resultaba primordial para mostrar el progreso y la civilización de una ciudad”, comenta Graciela Benito.

Hoy, Buenos Aires posee una población arbórea muy importante y variada. El último censo, realizado en 2011, estableció que en la ciudad hay 424.365 árboles. De ellos, poco más del 12% está en parques y plazas. El resto, que conforma el arbolado de las veredas, también llamado *de alineación* o *viario*, está constituido principalmente por fresnos americanos (38%), plátanos (9%), tilos (5%) y jacarandás (3%).

“El censo indica que hay unas 300 especies distintas de árboles y no debería haber más de 30”, sostiene el ingeniero agrónomo Jorge Fiorentino, de la Dirección de Arbolado Urbano del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA).

“Es mejor que haya una amplia variedad de especies porque, si ataca alguna plaga, la diversidad ayudará a controlarla”, cuestiona la ingeniera agrónoma Guarnaschelli, y añade: “Hay especies que no se han probado. Somos muy conservadores”. Inquieta por el estado “preocupante” del arbolado de la ciudad de Buenos Aires, consigna que “las podas se hacen mal y esto trae como consecuencia enfermedades que debilitan a los árboles”. Por otra parte, la especialista considera que “hay un maltrato de los árboles por parte de los vecinos”. Inmediatamente, comenta los resultados de un relevamiento efectuado recientemente por la cátedra: “Encontramos que el 40% de los árboles plantados durante el año 2006 en Belgrano, Palermo y Villa Urquiza ya no están”.



Desde el año 2009, el mantenimiento (poda y extracción) del arbolado público está en manos de empresas privadas contratadas por el GCBA, las que, según la mayoría de los especialistas, no están correctamente capacitadas para realizar esa función. Según parece, la prioridad no es el cuidado de los árboles, sino responder a los abundantes reclamos de poda que efectúan los vecinos a través del 147, sea porque las raíces levantan la vereda o porque las ramas invaden un balcón o el espacio aéreo de una vivienda.

“En algunos casos el reclamo es justificado. Pero hay quien quiere sacar un jacarandá porque las flores le ensucian la vereda. También hay quien pide que se extraiga el plátano que está enfrente de su casa porque le provoca alergia, y no entiende que el polen que lo está afectando puede venir volando desde un árbol que está a varias cuadras de distancia”, comenta Fiorentino. “Hay gente que va por las suyas y mata al árbol”, denuncia.

El censo también evaluó los espacios que hay disponibles en las veredas para plantar nuevos árboles. El relevamiento determinó que hay lugar para 420.000, es decir, se pueden alojar casi 47.500 ejemplares más.

“Queremos alcanzar ese objetivo y, además, duplicar el número de árboles que hay en los espacios verdes en los próximos 10 años. Para ello, estamos elaborando un Plan Maestro de Arbolado de la Ciudad de Buenos Aires”, anuncia Fiorentino.

Tras opinar que el censo “no se está aprovechando”, el ingeniero agrónomo Héctor Svartz, profesor a cargo de la cátedra de Jardinería de la FAUBA, declara: “De planes estamos llenos, ya hubo varios. Y este que anuncian no sé en detalle de qué se trata”.

“A mí me gustaría que en ese famoso Plan Maestro participaran otras instituciones, porque hay gente que podría aportar desde otros lugares. Espero que sea útil, pero la

verdad es que no lo conozco bien porque no lo han difundido”, comenta Guarnaschelli.

La elección de especies para arbolar una ciudad debe seguir ciertos criterios. “Tiene que contar con un suelo y un clima adecuado, y con un espacio apropiado para su desarrollo. Además, debe ser resistente a plagas y enfermedades y a los contaminantes del aire urbano. También, tiene que tener follaje caedizo, para dar sombra en verano y dejar pasar la luz en el invierno”, ilustra Guarnaschelli.

Múltiples beneficios

“En general, los ciudadanos no tienen conciencia del significado del arbolado en su ambiente. Muchos lo consideran un objeto algo molesto del mobiliario urbano. La creencia general es que se plantan para dar belleza o sombra”, dice para Graciela Benito.

Según la especialista, la vegetación de las ciudades tiene múltiples beneficios. Entre ellos, aumenta la infiltración de agua en el suelo, “especialmente en períodos intensos de lluvia”, disminuye significativamente la temperatura y la radiación solar durante el verano, remueve el dióxido de carbono del aire y aporta oxígeno, reduce los niveles de ruido y aminora la contaminación atmosférica mediante la absorción de gases tóxicos y la retención de partículas en suspensión. Además, proporciona hábitats para la vida silvestre.

“Numerosos estudios han mostrado que los paisajes con árboles y otra vegetación producen estados fisiológicos más distendidos en el hombre”, subraya Benito.

“Los árboles son portadores de mensajes estéticos y simbólicos, y deben asimilarse a un bien social”, opina, y concluye: “El árbol forma parte del patrimonio de toda la comunidad a la que brinda sus beneficios y, por lo tanto, debe ser cuidado y protegido por todos los actores que participan en su manejo y en su disfrute”.



Delta original

Salvar especies autóctonas, recuperarlas, hacerlas crecer, convertirlas en fuente de ingreso para los pobladores locales y regresarlas a su lugar original son algunos de los objetivos del programa *Exactas con la Sociedad*, que se lleva a cabo en la Reserva de Biosfera del Delta del Paraná.

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

Foto: Fabio Kalesnik

Están vivos y de pie. Sobrevivieron, a pesar de todo. Resistieron a la invasión de especies exóticas que los acorraló, a la mano del hombre que los taló para reemplazarlos por cultivos comerciales y a numerosas inclemencias que padeció el Delta en las últimas décadas. Hoy, esta vegetación nativa, original de las islas, conocida como Monte Blanco, asoma tímida y ensombrecida por otros peligros. Pero no está sola; un equipo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas-UBA), va en su rescate junto con cooperativas de productores locales.

Se trata del Arrayán de la isla, del Canelón, del Laurel nativo, del Matajojo, entre otros, que conformaron la selva original en las islas del Delta del Paraná, pertenecientes

al municipio bonaerense de San Fernando, y declaradas “Reserva de Biosfera” por la UNESCO en el año 2000. Ejemplares de estas especies nativas resisten actualmente tras las más diversas vicisitudes y se hallan en medio de plantaciones forestales, que en los próximos años serán podadas para su venta. Es decir, que estos individuos juveniles, descendientes de aquellos árboles autóctonos, renacieron en un lugar de riesgo.

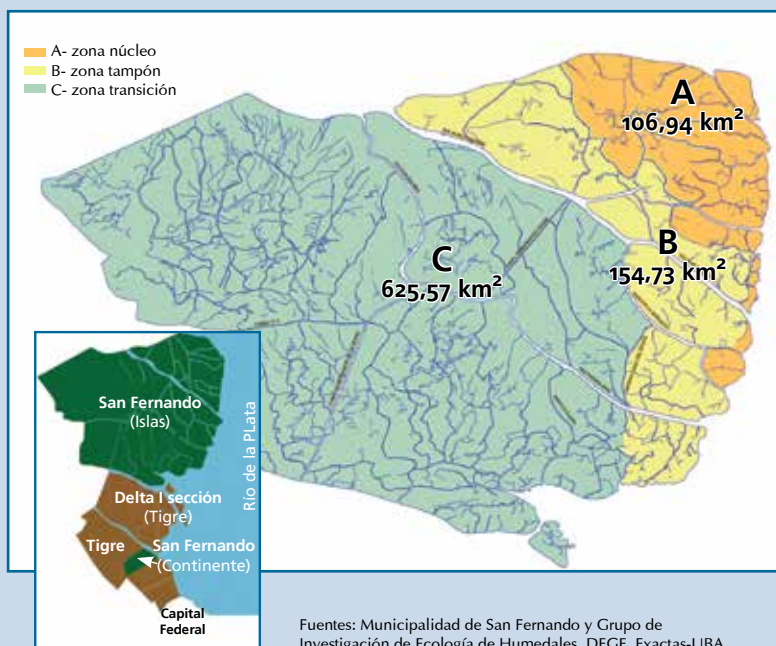
Para salvarlos, se ha iniciado una tarea dentro del programa *Exactas con la Sociedad*, que es anticipada por su director, Fabio Kalesnik: “Estamos trabajando con pequeñas cooperativas de productores para que extraigan los arbolitos nativos que se están regenerando, antes de cortar la madera de sus plantaciones, pues esta al caer puede aplastarlos”. El emprendimiento es más amplio aún. Tras librarlos de ser aniquilados por el peso de los ejemplares comerciales, el objetivo apunta a darle un nuevo horizonte a los retoños de las especies originales. ¿Cuál es el plan? “Trasplantarlos y hacer viveros de re-cría para fines educativos en las escuelas de las islas, y también usar los plantines para enriquecer los últimos parches que quedaron de la selva original”, agrega el docente investigador de Exactas-UBA, quien además es fundador y miembro permanente de la Reserva de Biosfera.

A casi 50 kilómetros del centro de la Ciudad de Buenos Aires, y con una superficie superior en cuatro veces a la metrópoli porteña, se extiende rodeado de agua un mundo verde que en su zona núcleo es habitado por ciervos de los pantanos, carpinchos, lobitos de río, gatos monteses, coipos y pavas

ORIGEN DIFERENTE

Desde los Pabellones de la porteña Ciudad Universitaria es posible divisar un parque aledaño que “no tiene nada que ver con las islas de San Fernando, que son la Reserva de Biosfera del Delta del Paraná”, sostiene Fabio Kalesnik, y enseguida agrega: “Esta es una reserva ciudadana, para caracterizarla de alguna manera, producto del relleno artificial del suelo, lejos, físicamente hablando, de la Reserva de Biosfera. Y la formación es otra. Mientras aquellas son islas naturales formadas por deposición de sedimentos aportados por el Río Paraná, estas son producto del relleno artificial, que con el tiempo se le fueron depositando más sedimentos de forma natural. Más allá de su origen diferente, es muy importante su existencia”.

