

Año 27 | Nº 66 | Septiembre 2020  
ISSN papel: 1514-920X  
ISSN en línea: 1853-2942

**Proyecto Relámpago**  
Cazadores de tormentas

EXACTAMENTE

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

**EX**  
*m*

La revista de  
divulgación  
científica

**Estudio de nidos de hornero**  
El pájaro albañil

**Homenaje**  
Adiós a Mario Bunge

ex  
m

EXACTAMENTE cambia de formato

**Un salto imprescindible**

# SUSCRÍBASE AL CONOCIMIENTO



[cienciahoy.org.ar](http://cienciahoy.org.ar)

[contacto@cienciahoy.org.ar](mailto:contacto@cienciahoy.org.ar)



RevistaCienciaHoy



@CienciaHoyOK

Tel (011) 49611824

# Nº 66

SEPTIEMBRE  
2020



Foto de tapa:  
Imagen: Gerd Altmann

## EXACTamente

Es una publicación cuatrimestral de la Subsecretaría 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  
Subsecretaría de Comunicación  
Ciudad Universitaria,  
Pabellón II, C1428 EHA  
Ciudad Autónoma de Bs. As.  
Teléfono: 5285-8030  
Página web de Exactas UBA:  
<http://exactas.uba.ar>

## Vías de contacto

Podés enviarnos tus comentarios y bajar la revista en formatos electrónico:

[revistaexactamente.exactas.uba.ar](http://revistaexactamente.exactas.uba.ar)  
E-mail: [exactamente@de.fcen.uba.ar](mailto:exactamente@de.fcen.uba.ar)

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



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

# Editorial

## Los ojos y las esperanzas

A los argentinos la pandemia de COVID-19 nos ha permitido reflexionar sobre cuestiones que a muchos podían parecer poco importantes y hasta prescindibles: la ciencia, la salud pública, la presencia protectora del Estado. No hay mal que por bien no venga, hoy una gran parte de la población advierte la enorme importancia de estas tres áreas y varias otras que no viene al caso mencionar acá, pero que el neoliberalismo y la ilusión de que “el mercado” se ocupará del bienestar de la población habían hecho descuidar, maltratar y –por poco– desaparecer.

Aquellos que, como nosotros, estuvimos siempre preocupados por la educación pública, por la educación científica y en especial por la actividad científica nos sentimos reconfortados de poder redoblar nuestros esfuerzos sabiendo que los ojos y las esperanzas de nuestros conciudadanos se posan sobre nosotros. Haremos lo que hicimos siempre: trabajar para el bien común como un deber social y no como una moneda de cambio que cotice en bolsa.

Pero también, sería irresponsable de nuestra parte olvidar aquellos períodos en los que lo público fue denostado, lastimado, reducido. Es que no es casualidad: el mercado sólo se cuida a sí mismo.

**Ricardo Cabrera**  
Director de EXACTamente

# Sumario



3 **Editorial**

6 **Conservación de especies**  
Escuerzo: el mito lo condena

8 **Nidos de hornero bajo estudio**  
El pájaro albañil

10 **Ecología**  
Contaminación en  
aguas y costas

14 **Agricultura celular**  
Carne de laboratorio

18 **Homenaje a  
Mario Bunge**  
El último ilustrado

22 **EXACTamente se renueva**  
Un salto imprescindible

24 **Bitácora**  
María Eugenia Suárez.  
La-husek

28 **Neurociencias**  
Conciencia humana

33 **Meteorología**  
Proyecto Relámpago-Cacti

36 **Informática**  
Las profesiones del futuro

40 **Alimentación y biodiversidad**  
Menú acotado

# Facultad Universidad de Buenos Aires de Ciencias Exactas y Naturales

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

Ciencias  
Biológicas

Ciencias de Datos

Ciencias  
de la Atmósfera

Ciencias  
de la Computación

Ciencias Físicas

Ciencias  
Geológicas

Ciencias  
Matemáticas

Ciencias Químicas

Ciencia y Tecnología  
de los Alimentos

Oceanografía

Paleontología

Profesorados  
en Ciencias

Ciudad Universitaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires | [exactas.uba.ar](http://exactas.uba.ar)