Proyecto reserva de biósfera Delta del Paraná



La **zona núcleo** se encuentra ubicada en el área de más reciente formación y menor grado de intervención humana, donde la mayor parte de las actividades productivas se encuentran inactivas en la actualidad. Se trata de un espacio que presenta una gran heterogeneidad del paisaje y una combinación de ambientes que resulta favorable para distintas especies de fauna.

La **zona tampón** (que rodea a la zona núcleo) tiene también condiciones apropiadas para la conservación y un menor grado de actividad antrópica (humana). Debido a las fases históricas de mayor actividad, ofrece en la actualidad una abundante infraestructura subutilizada, lo que le permite cumplir adecuadamente la función de apoyo logístico para la capacitación, la educación, la investigación y la observación permanente. También se desarrollan emprendimientos agrícolas ecológicamente sustentables, actividades artesanales y nuevos emprendimientos de eco-turismo.

La **zona de transición** presenta un variado cuadro de actividades humanas de distinto nivel de intensidad (forestal y actividad agropecuaria), que se encuentran en fases de producción activa o de recuperación. En la misma se desarrolla un paisaje con rasgos culturales propios (forestaciones comerciales, parcelas rurales, viviendas costeras, entre otros), lo que genera una identidad que se entronca con la historia de la región.

de monte. Algunos de ellos pueden merodear los últimos restos del Monte Blanco o selva ribereña. “Fomentar y mostrar una relación equilibrada entre la humanidad y el medio ambiente” es una de las misiones de esta Reserva, en la cual trabaja el doctor en biología, Kalesnik, desde el Comité de Gestión y del Comité Científico como técnico asesor.

Pasado movido

Los ejemplares del Monte Blanco van empalideciendo desde hace décadas, a punto tal que hoy es casi un tesoro difícil de hallar. “Quedan muy pocos porque la actividad productiva que se desarrolló sobre las zonas que habitan estas especies los eliminó hace aproximadamente cien años. Sobre los últimos parches de estos bosques nativos es donde nosotros trabajamos en investigaciones de conservación”, relata Kalesnik, desde el laboratorio de Ecología Ambiental de Exactas-UBA.

Junto con estos árboles autóctonos, también los isleños sufrieron diversas vicisitudes. “En la década del 70 –relata–, la producción forestal de sauce y álamo para pasta celulosa toma auge y acompaña un proceso de despoblamiento masivo de las islas”. Y grafica: “De los 30 mil pobladores originales de la Reserva, solamente quedan 3000”.

Con la partida del 90% de los pobladores, el panorama cambió. “Las plantaciones comerciales de sauce y álamos quedaron en gran parte abandonadas, y se fue regenerando un nuevo tipo de bosque, dominado por especies exóticas

como fresno, arce, ligustro o ligustrina, pero –advierte– los individuos juveniles de aquellos árboles nativos (Monte Blanco) crecieron en pequeñas proporciones dentro de estas plantaciones que están esperando su época de corte o que quedaron abandonadas”.

Recuperarlos es la consigna. Y desde hace diez años, el equipo trabaja mano a mano con la comunidad local para lograr integrar modelos de conservación con un desarrollo productivo sustentable, objetivo final de la Reserva de Biosfera. “Estamos trabajando fuertemente con proyectos de educación ambiental con las escuelas de las islas, donde los chicos y docentes se capacitan para entender la importancia del bosque nativo original”, recalca. En este sentido, Kalesnik remarca: “Las actividades siempre involucran a la familia, a la historia y a la identidad isleña”. En este caso, una parte de los ejemplares salvados de morir aplastados, luego de su trasplante en viveros de re-cría, pueden venderse, y así generar un ingreso a los pobladores locales. En tanto, “un segundo objetivo de los viveros de re-cría es enriquecer los últimos parches que quedan de la selva original, o bosque en galería (Monte Blanco)”, explica. Es decir, que los árboles retornen a su lugar de origen.

La tarea no se detiene. En estos momentos los investigadores están en tratativas con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, junto con una cooperativa isleña para lograr unir los eslabones de una cadena de valores que resulte una alternativa real para el joven isleño. “La idea es vender estos arbolitos nativos que son ornamentales, con un sello de calidad de la Reserva de Biosfera, pero que salga del núcleo de la comunidad isleña, donde esté incluido el proceso educativo en las escuelas, el de conservación y el de desarrollo productivo”, precisa.

Volver a las raíces y, a su vez, aprovechar sus frutos. En otras palabras, el equilibrio entre conservar el medio ambiente y generar recursos genuinos para que sus pobladores puedan vivir en ese paraíso terrenal del Delta, sin verse obligados a emigrar a selvas de cemento.

ELLOS SON...

Algunas de las especies que conforman el Monte Blanco son:

Arrayán de la isla (*Blepharocalyx salicifolius*)

Canelón (*Myrsine laetevirens*)

Laurel Nativo (*Nectandra angustifolia*)

Matajojo (*Pouteria salicifolia*)

Seibo (*Erythrina crista-galli*)

Programa Divulgadores

El cuento de la buena Ciencia

Guillermo Mattei - gmattei@df.uba.ar / Fotos: Juan Pablo Vitori



Se cumplen diez años del *Programa Divulgadores* de Exactas-UBA. Por ese motivo le pedimos a nuestro habitual colaborador y director del Programa, Guillermo Mattei, que nos cuente cómo se desarrolló esta experiencia que involucra la participación de estudiantes con vocación de contar la ciencia en talleres, charlas, experiencias didácticas, Semanas de las ciencias y el proyecto Exactas va a la escuela.

Durante la segunda mitad de los noventa, la Secretaría de Extensión (SEGB) de Exactas-UBA solía enviar correos electrónicos a toda nuestra comunidad académica –muy esporádicamente a lo largo del año– para convocar a docentes y graduados que, en forma voluntaria, pudieran concurrir a escuelas medias para orientar vocacionalmente a audiencias de alumnos de los últimos años mediante el despliegue de toda nuestra oferta de grado.

Esas convocatorias era abiertas y sin mayor filtro, y se aceptaba a todo voluntario dispuesto. Sin embargo, a principios de los 2000, a partir de los antecedentes anteriores, en la Secretaría de Extensión comenzamos a discutir la manera de perfeccionar no solo el mensaje, sino también a los mensajeros de la Exactas en la escuela media. Se nos ocurrió entonces la idea de conformar un equipo de *representantes oficiales* de la Facultad que pudieran, con el compromiso y la responsabilidad de una relación laboral, transmitir no solo información útil, sino también los aspectos más atractivos, novedosos y alejados de los mitos urbanos, suburbanos y rurales de las diferentes licenciaturas, profesorados y títulos intermedios.



Los Divulgadores en algunos de sus viajes a las escuelas del interior de la provincia de Buenos Aires como parte del programa Exactas va a la escuela, durante 2012.

Convocamos entonces a estudiantes de carreras ligadas a los ejes temáticos de Exactas con interés en este proyecto, y se presentaron unos cien: buen síntoma. A su vez, gracias a la heterogeneidad de formaciones y saberes de los miembros de la SEGB, pudimos evaluar y comparar la capacidad de comunicación de aquellos postulantes. Confirmamos lo que se puede advertir fácilmente en cualquier reunión social: la frescura en el lenguaje, el brillo en las miradas, el *minimalismo* en la vestimenta y los gestos algo contracturados de los *bichos de Exactas*, que se detectan fácilmente. Levemente *nerds*, pero simpáticos y compradores.

Con esa consigna, en 2003, elegimos a diez alumnos y nació el grupo al que se nos ocurrió bautizar como *Los Divulgadores* que, de acuerdo a una casual semejanza televisiva posterior, era un equipo destinado a resolver todo tipo de problemas de orientación vocacional mediante el recurso de la divulgación científica. El contenido académico institucional de su discurso tendría el asesoramiento de docentes responsables de cada departamento y su formato sería propuesto por los comunicadores de Extensión. Tendría también rigor en la información y atractivo en la comunicación. Todos los años el equipo se renovaría por mitades para poder contar siempre con estudiantes no demasiado cercanos a su graduación.

Niñas y niños, adolescentes, adultos y adultos mayores, comunidades de la tercera edad, internos de unidades carcelarias, en ámbitos populares –como ferias y exposiciones– campamentos

científicos, sociedades intermedias, escuelas medias de la Ciudad de Buenos Aires y secundarias del Gran Buenos Aires, del interior de la Provincia de Buenos Aires y hasta de algunos puntos del resto del país, fueron las audiencias y sus ámbitos de la última década. La poca diferencia generacional entre los Divulgadores y los estudiantes de la escuela media o secundaria fue decisivamente auspiciosa en general y, en el caso de paneles que se desarrollan en ámbitos educativamente vulnerables, en particular, el mensaje enviado y re-



cibido ayudó a derribar mejor el mito apriorístico de la inaccesibilidad a la UBA para los sectores desfavorecidos.

Algunos escenarios estuvieron bien alejados de Ciudad Universitaria: Bragado, Chivilcoy, Mercedes o Marcos Paz. En esas ciudades, generalmente, hubo algunos auspiciosos reflejos por parte de las autoridades locales tales como invitar a los Divulgadores al teatro del pueblo, donde concentraron a todas sus escuelas secundarias. De esta manera, la

eficiencia de la comunicación aumentó notablemente: un panel puede tener una audiencia de doscientos adolescentes.