**EXACTAS**  
UBA

## STAFF

### CONSEJO EDITORIAL

**Presidente:** Juan Carlos Reboreda

**Vocales:** Sara Aldabe Birmes, Guillermo Durán, Pablo Jacovkis, Javier López de Casenave, Marta Maier, Silvina Ponce Dawson, Víctor Ramos, Matilde Rusticucci, José Sellés-Martínez

### EQUIPO EDITORIAL

**Director:** Ricardo Cabrera

**Coordinador editorial y editor de imágenes:** Juan Pablo Vittori

**Jefa de redacción:** Susana Gallardo

**Redactores:** Cecilia Draghi, Gabriel Stekolschik, Pablo Taranto, Guillermo Mattei, Lis Tous

**Colaboradores permanentes:** Daniel Paz, Ignacio Uman, Adrián Negro

**Colaboran en este número:** Pablo Berardesca, Rolando Caraballo

**Corrección:** Fernanda Giraudó

**Diseño:** Pablo G. González

**Fotografía:** Diana Martínez Llaser

**Gestión de imprenta:** Centro de copiado "La Copia" S.R.L.



Gabriela Agostini

Conservación de especies

# Escuerzo: el mito lo condena

El escuerzo común (*Ceratophrys ornata*), animal emblemático de la pampa argentina, se encuentra en riesgo de desaparecer. Por ello un equipo de investigadoras, con el fin de diseñar un plan de conservación para esta especie, apela a los pobladores rurales para la recolección sistemática de datos, y así obtener mucha información en áreas muy extensas. Es que hoy la investigación ya no se restringe al laboratorio o al trabajo de campo, sino que se abre a la participación de los ciudadanos.

“El último escuerzo lo encontré hace unos treinta años, junto a una charca de agua muy clara, luego de una lluvia. Pero se dejaron de ver cuando empezó la forestación de pinos. Y también desaparecieron los cisnes negros”, relató Valentín, de 94 años, habitante de Valizas, localidad del departamento de Rocha, en el Uruguay.

Ese poblador hizo una descripción de cómo era el paisaje de la región hace décadas. “Si no registramos su relato, esa información se pierde”, comenta la bióloga Camila Deutsch, becaria doctoral en Exactas UBA e integrante del proyecto “Escuerzo, el Gigante de las Pampas”, cuyo objetivo es elaborar una estrategia de conservación y manejo para la especie.

La primera etapa del proyecto consiste en recabar información de los pobladores rurales acerca de la presencia de ejemplares de escuerzos, especie catalogada como “casi amenazada” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

## No es tan malo

El escuerzo, un animal emblemático de las pampas, ha tenido mala prensa. Suele creerse, erróneamente, que muere y posee un veneno mortal. La literatura, por su parte, se encargó de reforzar la tradición popular. Por ejemplo, el protagonista de uno de los cuentos fantásticos de Leopoldo Lugones mata a pedradas a uno de estos animales, pero su conducta será vengada, pues, según la leyenda, “el escuerzo no perdona a quien lo ofende”.

Mientras que el avance de la urbanización y la actividad agrícola-ganadera han ido acorralando a este anfibio, la percepción negativa por parte de los pobladores ha contribuido a que poco a poco esta especie haya ido disminuyendo en número.

Su área de residencia eran los pastizales de la Pampa argentina, Uruguay y sur de Brasil. Sin embargo en estos dos últimos países no se lo ve desde hace varias décadas e, incluso, es difícil hallarlo en la Pampa argentina. Es por ello que resulta clave contar con la colaboración de los pobladores mediante lo que se conoce como “ciencia ciudadana”, estrategia orientada a involucrar a



Link para realizar la encuesta:

<http://bit.ly/EncuestaEscuerzo>

## En la playa

En Santa Vitória do Palmar, en el extremo sur de Brasil, casi en el límite con el Uruguay, Antonio, un chacarero, había visto un ejemplar hacía tres años, en una charca. Guio a las investigadoras hasta el lugar, y ellas pudieron marcar las coordenadas en el GPS. El chacarero también recordó que hace décadas la gente de la zona mataba a los escuerzos porque se comían a los pollitos y se creía que eran venenosos.