Los testimonios

El entusiasmo que causa un divulgador al contar sobre su carrera atrapa tanto a adolescentes como a adultos. En un panel doble (mañana y tarde) organizado por el Instituto Libre de Segunda Enseñanza (UBA), se habían sentado un profesor de Veterinaria de la UBA y cuatro Divulgadoras de Exactas. El profesor, inició el panel en tono circuns-

pecto y formal, leyó unas anotaciones que definían a la Veterinaria, enumeró todas las materias de la carrera, explicó el programa, describió las incumbencias del colegio profesional y detalló la salida laboral. Luego fue el turno de ellas. Cuando finalizaron, el profesor exclamó: “¡Me convencieron hasta a mí, yo quiero estudiar en Exactas!”. El panel de la tarde también lo iniciaba él pero, esta vez, sin papeles y definiciones, sin programas, en tono coloquial y descontracturado hizo eje en lo reconfortante de trabajar con animales, en mu-

chos casos socialmente adorables, para finalizar diciendo: “Nosotros también tenemos mucha matemática y también somos casi una ciencia exacta”.

El alumno actual de la carrera de Biología Juan Esteban Vrdoljak explica: “Yo vivía en Villa Gesell. En mi escuela se organizó un campamento científico al que estaba invitado el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de Ciencias de Exactas-UBA. Recuerdo que el Divulgador de biología que venía de Buenos



Aires me voló la cabeza y ahí comencé a preguntarme el cómo, el porqué y el cuándo de muchas cosas. Eso me decidió a seguir Biología en la UBA”.

“Con mi compañero Divulgador de Biología, no dejábamos de sorprendernos por desarrollar una actividad de este tipo en ese lugar tan impensado. La audiencia de veinticinco jóvenes estaba muy entusiasmada con nuestra charla. Dimos nuestro taller de medio ambiente y nos llovieron las preguntas finales. No recuerdo otro público tan participativo como ese. Nos contaban sus experiencias, valoraban ser escuchados siquiera un momento y, orgullosos, nos llevaron a recorrer sus espacios de estudio. Al final, se abrieron y cerraron los cerrojos y estábamos nuevamente en la calle. Una experiencia muy fuerte: estábamos saliendo del Centro Universitario de la UBA en el penal de Devoto”, recuerda el ex Divulgador de geología Agustín Quesada.

El ex Divulgador de química, Gabriel Salierno sintetiza: “Uno se siente un héroe cuando realiza un experimento demostrativo con sus propias manos ante audiencias no académicas.”

La combi que había mandado la municipalidad de Marcos Paz estaba estacionada en la playa del Pabellón II, en medio de una bruma invernal, poco antes del amanecer. Junto con el grupo subimos los miembros del Equipo de Popularización de la Ciencia, Valeria Fornes y yo, y el coordinador editorial de EXACTAMENTE, Juan Pablo Vittori, que oficiaba de fotógrafo. En el complejo cultural de la Municipalidad nos esperaban, a las ocho, unos doscientos alumnos. “Ya el viaje es una experiencia en sí misma. Entre mate y mate los integrantes del programa organizan la charla, reviven experiencias previas y cuentan –como

al pasar– increíbles anécdotas de su propio derrotero hacia Exactas, y lo hacen con tal pasión que ya se puede prever cómo pintarán los avatares de la vida científica a los chicos de las escuelas”, relata Vittori. Quizás no en un extremo tan caricaturesco, pero sus diálogos durante estos viajes podrían haber nutrido los guiones de la serie televisiva *The Big Bang Theory*.

“La vida como Divulgador fue desde el principio muy intensa, si bien no existía una rutina semanal como en los demás cargos docentes, había que poner el cuerpo en cada semana de las ciencias, ir a dar charlas a escuelas, cárceles, bibliotecas populares, animar las vacaciones en el Planetario y aparecer en los lugares más inesperados”, detalla Luciano Iribarren, ex Divulgador de biología y continúa: “con mi compañero de geología, nos interesaba mucho el humedal que se encuentra detrás de los pabellones II y III de Ciudad Universitaria; sobre todo porque estaba amenazado por posibles parquizaciones. Así, en la Semana de la Biología, obtuvimos permiso para armar nuestro propio stand sobre el humedal y, con material del pantano, armamos un tipi, o refugio, hecho de cañas en el playón del pabellón II. Mucha gente se interesó, entre ella, un visitante del stand que nos había escuchado con mucha atención. Al terminar la exposición, nos detalló aspectos legales e institucionales que desconocíamos sobre el predio del pantano. Al preguntarle cómo sabía tanto, nos contestó: ‘Soy el Decano de esta Facultad’. Luego de casi pegar un salto, continuamos charlando un rato y luego se despidió, comprometiéndose a tomar cartas en el asunto de la parquización”, recuerda Iribarren.

“Y es que uno nunca deja de ser Divulgador aunque haya terminado sus dos años de contrato. No solo porque sigue convenciendo a jóvenes para que estudien en Exactas, sino también porque, aunque se esté en retiro pasivo, se corre el peligro de estar distraídamente volviendo del bar con un café y dos medias lunas, y ser interceptado furtivamente por Guille Mattei pidiéndote el favor de cubrir el puesto de un Divulgador ausente en una actividad que se está desarrollando en ese mismo momento!”, relata Maximiliano Urso, ex Divulgador de computación.

Verónica Pérez Schuster fue Divulgadora de física. “En una clase en donde yo era docente de la materia Física 1 se me acercó un alumno y me dijo: ‘Vos sabés que yo estudio Física por vos, ¿no?’”. El flamante alumno de Exactas había participado en una charla de carrera en donde yo había reemplazado a Guille Mattei dos años antes”, recuerda.

Los Divulgadores

Narradores del origen del universo, de la Tierra, de la atmósfera, de los océanos, de la vida, del hombre, del pensamiento abstracto y del cómputo. Eficientes guías de las Semanas de las Ciencias. Panelistas de estrictos ocho minutos. Adultos recientes hablando en jerga adolescente. Extrovertidas y presuntos tímidos. Circunspectas y verborágicos. Pero todos los Divulgadores tienen una magia que, inevitablemente, atrapa la atención de las audiencias cuando despliegan explicaciones sencillas sobre el conocimiento que sus docentes investigadores transmiten y crean, cuando informan con precisión sobre sus carreras o cuando representan orgullosamente a Exactas. |

Luisa Massarani

Un periodismo científico más crítico

Susana Gallardo, Cecilia Draghi y Gabriel Stekolschik

Fotos: Gabriel Rocca

La comunicación pública de la ciencia no solo se realiza a través de la prensa escrita, la radio y la televisión. También se divulga conocimiento científico en los museos de ciencia. Luisa Massarani es directora del Museo de la Vida, un espacio para “tocar” la ciencia, situado en Río de Janeiro (Brasil), vinculado a la Fundación Oswaldo Cruz, una de las más importantes instituciones de investigación biomédica de América Latina. Allí, conversó con *EXACTamente*.

Comenzó a trabajar en la divulgación de la ciencia en 1987. Es periodista, egresada de la carrera de Comunicación Social. Realizó una maestría en ciencias de la información y un doctorado en bioquímica médica, en la Universidad Federal de Río de Janeiro. Además de efectuar investigaciones sobre la divulgación científica ha escrito libros para niños. También, es coordinadora regional de la red SciDev para América Latina, un proyecto internacional que busca dar visibilidad al conocimiento que se produce en los países en desarrollo. Se define como “una mariposa que vuela de tema en tema”.

¿Cómo decidiste dedicarte a la divulgación científica?

Hay un momento en la vida de todo joven en que se debe elegir una profesión

y pasar una prueba, llamada “vestibular” aquí en Brasil, que es una pesadilla. Si no la pasás, es un drama familiar. Como no tenía idea de lo que quería, hice el vestibular para Medicina, Farmacia y Comunicación, es decir, estaba superubicada (ríe). En verdad, me gustaba la ciencia pero no para estudiar algo específico. Era como una mariposa, para cada día, un tema distinto de la ciencia. Pronto supe de la revista *Ciencia Hoje*, creada por la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia. Hice una pasantía allí, trabajando en divulgación científica y descubrí que me encantaba.

¿Hubo algún factor en tu adolescencia que te llevara a interesarte por la ciencia?

Mis padres eran ingenieros químicos. Mi papá, en particular, era profesor de la Universidad Federal de Río de Janeiro y

tuvo un papel importante en la consolidación de un primer posgrado de Ingeniería en Brasil en la década de los 60. Era un momento muy difícil en este país, por la dictadura. Yo nací en 1966, y viví muy de cerca todo ese proceso. La ciencia fue parte de mi historia familiar.

¿Desde que comenzaste hasta el presente, hubo cambios en la divulgación científica en Brasil?

Sí, hubo cambios muy importantes. En 1987, cuando empecé, había un movimiento muy interesante en periodismo científico, y los principales diarios brasileños tenían secciones de ciencia. En los años 90 eso empezó a decaer, pero un hubo un incremento de la actividad de museos y centros interactivos de ciencia. Se creó, por ejemplo, el Museo da Vida, y desde entonces hasta ahora el crecimiento ha sido fuerte, aunque muy



concentrado en la región sudeste, en Río de Janeiro y San Pablo. Desde el punto de vista político, también hubo algunos momentos importantes. Por ejemplo, en 1985 se creó el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, y dentro de este, en el 2003, con el presidente Lula, se creó una Secretaría de Inclusión Social y un Departamento de Popularización de la Ciencia. Hoy hay fondos para proyectos de divulgación científica. El CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), equivalente al CONICET, ahora tiene un comité específico para la divulgación científica.

¿Esto se acompañó de cambios en la mentalidad de los científicos respecto de la divulgación?

Hubo un cambio en la conciencia. Hoy, cuando un investigador pide un subsidio, llena un formulario donde hay un casillero para indicar actividades de divulgación científica. Además, hubo un incremento importante de tesis de maestría y doctorado en esta temática. En 1980 se defendió la primera tesis de doctorado en Brasil, y hoy tenemos unas 400, entre doctorados y maestrías sobre divulgación científica. Hubo un cambio importante de formación de la gente, y más posibilidades de trabajo. Es algo que no pasaba cuando yo empecé, cuando no había gente que trabajara en divulgación científica en institucio-

nes de investigación, salvo que fueran científicos.

Parece un proceso parecido al de la Argentina, donde la mayor parte del esfuerzo está puesto por el Estado.

Sí, es parecido. Pero yo estoy hablando de lo que sucede en Río y San Pablo, los museos de ciencia están aquí, pero Brasil es inmenso.

¿Estás realizando investigaciones en divulgación científica?

Sí, hemos creado aquí el núcleo de estudio de divulgación científica, porque me preocupa mejorar la calidad de esta actividad. Queremos ver cómo cubren los temas los periodistas en los medios masivos, hacer un diagnóstico y ver cómo mejorar, hacer capacitación en divulgación científica.

En el 87, cuando empecé, había un movimiento muy interesante en periodismo científico, y los principales diarios brasileños tenían secciones de ciencia. En los años '90 eso empezó a decaer, pero un hubo un incremento de la actividad de museos y centros interactivos de ciencia.

¿En los estudios que realizaron, a qué conclusiones llegaron?

Según lo que observamos, divulgamos una ciencia muy estática, muy bien consolidada. Y me parece que debemos mos-

trar el propio proceso de construcción de la ciencia, que involucra controversias, incertidumbres. Un museo de ciencia, u otras actividades de divulgación, tienen que estimular a la gente a pensar y discutir el impacto que la ciencia y la tecnología tienen en sus vidas y la sociedad.

Aquí, en el Museo, se realizan muchas actividades para los niños...

Me parece que los niños son un público ideal para divulgar, por muchas razones. Son súpercuriosos, y eso es indispensable para la divulgación científica. Hacen preguntas muy interesantes, aprendemos mucho con ellos. Por ejemplo, hice tres libros para niños, uno es de fútbol; otro de dinosaurios, con la idea de enseñar que nuestros países tuvieron dinosaurios; y uno sobre los transgénicos, que es un tema complejo, con mucha discusión. En el Museo tenemos un proyecto de dos exhibiciones: una es la aventura del cuerpo humano, y que los niños viajen dentro de él. Otro, que está en construcción, es para interesarlos en la biodiversidad, con un lenguaje de videojuegos. Desarrollar estrategias para involucrar a los chicos en la ciencia y la tecnología es divertido y provocativo. Puede ayudarlos a tener una formación, una reflexión ciudadana. Este es un aspecto importante. Creo que las actividades de divulgación científica en ese momento de sus vidas pueden tener un impacto importante para su futuro como adultos.



En tus investigaciones sobre medios, buscás conocer qué entiende la gente a partir de las noticias de ciencia...

Estamos trabajando con telediaros e intentamos ver qué sentido construye la gente a partir de lo que ve, y esto es mucho más que saber qué entiende. En general, tenemos una visión muy lineal de la divulgación científica y el público: la idea de que el mensaje va del emisor al destinatario. En los últimos años, especialmente en América Latina, hay estudios que muestran que este proceso es mucho más complejo. Por eso hablamos de construir sentido, porque la forma en que el público mira lo que está en los medios masivos se vincula a toda su historia familiar, al contexto de país, cultural y social.

¿Cuánta gente trabaja en el Museo?

Somos más de cien, con formaciones muy distintas, y es nuestro interés que sea así. Hay gente de comunicación, educación, física, biología, entre muchas otras. Hay unas 40 personas con trabajo estable, algunos con doctorado. Otros 40 tienen un trabajo estable pero no pasaron por un concurso público. Y hay un número importante que tiene becas. Creamos un programa que busca involucrar a universitarios de diversas disciplinas. Es como si fuera un primer trabajo y la idea es atraer a los futuros científicos a la divulgación. También tenemos artistas. Por ejemplo, tenemos el proyecto de hacer una parte de teatro, que me parece aporta un lenguaje muy interesante a los museos de ciencia. Mi crítica acerca de los museos de ciencia es que parece que todavía estamos dando clase. Creo que el teatro es una oportunidad de atraer y provocar a la gente no ya desde la explicación, sino desde la emoción.

Algunos periodistas en la Argentina consideran que el periodismo científico es poco crítico. ¿Vos lo ves de esta manera?

Sí, es un punto clave que defendemos. En un trabajo analizamos los diarios de América Latina, incluidos *La Nación* y *Clarín*, y vimos que el periodismo científico es muy positivo. Muchos de los periodistas científicos son muy entusiastas de la ciencia. Y otros creen que no debemos hablar de controversias, sino de lo bueno de la ciencia. También se observa que la ciencia, cada vez más, ocupa otras secciones.

Me parece que los niños son un público ideal para divulgar, por muchas razones. Son supercuriosos, y eso es indispensable para la divulgación científica. Hacen preguntas muy interesantes, aprendemos mucho con ellos.

Muchas veces, cuando el tema se trata en otra sección, se adopta una mirada más crítica o menos positiva de hablar de ciencia. Por ejemplo, el tema de transgénicos, en las secciones de ciencia se presentaba en forma aséptica, en cambio, en las de economía o campo había mayor controversia.

¿Cómo hacer para que haya una mirada crítica de la ciencia?

En SciDev hacemos algunos esfuerzos. En las notas, habla el científico que desarrolló la investigación, pero también el científico independiente que evalúa el significado de la novedad. A mí me interesa la controversia, porque habla del propio desarrollo de la ciencia, y además

es bueno para atraer al público, porque hablamos de emociones fuertes. Es importante mostrar que la ciencia no está encerrada, sino que tiene mucho que ver con la economía, la política y la sociedad en su conjunto.

¿Qué es SciDev?

SciDev es un proyecto increíblemente lindo y único. Surgió hace tres años, de la cabeza de un matemático británico, muy conocido como periodista científico, David Dickson. Él trabajó en *Science* y *Nature*, las dos biblias de la ciencia. Y en un momento, en el Foro Mundial de la Ciencia, propuso hacer un proyecto piloto sobre la ciencia del mundo en desarrollo, esta ciencia que está como invisible. El proyecto piloto funcionó muy bien. A partir de ese momento decidió crear SciDev. Lo conocí justamente cuando el proyecto estaba en gestación. La creación de esta red de ciencia y desarrollo fue decisiva incluso para cambiar la agenda por ejemplo de *Science* y *Nature*. SciDev tiene este papel único de hablar sobre la ciencia de los países en desarrollo y de una forma muy vinculada al desarrollo. O sea que es ciencia y desarrollo en los países en desarrollo. A mí me encanta.

¿Por qué decís que logró producir un cambio en *Science* y *Nature*?

SciDev tiene una producción específica, con corresponsales en todos los países. Tiene un portal principal y portales regionales. El primero en crearse fue el africano; enviaron a un británico para que lo desarrollara, y funciona bien. El segundo portal fue el de América Latina. En este caso viajaron hacia aquí y buscaron a alguien para hacer el trabajo. Y es el más



exitoso de todo el proyecto, y creo que se debe a tener gente local para que hable de ciencia. Lo que empezamos a tener es material novedoso, porque no se conocía mucho de la ciencia en desarrollo. Se lo puso en inglés para darle mayor visibilidad a la ciencia de nuestros países y SciDev tenía la producción propia pero, como tenía una conexión con *Nature* y *Science*, logró ponerlas juntas. Por eso decimos que es el único sitio donde las dos biblias rivales de la ciencia están juntas. Incluso algunos artículos de estas revistas tienen acceso libre en SciDev. Efectivamente hubo un flujo muy fuerte entre esas revistas y SciDev, pues muchas veces ellas usan como tema notas que salieron en esta red.

Mi crítica acerca de los museos de ciencia es que parece que todavía estamos dando clase. Creo que el teatro es una oportunidad de atraer y provocar a la gente no ya desde la explicación, sino desde la emoción.

Decís que en SciDev escriben en inglés...

El portal principal está en inglés. Los portales regionales tienen sus idiomas locales, hay parte en chino y en árabe, y América Latina, en español. Desde el punto de vista regional es importante porque la verdad es que no conocemos la ciencia de los vecinos. Tenemos más acceso a la ciencia de los Estados Unidos y Europa que a la de nuestros países. Parte de la producción de notas es traducida al inglés y sale en el portal principal, con lo cual se lo pone en conocimiento de quienes manejan ese idioma.

Algunos científicos están preocupados porque en muchas películas de Hollywood, como *Avatar* o *Jurassic Park*, la ciencia ocupa el lugar del doctor Frankenstein, desarrolla elementos que terminan en desastres. ¿Vos crees en esta visión?

Hay estudios que señalan que las películas presentan un estereotipo del científico como un loco, con los pelos parados, aislado del mundo real. En dibujos para niños a veces es así. Pero estas películas atraen mucha gente. Aquí tuvimos una discusión acerca de una telenovela brasileña, con gran audiencia, que fue "El clon". Muchos científicos decían que era pura basura, y los contenidos eran incorrectos. A mí me pareció un momento increíblemente interesante en que se podía hablar de clonación, genética, determinismo genético, y en qué medida los genes y el contexto pueden influir en la formación de las personas. Esta telenovela tuvo un papel importante para elevar la formación científica del país.

¿Qué aspectos son centrales en la formación de un divulgador?

Quizás un aspecto fundamental es mostrar que la divulgación científica no es solo transmitir contenidos. Mostrar una ciencia menos estática, que discute sus controversias e incertidumbres. Además, aunque parezca obvio, me parece fundamental en la capacitación el pensar en el público. En general, en los encuentros o capacitaciones, hablamos del mensaje, del científico, de la relación científico-periodista, pero no hablamos del público. Un aspecto clave es conocer más al público o los públicos. ➡

CIUDAD MARAVILLOSA

En marzo de 2013, Susana Gallardo, Cecilia Draghi, Gabriel Rocca y Gabriel Stekolschik, miembros del equipo editorial de *EXACTamente* viajaron a Río de Janeiro por ser los ganadores del Primer Premio a la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, que entregó en 2011 el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva de la Nación por el Dossier Biodiversidad, publicado en el número 41 de *EXACTamente*.