Otro chacarero entrevistado, Paulinho, había visto uno en diciembre de 2002, en la arena, y pudo reconocerlo en la lámina que le mostraron las investigadoras. También contó que solía verlos después de la lluvia, hace unos sesenta años (cuando él tenía nueve). Por su parte, Edin, un biólogo entrevistado en Praia do Hermegildo (costa sur de Brasil), había visto un ejemplar hace diez años, y contó que, cuando él era chico, su padre le decía que el escuerzo le podía comer el brazo.

Con la información sobre los lugares precisos donde hubo registros recientes, las investigadoras piensan instalar grabadores automáticos en esos sitios con el fin de detectar el canto nupcial de estos animales.

“Si no hubiésemos hecho las encuestas, no sabríamos por dónde empezar: ahora tenemos las localidades y los campos donde la gente nos vio”, asegura Deutsch.

También los pudieron detectar en la Costa Atlántica, donde aparecen con frecuencia todos los años. Por ello, Deutsch, para realizar su tesis doctoral, decidió instalarse en San Clemente del Tuyú durante el verano. Su objetivo es estudiar la actividad reproductiva del animal, y determinar cómo influyen en esta las características del paisaje y las variables climáticas de temperatura y humedad.

“Conociendo un poco más sobre el animal, podremos realizar acciones de conservación en los pocos lugares donde todavía quedan algunas trincheras”, concluye.

los ciudadanos en actividades científicas para que puedan aportar su propio conocimiento.

“La gente del campo conoce muy bien al escuerzo, que se distingue de otros anfibios de la región por los colores brillantes y por ciertos comportamientos de defensa, que alimentaron el mito de que ataca a las personas”, describe la doctora Gabriela Agostini, investigadora en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA y directora del mencionado proyecto.

Este anfibio posee un tamaño mayor que el del sapo, de hecho, las hembras adultas alcanzan hasta catorce centímetros de largo. Se lo reconoce por el cuerpo globoso y su color verde brillante con algunas manchas rojizas. Tiene una boca enorme y mandíbulas potentes con las que puede devorar pequeños roedores, pichones de aves y, también, otros anfibios.

## Después de la lluvia

Los escuerzos permanecen enterrados durante la mayor parte del año, por ello es difícil hallarlos; y solo se hacen visibles luego de lluvias intensas, cuando los machos salen de sus cuevas y comienzan a emitir sus cantos nupciales para atraer a las hembras y reproducirse.

Debido a la dificultad para predecir la aparición de estos animales, las investigadoras, mediante una encuesta sencilla, preguntan a los pobladores si conocen la especie, si la vieron y en qué lugar. “Esa información complementa nuestro trabajo de campo en que

empleamos las metodologías convencionales de búsqueda de anfibios”, refiere Agostini.

Por su parte, Deutsch completa: “Si uno no habla con la gente del lugar es muy difícil detectar al animal. De hecho, logramos incrementar en quince veces el número de registros obtenidos durante diez años de investigaciones de campo”.

La encuesta pide información sobre el lugar exacto donde fue encontrado el animal, la descripción del hábitat, y si el día era soleado o lluvioso. También se pregunta por el sexo del ejemplar, si era adulto o juvenil, y si estaba cantando, se movía o estaba muerto, según enumeran Agostini y Deutsch en un artículo publicado en *Herpetological Conservation and Biology*. Los datos que provee la población son considerados como válidos si están acompañados de fotografías de los ejemplares hallados y si provienen de biólogos, naturalistas o guardaparques.

Las investigadoras también realizan entrevistas presenciales, en especial en áreas donde el acceso a internet es limitado. Cuando los pobladores afirman que vieron a un animal parecido a un sapo muy grande, que emite determinado gritos, y que se alimenta de ratones o de pollos, resulta claro que se trata del escuerzo. Para confirmarlo, se les muestra a los informantes una lámina con distintos anfibios con los que se los suele confundir, y se les pide que señalen el animal que vieron. “Si la gente vio un escuerzo, no duda un segundo, incluso los que lo vieron hace muchos años”, confirma Deutsch.