Los periodistas visitaron el Museo da Vida, que pertenece a la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz), la principal institución de ciencia y tecnología en salud de América Latina, fundada en 1900 por el reconocido epidemiólogo brasileño Oswaldo Cruz. Su discípulo Carlos Chagas fue quien aisló, en 1908, el parásito *Trypanosoma cruzi*, llamado así en honor a su maestro.

Además de entrevistar a Luísa Massarani, directora del Museo, los periodistas recorrieron las instalaciones y muestras interactivas que informan y educan en ciencia, salud y tecnología en forma lúdica y creativa.

También visitaron la revista *Ciência Hoje*, donde intercambiaron ideas con Alicia Ivanisovich, editora de la versión impresa, Carla Almeida, editora de la versión online, y Catarina Chagas, editora de la versión online de *Ciência Hoje* para niños.

La enseñanza de ciencias

Lejos del dogma y cerca de la aventura

Caminaba alegre un ciempiés cuando un sapito le preguntó: ¿Cuál pie tú pones primero y cuál colocas después? Preguntándose el ciempiés: ¿Cómo hago yo al caminar?, se le trabaron los pies y a un hueco vino a parar.

Fábula del ciempiés, popular

Melina Furman - melifurman@gmail.com

Fotos: Melina Furman

Hace unas décadas le preguntaron a Richard Feynman, brillante físico y genial docente, qué era hacer ciencia. Recordando la fábula del ciempiés, respondió que, para él, hacer ciencia era algo así como caminar, algo que un científico hace tan naturalmente que resulta difícil poder desmenuzarlo. Contaba, también, que su mirada científica del mundo se empezó a construir desde chico, en los primeros diálogos con su padre, un fabricante de uniformes que lo introdujo con sus discusiones en el maravilloso mundo de las preguntas y el pensamiento crítico.

En los últimos años vengo recorriendo el camino de buscar los mejores modos de enseñar a mirar el mundo con ojos científicos a chicos y jóvenes, tengan o no la suerte de tener papás como el de Feynman que los introduzcan en la aventura de preguntarse por qué suceden las cosas.

Cuando hablo de enseñar a mirar el mundo con ojos científicos me refiero a un enfoque particular de la enseñanza de las ciencias en el que el objetivo está puesto, fundamentalmente, en la formación de hábitos de la mente relacionados con el pensamiento científico. En

la categoría de pensamiento científico incluyo una serie de capacidades cognitivas, tales como la habilidad de diseñar un experimento válido o plantearse una pregunta investigable, íntimamente relacionadas con valores o modos de abordar el mundo tales como la curiosidad y el escepticismo.

La buena noticia es que se viene hablando de este objetivo hace rato. En muchos encuentros internacionales, representantes de los distintos países suelen coincidir en que, sin una población con una cultura científica (o, en la jerga didáctica, *científicamente alfabetizada*) las chances de crecimiento sostenido son pocas, y cada vez menos en tanto el mundo, en una frase que ya de tan dicha suena trillada (pero no por eso es menos cierta), depende cada vez más de la capacidad de innovación de sus ciudadanos.

¿Por qué enseñar habilidades de pensamiento científico? La respuesta más sencilla es que esos hábitos de la mente son pilares sobre los cuales se construye una mirada científica del mundo. Dicho de otro modo, para saber ciencia no alcanza solamente con conocer datos, hechos o conceptos de la ciencia como la cantidad y tipo de partículas subatómicas (incluso las más nuevas), saber

al dedillo las propiedades de distintos grupos químicos o responder sin dudar el nombre de todas las moléculas de la membrana plasmática. Disponer de esos conocimientos puede ser útil, claro que sí, pero no es muy distinto a saberse los nombres de los países de Europa o conocer los autores principales de la literatura grecorromana. Saber ciencia es, convengamos, otra cosa muy distinta: implica poder plantearse una pregunta (o abordar un problema) con la sensación de que está en nuestras mentes la posibilidad de investigarlos, acudiendo a otros si hace falta, buscándoles la vuelta, sopesando evidencias y analizando críticamente si el camino que estamos recorriendo avanza en la solución o no.

La mala noticia (¿por qué nunca son solo buenas noticias?) es que, a todas luces, no estamos haciéndolo muy bien. En toda América Latina, si miramos los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales, aparecen datos francamente escalofriantes. Por ejemplo, los últimos informes de PISA (Programme for International Student Assessment), que evalúan los desempeños de alumnos de 15 años, muestran que altos porcentajes de estudiantes se encuentran por debajo del nivel establecido para una alfabetización científica básica. En países





como Argentina, Brasil y Colombia, más de la mitad de los jóvenes no puede reconocer la variable que se mide en un experimento o diferenciar entre un modelo y el fenómeno que se modeliza. En el nivel primario, el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE), que evalúa a alumnos de América Latina y el Caribe, mostró que en el total de la región solamente el 11,4% de los estudiantes de sexto grado alcanzaron el nivel III de desempeño, definido por la capacidad de explicar situaciones cotidianas basadas en evidencias científicas, utilizar modelos para interpretar fenómenos del mundo natural y plantear conclusiones a partir de los resultados de actividades experimentales.

Pareciera entonces que es necesario bajar y dar de nuevo o, cuando menos, repensar muy profundamente cómo estamos abordando la enseñanza de las ciencias desde los primeros años de escuela.

Volviendo al inicio, decía que desde hace tiempo vengo recorriendo el camino de buscar los mejores modos de enseñar ciencia a la población. Y una de las cosas que más me llama la atención, y a la que no consigo acostumbrarme, es encontrar que tanto chicos como adultos, cuando oyen sobre ciencia, enseguida piensan en un tipo de abordaje de la realidad

sumamente dogmático, y rara vez en la aventura del pensamiento que la ciencia supone. Para cualquier científico esta mirada de la ciencia como dogma es sumamente sorprendente, en tanto es clarísimo que, justamente, la ciencia en su espíritu más puro es un largo camino en contra del principio de autoridad. Saber ciencia, decía Richard Feynman, es tener la capacidad de dudar de los expertos. Y, sin embargo, la mirada más habitual que tiene buena parte de la sociedad sobre la ciencia va justamente en sentido contrario.

En esta línea, hace tiempo hicimos un sondeo con profesores de ciencias del nivel secundario y terciario y les preguntamos: “¿Qué significa que algo sea científico?”. Consistentemente, apareció la idea de que “algo es científico cuando es verdadero”. No en vano tantas publicaciones usan la terminología científica para dar legitimidad a sus productos. Llevando el argumento a un extremo y utilizando un ejemplo del científico Marcelino Cerejido, podríamos decir que si yo afirmara que “un espíritu me reveló que la clorofila es la molécula que las plantas utilizan para capturar la luz del sol” (una idea correcta, pero cuyo origen se remonta en este caso a una evidencia sobrenatural) estaría diciendo “algo

científico”. Lo sorprendente, y obviamente preocupante, es que quienes respondieron de este modo a nuestro sondeo eran profesores de ciencias, es decir, los encargados de acercar una visión de ciencia lejos del dogma y cerca de la aventura a sus propios alumnos, muchos de esos futuros docentes. Aunque muy posiblemente hubiéramos obtenido resultados parecidos consultando a la población adulta en general.

¿De dónde viene, entonces, esta mirada dogmática de la ciencia, que va en contra del mismo espíritu científico que queremos formar en la sociedad? ¿Y cómo construir una mirada social de la ciencia más cerca del pensamiento como aventura?

Indagando un poco más profundo, tenemos que remontarnos al modo en que se enseña ciencias en la escuela primaria y secundaria. En la escuela primaria, las ciencias naturales, a pesar de formar parte del programa, se enseñan poco y nada. En nuestro trabajo con escuelas de todo el país observamos una y otra vez cuadernos de clase en los que las actividades de ciencias aparecen de manera muy esporádica, con temas repetidos año a año y siempre, o casi siempre, del área de biología, a pesar de que los marcos curriculares establecen contenidos



Melina Furman es licenciada en Ciencias Biológicas de Exactas-UBA y Ph.D. en Educación en Ciencias de la Universidad de Columbia. Es investigadora del CONICET en el área de Educación, coordinadora de programas de mejora escolar en Ciencias para escuelas de todo el país, miembro de Expedición Ciencia y Profesora Adjunta de la Universidad de San Andrés.

de fisicoquímica, ciencias de la Tierra o astronomía, que los chicos tienen que saber. Muy de vez en cuando, los chicos realizan una salida de campo o un experimento. ¿Para qué? En una investigación que hicimos recientemente con docentes de todo el país, los maestros respondieron que los experimentos en el aula tienen como fin que los chicos salgan “motivados” de la clase (que, convengamos, no es un objetivo menor, pero tampoco suficiente). O que se hacen para “corroborar con materiales concretos” un concepto que ya se enseñó de manera teórica. Poquísimas veces un experimento se hace con el objetivo de contestar una pregunta cuya respuesta los chicos no conozcan, y en ese camino enseñarles habilidades de pensamiento científico como las que mencionaba al principio.

A partir de estos resultados, en nuestro trabajo con docentes siempre subrayamos la diferencia entre *corroborar* y *averiguar*: corroboro algo que ya sé que es

cierto (allí la mirada de la ciencia como verdad, como dogma). Por el contrario, averiguo algo que no conozco (allí la mirada de la ciencia como aventura). Entrevistando a los docentes, vemos que la enseñanza del archiconocido “método científico” (que dice basarse en corroborar o falsear una hipótesis) ha dejado huellas profundas en la formación docente. Y las sigue dejando, en tanto en el primer capítulo de tantísimos libros de texto de ciencia se sigue hablando de él, para luego dedicar los restantes capítulos a “los contenidos”, es decir, los conceptos de ciencia, descontextualizados del modo en que fueron contruidos.

En el nivel secundario se ve todavía más claramente el problema que describía más arriba: en muchos colegios, la ciencia se enseña como un conjunto acabado de conocimientos, despojados del modo de producción. Naturalmente, este abordaje tiene una consecuencia directa: si no conocemos las evidencias detrás de

una idea, la historia de las idas y vueltas que llevaron a ella, incluyendo muchas veces pasiones y debates acalorados, la idea aparece como un conocimiento terminado que siempre estuvo ahí, listo para ser aprendido.

Si, por el contrario, acudimos a la historia de la ciencia como eje para pensar la enseñanza, u ofrecemos oportunidades en el aula para que los alumnos vivan por sí mismos, con nuestra guía, el camino que lleva a la construcción de una idea científica, no habrá dudas de lo que significa interpretar un conjunto de datos y construir un modelo que les dé sentido, o de lo complejo que resulta acotar una pregunta para poder investigarla. Nada más lejos de un dogma, en el que la verdad viene dada de antemano. Pero, al mismo tiempo, y ahí viene el segundo desafío, nada más lejos del relativismo, para el cual cualquier idea tiene el mismo valor. Hacer participar a los alumnos del complejo y al mismo tiempo fascinante proceso de construcción de una idea científica los ayuda a entender que, para que una explicación sea válida, tiene que cumplir ciertos requisitos, como dar sentido a la evidencia existente del mejor modo posible, superando otras ideas alternativas.

Ahora bien, si coincidimos en la importancia de que los alumnos recorran un camino guiado relacionado con los modos en que los científicos responden preguntas investigables y construyen ideas, inmediatamente surge el siguiente problema: ¿cómo lograr instalar este tipo de enseñanza en la escuela real? Pensemos por un momento en docentes que nunca han participado de este camino como alumnos, ni siquiera en sus profesorados. Podemos imaginarnos, como analogía, que tenemos maestros de cocina que saben las recetas, incluyendo los



“Hacer participar a los alumnos del complejo y al mismo tiempo fascinante proceso de construcción de una idea científica, los ayuda a entender que, para que una explicación sea válida, tiene que cumplir ciertos requisitos, como dar sentido a la evidencia existente del mejor modo posible, superando otras ideas alternativas”.



El trabajo con los docentes apunta a subrayar la diferencia entre corroborar y averiguar. Más que el concepto de corroborar algo que ya sabemos que es cierto, intentamos averiguar algo que no conocemos.

ingredientes y el tiempo de cocción de muchos platos, pero jamás han cocinado ninguno. Claramente, aprender a hacer ciencia lleva un buen tiempo, de la mano de otros científicos más experimentados que van guiando a los aprendices en sus primeros pasos. Y la idea de sacar a los científicos de sus laboratorios por un rato para que ayuden a los docentes en sus clases de ciencia o de integrar a los docentes en proyectos de investigación no parecen tareas sencillas de implementar a nivel masivo (¿o tal vez valga la pena considerarlas seriamente como alternativas?). Pareceríamos estar en un callejón sin salida.

En nuestro trabajo en las escuelas hemos llegado a una solución intermedia que da buenos resultados: una combinación que implica, por un lado, poner a disposición de los docentes secuencias de clase que marquen un camino bien trazado, que ofrezcan a los alumnos la posibilidad de participar en investigaciones guiadas sobre los temas del currículum (volviendo a la jerga didáctica, este enfoque se conoce como *enseñanza por indagación*). Por otro, una capacitación centrada en que los docentes recorran, en el rol de aprendices, pequeñas investigaciones que tienen puntos en común con las que se espera que ellos puedan proponerles luego a sus propios alumnos.

Volviendo a las buenas noticias, la investigación muestra que este tipo de abordaje es posible con los docentes de todas las

escuelas, incluso aquellas de alto grado de vulnerabilidad educativa. Y lo que vemos en nuestras investigaciones, además de un aumento de la participación y el interés por las ciencias de parte de los alumnos, es que cuando los docentes enseñan ciencias de este modo, los chicos van aprendiendo a pensar científicamente. En un trabajo reciente, pudimos mapear las habilidades cognitivas de los alumnos antes y después del trabajo con secuencias de indagación guiada que apuntaban a la formación de habilidades de diseño experimental y análisis de datos. Nuestros resultados mostraron a las claras que, en un trabajo sostenido semanalmente durante solo ocho semanas de clase, alumnos de cuarto grado pasaron de no poder proponer experimento alguno para investigar una pregunta sobre un tema cotidiano (por ejemplo, “¿cómo averiguarías qué tipo de pintura funciona mejor para que no se oxide la bicicleta?”) para, al final de la intervención, ser capaces de diseñar experimentos sobre preguntas nuevas en los que comparaban grupos experimentales en relación a una variable, anticipaban distintos resultados posibles y generaban explicaciones a partir de los datos obtenidos.

Claramente, una enseñanza que apunte a la formación del pensamiento científico es posible desde los primeros grados de escuela, siempre y cuando no se trate de una experiencia aislada, sino que forme parte de un recorrido más amplio que abarque toda la escolaridad básica.

Lo interesante es que no estamos a ciegas: bastante se sabe acerca de qué tipo de actividades generan aprendizajes más robustos en los alumnos, y qué estrategias de formación dan mejores resultados a la hora de que los maestros y profesores incorporen nuevas metodologías de trabajo. También resulta alentador ver que los docentes disfrutan de incorporar nuevas maneras de enseñar porque empiezan a ver muy rápidamente cómo los chicos participan más y mejor en la clase, a veces incluso de modos sorprendentes.

El gran desafío que tenemos ante nosotros es lograr cumplir con este objetivo a gran escala, pensando en el sistema educativo como un todo. Nos toca dar el salto de recuperar los aprendizajes que surgen de la implementación de programas piloto y repensarlos para convertirlos en políticas públicas, para que cuando uno le pregunte a un abogado, un verdulero o un deportista qué es la ciencia y para qué sirve, aparezca algún ingrediente de la aventura, en lugar del dogma. Y para que la ciencia pase a empapar la mirada de todos los ciudadanos, que nos permita entender para qué nos sirve tener ciencia en una sociedad que quiere pensar en sus propios problemas y, por qué no, para que pase a ser un componente inherente de cómo abordamos el mundo, casi tanto como poner primero un pie adelante, después el otro, y salir caminando hacia nuevos paisajes. | 



¿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 [@noticiaseexactas](https://twitter.com/noticiaseexactas)



noticias.exactas.uba.ar

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

Recomendaciones en Internet

<http://phet.colorado.edu/es/>

Interactive Simulations, desarrollado por la Universidad de Colorado en Boulder, presenta simulaciones divertidas e interactivas de fenómenos físicos, químicos, biológicos, entre otros, basados en investigaciones del proyecto PhET™ de esa Universidad. Está íntegramente en castellano, es fácil de usar y tiene un potencial didáctico a la medida de nuestros ciberálumnos adolescentes.



<http://www.albertorojo.com/>

“Alberto Rojo es físico y especialista en mecánica cuántica, pero su forma de ver la vida y tocar la guitarra está lejos de las complejidades del mundo científico y más cerca del misterio que habita en las estrellas.” (Gabriel Plaza). Su sitio es una fuente de inspiración para cualquier docente de ciencias.



<http://www.tocamates.com/>

Tocamates. Matemáticas manipulativas y creatividad. Premio Bitácoras 2012 al mejor Blog de Educación. Creado por José Ángel Murcia, licenciado en Matemáticas por la Universidad de Murcia. El blog ofrece artículos, juegos, problemas de matemáticas, lógica e ingenio, con una estética muy lograda. Hay para todas las edades. Atractivo para todo docente inquieto.



<http://www.cibermitanios.com.ar/>

Cibermitanios. Divulgando vulgaridades. Un blog lleno de notas interesantes y divertidas, 524 hasta la fecha, que comenzó hace apenas 7 años. Astronomía, química, física, biología y muchos más son los temas tratados por el blogger marplatense Ayreonauta que, por ahora, prefiere el anonimato.



<http://www.circuloesceptico.org/>

Círculo escéptico tiene preguntas incómodas ante afirmaciones extravagantes. Un sitio que fomenta la práctica del escepticismo, entendiendo por este al pensamiento crítico y racional, que lucha contra las pseudociencias y las pseudomedicinas, cuestiona los fundamentos espurios de la astrología, la homeopatía, las mancias y videncias, el tarot y el espiritismo. También expone a los mercaderes de lo paranormal y promueve el sentido crítico y la divulgación científica como herramientas indispensables para la comprensión del mundo y la toma de decisiones en la vida diaria.



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

Revista EXACTamente. Todas las notas, todos los números en formatos para leer o bajar, compartir, trabajar en el aula o en casa.



Las lecciones del Maestro Ciruela

Educación mata creatividad

Ricardo Cabrera
ricuti@qi.fcen.uba.ar

Un leitmotiv entre los gurúes que arremeten contra la educación formal es el siguiente: parece ser que los niños son muy creativos de pequeños y que esta creatividad va disminuyendo a medida que avanza su escolarización.

Uno de los estudios más mentados es el de George Land & Beth Jarman, publicado en el libro *Breakpoint and Beyond: Mastering the Future Today*. En este estudio se juntó a unos 1500 chicos y se les preguntó cuántos usos diferentes podían encontrarle a un clip sujetapapeles. Luego se establecía una escala y se puntuaba como "genio" a aquel que podía encontrarle más de 15 usos. Parece ser que, a la edad de 3 a 5 años, el 98% de los encuestados puntúa como genio. Un 32%, 5 años después, y 10% cuando tienen entre 13 y 15. Y apenas un 2% de los adultos. La conclusión que muchos pedagogos extrajeron de estas observaciones fue que la educación mata la creatividad.

A partir de ahí elaboraron explicaciones muy coloridas: los profesores no permiten que los chicos se copien, los obligan a resolver problemas exclusivamente por los métodos que ellos enseñaron... ustedes imaginen.