Samuel Auguste.Flickr

El nido de hornero bajo estudio

# La decisión del pájaro albañil

El hornero es el ave nacional, y se lo reconoce con facilidad por su vivienda, que la pareja construye con barro y que tiene la particularidad de ser asimétrica: algunas presentan la entrada a la izquierda, y otras, a la derecha. ¿Por qué construyen su nido con esta diferencia? Un proyecto de investigación que incluye la participación de los ciudadanos se propone responder esta pregunta.

## Ave nacional

En marzo de 1928, el diario La Razón publicó una encuesta dirigida a los niños en la que preguntaba cuál era el ave que representaba a la Argentina. Se recibieron cuarenta mil cupones con votos y, en primer lugar, con 10.725 votos, quedó el hornero. El resultado fue comunicado a la Asociación Ornitológica del Plata, cuya revista oficial llevaba el nombre "El Hornero".

.....

Por las redes

web: [nidohorneros.com.ar](http://nidohorneros.com.ar)

Instagram: @nidohorneros.

Se puede hacer el seguimiento de la evolución del proyecto.

Facebook:

[facebook.com/nidohorneros](https://facebook.com/nidohorneros)

Twitter: @nidohorneros

El hornero es una especie emblemática de la Argentina, y es considerada como ave nacional desde 1928. Fue protagonista de muchas leyendas y canciones del folclore de América del Sur: de hecho, Atahualpa Yupanki y María Elena Walsh le han dedicado su poesía. Su área de residencia abarca el centro y el noreste de Argentina, Este de Bolivia, Paraguay, Uruguay y Brasil.

El nombre científico es *Furnarius rufus*, y el primer término, que designa al género, remite al horno de barro. El segundo (especie), *rufus*, refiere al color rojizo de su plumaje. El rasgo más característico del hornero es su habilidad como constructor de nidos, que fabrica con barro combinado con fibras vegetales, paja, raíces y ramas pequeñas que va uniendo hasta formar una masa arcillosa. Construye uno nuevo cada año, principalmente en los árboles, pero también en postes de luz o en otras estructuras. Pero algo que intriga a algunos investigadores es que los nidos son asimétricos, tienen la entrada a la izquierda o a la derecha. Entender la razón de esa asimetría fue lo que motivó a Mauricio Nicolás Adreani y Lucía Mentasana, licenciados en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, a diseñar un proyecto de investigación que incluya la participación de los





Algo que intriga a algunos investigadores es entender por qué los nidos son asimétricos (tienen la entrada a la izquierda, o a la derecha).

Y destaca que los datos preliminares indican un predominio de la asimetría hacia la derecha.

“Estamos haciendo correlaciones espaciales para confirmar o descartar que se trata de un factor genético o cultural”, adelanta Adreani.

Si fuera genético o cultural se esperaría que la distribución de la asimetría tuviera diferentes patrones espaciales. Por ejemplo, si fuera puramente genético, habría zonas con predominio de una u otra asimetría hacia los límites del área de distribución. “Tenemos datos preliminares que indicarían que, a cierta escala espacial, hay parches donde la asimetría es hacia la izquierda, y parches donde es hacia la derecha”, indica.

La recolección de datos finalizó en octubre de 2019. Cada uno de los mil cuatrocientos usuarios registrados como voluntarios releva, en promedio, tres nidos. Algunos revisan muchos más. En total, hasta el presente, hay más de 13.400 nidos analizados, de Argentina, Bolivia, Brasil, Uruguay y Paraguay. El área con mayor número de registros de nidos constituye una franja que se extiende desde Mendoza hasta Bahía Blanca.

## Participación ciudadana

“La ciencia ciudadana es una práctica científica que es provechosa para todos”, subraya Mentasana, y detalla: “Para el científico es muy bueno que haya más ojos mirando lo que uno estudia. Además, es una forma de acercar a la sociedad lo que hacemos”.

Por otro lado, el método facilita el acercamiento a la sociedad de cómo trabajan los científicos. Algunos participantes que son docentes llevaron la actividad a los colegios y lo incorporaron para trabajar con los alumnos. “Otros nos dijeron que estaban sorprendidos por la cantidad de aves que hay en la ciudad y que ellos nunca habían advertido”, expresa la investigadora.