Sin embargo, el estudio no puede extraer ninguna conclusión sobre la escolarización. Si así lo hiciese, habría incurrido en un error gravísimo, fatal: le habría faltado el grupo control. Grupo que –por otra parte– es muy fácil y simple de conseguir: niños de todas las edades (y adultos también) que no hayan pasado por la escolarización formal. Sin la comparación de resultados contra ese grupo, nada interesante podemos concluir sobre la escuela. No creo que los autores del estudio hayan pifiado tanto, lo que creo es que muchos pedagogos –no versados en ciencia– se apresuraron a extraer conclusiones erróneas.

Tal vez la disminución de la creatividad (o como lo llaman los nuevos gurúes: *pensamiento lateral*) se deba simplemente al avance de la edad. A mí se me ocurre, solo por ponerme a pensar con un poquito de sentido común, que tal vez la simple maduración, la sencilla acumulación de experiencia hace que filtremos naturalmente las ideas locas. Si es así, no se trataría solamente de una conducta natural sino también muy conveniente a la hora de sobrevivir exitosamente. Dejarnos llevar por ideas locas todo el tiempo puede resultar nefasto en la vida de todos los ciudadanos de a pie como usted y yo. Brindarle dedicación y

tiempo a esas extravagancias –de las que solo muy pocas pueden ser exitosas– es muy costoso en términos de energía y supervivencia. La gran mayoría de esas ideas conduce al fracaso.

Echarle la culpa a la educación de algo que en todo caso hay que agradecerle a la experiencia refleja una ingenuidad asombrosa. Eso no obsta para afirmar que la educación formal necesita cambios –muchos de ellos profundos– y avances. Pero perseguirlos sobre la base de ingenuidades o mentiras es el mejor modo de volver a fracasar.



HUMOR por Daniel Paz



¿Cómo viven los embriones de aves dentro del huevo?

Responde Fabiana Lo Nostro, investigadora del Laboratorio de Ecotoxicología Acuática, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Exactas-UBA.

El misterio que encierra un huevo de ave fecundado es enorme. ¿Qué sucede dentro de ese particular recinto? ¿Cómo respira y se alimenta el embrión?

Los huevos de gallina que se utilizan para cocinar están sin fecundar, por lo cual, en su interior solo tienen la clara y la yema, pero no hay embrión. Cuando ocurre la fecundación, y a medida que progresa el desarrollo, alrededor del embrión crecen unas membranas que lo recubren y le ofrecen protección, nutrición, respiración y, también, la posibilidad de excretar sus desechos, hasta que pueda emerger.

Estas estructuras son cuatro, y se van formando en forma paulatina. La primera es el saco vitelino, que contiene el vitelo, alimento rico en proteínas y grasas fundamentales para el desarrollo. La segunda membrana es el amnios, que envuelve al embrión. En su interior hay líquido amniótico, que mantiene estable la temperatura y evita la desecación.

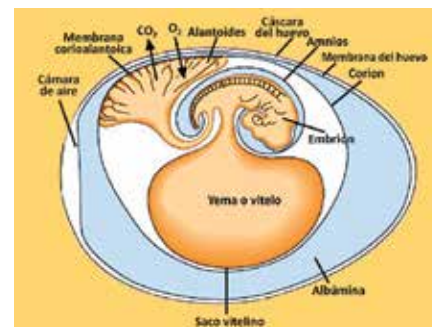
La tercera membrana es el corion (o serosa), que se ubica internamente contra la cáscara, también para proteger al embrión y permitir el intercambio gaseoso. Del tubo digestivo embrionario

se comienza a formar una estructura en forma de saco, que dará lugar a la cuarta membrana, el alantoides.

A medida que avanza el desarrollo, el alantoides comienza a desempeñar funciones respiratorias y excretoras. Acumula los desechos nitrogenados (ácido úrico) y permite la absorción de calcio de la cáscara para la formación del esqueleto.

La cáscara del huevo no es impermeable, por lo tanto, permite el movimiento de gases y vapor de agua. A medida que acumula desechos, el alantoides aumenta de tamaño y se pone en contacto con el corion dando lugar a mayor intercambio gaseoso, ya que contiene una fina red de vasos sanguíneos que dejan entrar el oxígeno en la sangre y hacen posible que salga el dióxido de carbono (actúa como membrana respiratoria).

El alantoides permitió que los animales se trasladasen desde los océanos hacia la tierra. Esta membrana está presente en huevos de aves y reptiles; en los mamíferos solo tiene funciones de excreción y no se encuentra en los huevos de peces y anfibios.



¿Qué limita la altura de vuelo de un avión?

Responde Fernando Minotti, investigador del CONICET y docente del Departamento de Física de Exactas-UBA.

Los aviones comerciales vuelan a unos 10 mil metros de altura y a una velocidad de aproximadamente 900 kilómetros por hora. Pero no podrían volar a una altura mucho mayor a velocidad similar.

La fuerza de sustentación que recibe el avión (y compensa su peso) es una perpendicular al movimiento, y es proporcional a la densidad del medio y al cuadrado de la velocidad. Ahora bien, esa fuerza puede sustentarlo si la velocidad de la aeronave y la densidad del medio son suficientemente altas (en un avión de forma adecuada).

El problema es que la densidad del aire disminuye a medida que nos alejamos del nivel del mar. Por consiguiente, la altura posible de vuelo está limitada por la disminución de la densidad del aire con la altitud (a 10 mil metros es aproximadamente un 40% de su valor al nivel del mar).

Hasta cierto punto, el efecto de la disminución de la densidad puede ser compensado por un aumento de la velocidad, pero esto tiene sus límites. La razón es que se producen pérdidas de energía cinética del avión por dos motivos básicos. Uno es por la generación continua de remolinos en

las puntas de las alas (en los días húmedos pueden observarse como un par de largos tubos paralelos a su desplazamiento). El otro es por generación de turbulencia que, al impedir un flujo suave, resulta en el arrastre parcial del aire que encuentra a su paso el avión. La energía perdida en generar estos movimientos de aire debe ser compensada con el impulso de los motores, el que depende también de la densidad del aire (hélices y motores a reacción generan impulso acelerando el mismo aire ambiente). Tenemos entonces que, si la densidad es demasiado baja, los motores no pueden generar el impulso suficiente para mantener la velocidad adecuada.

Así, por donde lo miremos, la limitación en la altura del vuelo está dada por la baja densidad del aire.

Cabe destacar que una fuerza perpendicular al desplazamiento no realiza trabajo, por lo que no cambia la energía cinética del avión. En condiciones óptimas, si el aire fuera un fluido ideal y el avión no recibiera una fuerza de frenado, no necesitaría gastar energía para desplazarse indefinidamente a velocidad y altura constantes.

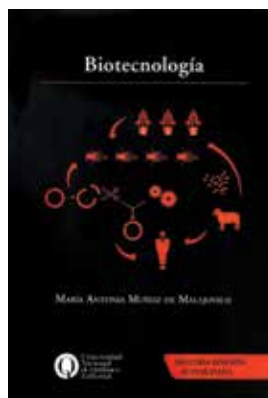


Biotecnología

(Segunda edición actualizada)

María Antonia Muñoz de Malajovich
Buenos Aires, 2012
Universidad Nacional de Quilmes.

448 páginas



La biología dejó, hace rato, de ser esa ciencia descriptiva del mundo viviente. Hoy, es uno de los engranajes más importantes de la industria y la tecnología, que envuelve y condiciona nuestras vidas, aun sin que lo sepamos. Biotecnología hace un prolijo recorrido por esta nueva realidad, desde una definición inicial y una historia sucinta hasta las innumerables situaciones de nuestra cotidianidad. Alimentación, farmacéutica, terapias clínicas, diagnóstico, investigación científica, medio ambiente, energía y varios aspectos más, de los que nuestra sociedad depende estrechamente, están permeados profundamente por la biotecnología.

La autora, egresada de la Exactas-UBA y radicada en Brasil desde el año 1976, recorre el extenso campo de la biotecnología con paso sereno y exhaustivo. Con una prosa didáctica y un lenguaje al alcance de todo público, con profusión de cuadros sinópticos, y con esquemas explicativos e infografías, el texto se convierte tanto en un panorama general para comprender la irrupción de esta nueva tecnología, como en un compendio pormenorizado para saldar dudas específicas.

También se abordan los aspectos económicos y estratégicos sobre la implementación de la biotecnología, algo que –especialmente para la Argentina– posee una importancia sustancial.

El azar en la vida cotidiana

Alberto Rojo
Buenos Aires, 2012
Siglo XXI.

190 páginas



“Dicen que el cigarrillo mata, pero mi tía Hortensia fumaba muchísimo y vivió hasta los noventa”. “No hay lugar más seguro que aquel en el que acaban de robar”. “Anoche soñé que se moría el gato del vecino y hoy se murió. ¡Lo que son las casualidades!”. “¿Por qué será que siempre me toca la cola más lenta?”. “Las coincidencias entre Messi y Maradona son para creer o reventar”. Todas estas frases reflejan cómo el azar está presente en nuestra vida cotidiana y cómo nos dejamos engañar fácilmente por casualidades, porcentajes y probabilidades varias (en especial, de chaparrones). A nuestro cerebro le encanta creer y tejer historias, aunque muchas veces esas historias sean falsas o estén reñidas con la lógica.

Este libro, sumamente didáctico, tiene una enseñanza profunda: las casualidades y las coincidencias deben, necesariamente, aparecer en nuestra vida... a menos que el universo fuese milagroso (y no lo es). Y cuando aparecen debemos recibirlas como lo que son: un aspecto natural de un mundo lógico, matemático, casi podríamos decir: predecible. Tan sorprendente como divertido, *El azar y la vida cotidiana* nos enseña a ser menos ingenuos.

Alberto Rojo es argentino, físico y músico, y aguarda por usted en <http://albertorojo.com/> antes o después de leer este libro. Lleve una bolsa para las sorpresas.

Hacia una teoría general sobre los hijos de puta

Marcelino Cerejido
Buenos Aires, 2012
Tusquets.

296 páginas



“Al pan pan, al vino vino y a la hijoputez ningún otro nombre le cabe”. Eso explica el autor a modo de disculpa en los primeros tramos de este libro vibrante. Ni maldad, ni crueldad, ni mala intención, ni ningún otro término describen de manera tan cabal –como procaz– esa característica humana que tanto sufrimiento nos cuesta.

¿Se nace hijo de puta? ¿Somos todos hijos de puta en potencia? ¿La sociedad nos corrompe? ¿Tiene la ciencia algo para decir sobre la hijoputez? Este ensayo es un acercamiento desde la ciencia. Cada una de las preguntas que usted pueda hacerse sobre la hijoputez son analizadas desde una perspectiva histórica, natural y social. Cada hipótesis está sustentada con decenas de ejemplos que erizan la piel y colocan el problema en su dimensión exacta: “Es curioso –reflexiona el autor– que se gasten millones en investigar enfermedades de todo tipo y se desatienda al peor de los males que acosan a la humanidad”.

Cerejido nos deja perplejos con esta propuesta de pensar la hijoputez desde la óptica de la ciencia. Los toques de humor hacen llevadera esta lectura dura y atrapante. La claridad y la simplicidad de la exposición llevan el sello del autor, un verdadero maestro de la divulgación científica.

El papel del lenguaje en el conocimiento

Guillermo Boido y Olimpia Lombardi

Después de ya muchos encuentros en estas páginas, nos pareció conveniente hacer un alto para recomenzar nuestras consideraciones epistemológicas y ocuparnos con mayor detalle de ciertas nociones que están en la base del conocimiento científico, en este caso las de lenguaje y lógica. En efecto, todo conocimiento se expresa en algún lenguaje, y para obtener conocimiento a partir de un conocimiento previo razonamos según las normas de algún sistema lógico.

Para Aristóteles, la palabra *logos* poseía un significado múltiple. En su acepción primaria significaba *palabra*, y expresaba la racionalidad misma del lenguaje; por otra parte, significaba *concepto* o *razón* en tanto estructura del pensamiento humano. Pero también debía entenderse como *ley* o *principio*, esto es, como estructura de la realidad misma. Sin embargo, no se trataba de significados diferentes puesto que, para Aristóteles, *realidad*, *pensamiento* y *lenguaje* compartían una misma estructura, y ello explicaba que pudiéramos alcanzar el conocimiento de lo real y expresarlo lingüísticamente. Pero actualmente somos más prudentes que Aristóteles: sabemos que hay muchos lenguajes diferentes y múltiples sistemas lógicos. Por ello se nos impone la reflexión acerca del lenguaje y la lógica.

Comencemos por el primero. En su ya clásico libro *Formas lógicas, realidad y significado*, el filósofo argentino Thomas Moro Simpson nos recuerda que la distinción clara entre *palabras* y *cosas* es un producto tardío en la historia. Por ejemplo, en algunas culturas se intentaba modificar el carácter de un delincuente gritando su nombre sobre una pócima con agua hirviendo y cierta “medicina” y dejándolo “macerar” durante siete días. Hoy ya no intentamos cocinar nombres porque tenemos clara la distinción entre el plano del lenguaje y el plano de lo real.

Pero entonces, ¿cómo se relacionan lenguaje y realidad? Según algunos autores, como el filósofo, matemático, lingüista y lógico austriaco Ludwig Wittgenstein (en una primera etapa, porque luego cambió su posición), se trata de una relación pictórica: a cada elemento del lenguaje le corresponde un elemento de la realidad. Sin embargo, este no siempre es el caso: cuando decimos “Juan es bueno”, no es claro que haya dos cosas independientes, *Juan* y *bondad*, y una relación que las une. Además, también podemos hablar de lo inexistente en la realidad como, por ejemplo, del rey de México para decir, precisamente, “El rey de México no existe”. En respuesta a la perspectiva de aquel primer Wittgenstein se ha afirmado que el lenguaje cotidiano esconde la verdadera estructura de lo

real y, por ello, se lo debe traducir a un lenguaje más preciso que manifieste a la vez tal estructura y la *forma lógica* del pensamiento. Esta idea ya se encuentra presente durante el siglo XVII en el gran filósofo y matemático alemán Gottfried Leibniz con su *Ars Combinatoria* –un cálculo de conceptos que permitiría “pensar” con precisión–, y reaparece en filósofos del siglo XX como el inglés Bertrand Russell y el alemán Rudolf Carnap. Por otra parte, otros autores contemporáneos, como los estadounidenses Richard Rorty y Hilary Putnam, impugnan explícitamente que el lenguaje sea un *espejo de la naturaleza*.

El rechazo de la concepción pictórica del lenguaje se basa en una pregunta previa: ¿cómo puede afirmarse que el lenguaje refleja la realidad? Para ello sería necesario acceder al lenguaje y a la realidad independientemente para poder compararlos. Pero ¿tenemos acceso a la realidad con independencia de algún lenguaje? Si bien la respuesta tradicional ha sido positiva, investigaciones provenientes de la lingüística mostraron que diferentes lenguajes pueden poseer diferentes categorías gramaticales, y ello influye sobre el modo en que las diferentes culturas categorizan y clasifican la realidad. La idea de la influencia del lenguaje sobre la conceptualización del mundo se expresa en la llamada *hipótesis de Sapir-Whorf*, denominada así por sus autores, lingüistas estadounidenses del siglo XX. En defensa de esta hipótesis se señalan las dificultades de la traducción, y se esgrimen ejemplos, como el de los esquimales, que poseen múltiples nombres de colores diferentes para aquello que los no-esquimales perciben como un único color blanco, o el de culturas que conciben el tiempo o la numeración de maneras totalmente diferentes de lo que lo hace la cultura occidental. Sin embargo, muchos autores rechazan esta hipótesis afirmando que el lenguaje es una capacidad biológica humana, análoga a la visión y, por tanto, tiene características independientes de la cultura. Por ejemplo, Noam Chomsky, el célebre lingüista y filósofo estadounidense, considera que existe una gramática universal que subyace a todo lenguaje humano y que permite la traducción entre dos lenguajes cualesquiera.

El interés en estas cuestiones no se limita al ámbito de la lingüística, sino que ha impregnado muchas discusiones en la filosofía de la ciencia, en particular en torno del realismo, posición que ya hemos mencionado en un número anterior de EXACTAMENTE. Por ello, volveremos sobre esta cuestión cuando nos ocupemos de ese problema. **■**

El yeso: un material singular

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

Los materiales de origen geológico (minerales y rocas) han servido como materia prima a los artistas desde los albores del desarrollo de la humanidad. Uno de ellos, bastante común, ha permitido, pese a su bajo precio, la creación de magníficas obras de arte. Se trata del yeso que, a pesar de su aparente sencillez, presenta numerosas singularidades geológicas. Es así que, junto al denominado yeso natural (y también piedra de yeso, algez y aljez), coexisten otros materiales que se diferencian de él y entre sí por la cantidad de moléculas de agua que se asocian a la de sulfato de calcio, que constituye su composición característica.

El mineral yeso aparece en la naturaleza con diversas formas y es la denominada *rosa del desierto* una de sus variedades más llamativas. La roca yeso,



Los denominados mocárabes en la Alhambra (Granada, España) constituyen uno de los más asombrosos usos artísticos de la escayola.

compuesta por el mineral que lleva su nombre es, generalmente, de color blanquecino y de aspecto granuloso y masivo. Asirios y egipcios la utilizaron en el labrado de bajorrelieves, dado que su relativa blandura permite trabajarla con facilidad. Los romanos denominaron *Lapis specularis* al yeso que aparece en cristales gigantes, fácilmente exfoliables en placas translúcidas. Las cuevas de Naica (México) son hoy un ejemplo espectacular de este tipo de material. La roca de yeso en cristales de dimensiones centimétricas y color gris perlado, se denomina selenita y conoció desde tiempos antiguos un uso arquitectónico por su atractivo aspecto. A veces los cristales de selenita presentan una forma particular denominada *punta de flecha*.

Algunas variantes

La anhidrita (mineral y roca llevan el mismo nombre) se encuentra asociada a depósitos de halita (la sal común) y de yeso, y se asocia a la evaporación de las aguas de antiguos mares.

Entre el yeso, que cristaliza con dos moléculas de agua, y la anhidrita, que lo hace sin ninguna, se encuentra la bassanita que es un mineral asociado generalmente a fumarolas volcánicas



La cueva de los cristales de Naica, al norte de México.



Rosas del desierto. Los cristales de yeso "engloban" granos de arena durante el proceso de formación.

y así denominado en homenaje al mineralogista italiano del siglo XIX, Francesco Bassani. Similar fórmula tiene el yeso cocido o yeso Paris utilizado en el revestimiento de frentes de edificios, pero no puede ser considerado un mineral en sentido estricto, dado que se obtiene industrialmente calentando este mineral. Si se calienta a mayor temperatura, el material pierde toda el agua y se obtiene la escayola, que se usa en medicina, en el tratamiento de fracturas, en la construcción para revestir techos y paredes, y para hacer vaciados en moldes de estatuas y ornamentos. También es utilizada por los artistas para modelar prototipos de las esculturas que luego realizarán en materiales más duros, resistentes y costosos. El polvo de yeso mezclado con agua resulta sumamente plástico, pero su fraguado (endurecimiento) se produce con rapidez, por lo que debe trabajarse con premura.

El estuco es un material preparado con yeso, polvo de mármol (a veces también con cal) y pigmentos, utilizado para el recubrimiento (enlucido) de superficies. Se lo ha usado mucho en decoración para sustituir al mármol en columnas y paredes y también para realizar las denominadas scagliolas, que imitan los trabajos de taracea de 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