Mentasana y Adreani ya están finalizando sus doctorados en Alemania y, luego de una capacitación que realizarán en Austria, se proponen volver a la Argentina. El proyecto Hornero, además de intentar resolver una cuestión científica, es una forma de mantenerse en contacto con su país.

ciudadanos para poder relevar un buen número de nidos en la región.

“Se nos ocurrió el abordaje de ciencia ciudadana porque al ser un ave tan popular, y enraizada en nuestra cultura, pensamos que el público general, y no sólo los científicos, se iban a entusiasmar en colaborar y tratar de generar conocimiento en forma colectiva”, relata Adreani.

Por su parte, Lucía Mentasana comenta que la asimetría puede encontrarse en distintas especies animales, por ejemplo, en los picos de ciertas aves, cuya parte superior se cierra hacia la derecha o la izquierda. También hay asimetrías de comportamiento, por ejemplo, ciertos cuervos utilizan herramientas más de un lado que del otro.

Pero en el caso de los nidos, “la pregunta es si esa asimetría está dada por el comportamiento del macho y de la hembra, si se relaciona con alguna característica del pico, o si se debe simplemente al azar”, afirma Mentasana.

Así fue que esta pareja de investigadores decidieron relevar la mayor cantidad posible de nidos. Y la ciencia ciudadana era la metodología más adecuada, porque ese relevamiento es una tarea imposible de realizar solo por dos personas.

Pero ¿cómo lograr llegada en la sociedad? “Primero generamos una página web y redes sociales para el proyecto, y nos pusimos en contacto con la organización Aves Argentinas, que tiene un alcance

muy grande”, relata Adreani, y agrega: “Para nuestra sorpresa hubo mucho interés también de la prensa, lo que nos ayudó mucho a llegar a las provincias”.

Hasta ahora, en redes sociales (twitter, facebook e instagram), se cuentan unas tres mil personas que siguen el proyecto. En términos de voluntarios que recolectaron datos, suman más de 1.400.

## ¿Azar o necesidad?

Ante la pregunta acerca del porqué de la asimetría en el nido y si hay preferencia por la izquierda o la derecha, los investigadores formularon algunas hipótesis. Una alternativa es que influyan las variables ambientales, como la altura del sitio, o la orientación respecto del Sol.

Para saberlo, los investigadores diseñaron una aplicación que “permite arrimar el bochín a esa primera pregunta”, señala Mentasana. La aplicación tiene ocho preguntas: la primera es si la asimetría es derecha o izquierda. Las otras se vinculan a variables ambientales como la altura del nido, si está en una zona urbana o rural, y hacia qué punto cardinal apunta. Los voluntarios tienen que adjuntar una foto del nido. “Con esta información, primero determinamos si la asimetría es o no al azar. Y después buscamos entender qué puede explicar que haya nidos a la derecha o a la izquierda. Las variables ambientales son las primeras que testeamos”, asegura la investigadora.

Contaminación en aguas

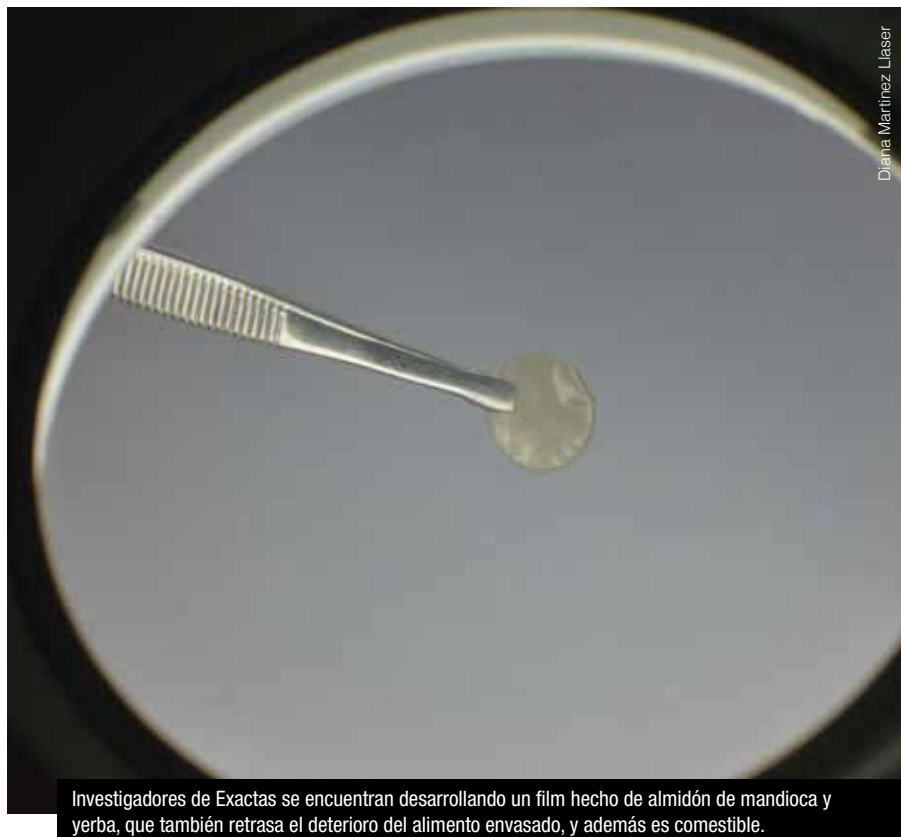
# SOS, basura al agua

Cada minuto se compran un millón de botellas de plástico y, al año, se usan 500.000 millones de bolsas, según datos de las Naciones Unidas. Parte de esta basura va a parar al sistema acuático del planeta, con daños cuantiosos a las especies que allí habitan. El mundo ya sumó cinco islas flotantes de residuos. Mientras se busca adoptar medidas políticas, científicas y científicos de Exactas trabajan en productos para paliar la inquietante contaminación.

Una suave brisa le dio el empujón que necesitaba. Voló apenas unos segundos pero le alcanzó para salir de ese basural a cielo abierto, y acuatizar en un arroyo. Empujada por la corriente llegó al río y deambuló cada vez más rápido. A veces quedaba varada en la costa, hasta que una crecida iba a rescatarla, y la volvía a poner en camino al mar. En esta travesía no estaba sola, muchas pasajeras similares se sumaban a cada paso, mientras que otras se perdían en el fondo, o eran tragadas por animales que las confundían con alimento. A la deriva, naufragaba rumbo al océano, cuando olas marinas la arrojaron a la playa y pasó a ser parte de un relevamiento científico.

Justamente, en Punta Rasa, donde el Río de la Plata se une con el Atlántico, el oceanógrafo Sergio Schmidt y Melina Martínez, ambos de Exactas UBA, recogían, clasificaban y pesaban todos los residuos hallados en una franja de cien metros de costa. Era uno de los tantos estudios de contaminación costera que se llevan a cabo en el mundo y seguía protocolos internacionales. “La sorpresa más grande de ese relevamiento fue la cantidad de objetos enterrados. Uno veía algo chiquito en la superficie, empezaba a tirar, tirar, tirar, y aparecía una lona plástica enorme. Había juguetes por todos lados y ni hablemos de cigarrillos o bolsas”, recuerda Schmidt, aún hoy impactado. “Prácticamente, no había un metro cuadrado de playa libre”, remarca.

Los hallazgos coincidieron con otros resultados observados en la Argentina y en otras partes del planeta. Casi el 80 por ciento de los restos colectados fueron plásticos, y un 7 por ciento cartón, papel y en gran medida colillas de cigarrillo. Un muestrario de nuestros tiempos arrojado a la costa, uno de los lugares más atractivos de cualquier lugar, que deja de ser un sitio de esparcimiento para convertirse en el patio abandonado de atrás. “Cuando uno asigna un uso recreativo a un área, se asegura de mantener la calidad ambiental”, destaca José Dadon, director del Centro de Investigaciones *Gestión de Espacios Costeros* de la Universidad de Buenos Aires (UBA), quien detectó el cierre de las playas a la gente. “De toda la ribera norte, de Vicente López a Tigre, el 70 por ciento está privatizada o es inaccesible al público. Esto significa más rellenos, más concentración de infraestructura,



Diana Martínez | Láser

Investigadores de Exactas se encuentran desarrollando un film hecho de almidón de mandioca y yerba, que también retrasa el deterioro del alimento envasado, y además es comestible.

una costa dedicada al sector inmobiliario, y no a la recreación pública o la preservación ambiental”, agrega.

Tampoco amigable a las visitas son las cinco grandes islas artificiales que el mundo ha sumado últimamente. Una de ellas, entre California y Hawai: el Gran Parche de Basura del Pacífico (GPGP, en inglés), creció hasta casi 16 veces que lo reportado anteriormente, indica un estudio en *Nature*. Hoy, esta masa flotante a la deriva ocupa algo más de la décima parte de Europa, equiparable a la superficie de tres Españas. “En los océanos hay giros de corrientes que van atrapan-do los residuos y no tienen la oportunidad de irse. Así, se forman estas islas, que no se dan en el Mar Argentino y tampoco en el Atlántico Sur”, explica Schmidt, docente de Exactas UBA.

No es de plástico y está deshabitada, pero igual esta isla de Henderson bate récord de residuos por metro cuadrado: 671 contó la bióloga Jennifer Lavers, del Instituto de Estudios Marinos y Antárticos de la Universidad de Tasmania, en ese atolón ubicado entre Nueva Zelanda y Chile. Allí, las corrientes depositan los restos de las ciudades o industrias situadas a 5000 kilómetros de distancia.

Mucho más lejos aun, en la playa Kamilo, de otra isla, la volcánica Hawai, investigaciones realizadas por la Geological Society of America dieron

cuenta de “la aparición de una nueva “piedra”, formada por la mezcla de plástico derretido, sedimentos de playa, fragmentos de lava basáltica y desechos orgánicos”. La denominaron *plastiglomerado*. “Nuestros resultados indican que este material influenciado antropogénicamente tiene un gran potencial para formar un marcador de contaminación humana, que indica la aparición de la época informal del Antropoceno”, señalaron.

Lo que los humanos supimos fabricar, usar y descartar (sin suerte) ¿será aquello que datará nuestra presencia en el planeta? Para el geólogo de Exactas UBA Rubén López, quien monitorea cientos de kilómetros de costas argentinas, los restos plásticos en el registro geológico sedimentario podrían servir para indicar el Antropoceno, así como también “el aumento del polen por la masividad de la agricultura, las explosiones nucleares que han cambiado la relación de los isótopos de carbono, o el aumento del dióxido de carbono por la revolución industrial”, enumera.

La lista de huellas que los humanos dejamos en el planeta es larga, y el futuro dirá cuál será la marca que identifique nuestro paso por la Tierra. Mientras tanto, hoy López, al hacer excavaciones en la playa, no para de registrar plástico. “No hay forma de explicar el daño que está haciendo”, dice, luego de buscar las palabras para hacer comprender

la dimensión del problema. “Antes era muy común tomar una muestra de arena y hallar colillas de cigarrillo; hoy –compara– es la tapita de bebida gaseosa”.

Entre tanta marea plástica, López, encontró un aliado impensado en su trabajo cada vez que da con un envase con fecha de vencimiento, porque le permite datar los espesores de sedimentos que se acumulan por encima de él. “Es un valor agregado al no deseable plástico en la costa”, desliza.

## Ahogados por el plástico

Por un momento, lector, lectora pare de leer y mire a su alrededor. Computadora, celular, mesa, silla y birome son apenas algunos de los virtualmente infinitos usos del maleable plástico. Como material fabricado a partir de combustibles fósiles, tiene más de un siglo, pero su producción se aceleró luego de la Segunda Guerra Mundial. De 2,3 millones de toneladas en 1950, pasó a 448 en 2015, y se prevé que alcanzará los mil millones en 2050.

Imposible imaginar la vida moderna sin él. Facilitó los viajes espaciales, revolucionó la medicina con dispositivos que salvan vidas, permite que el transporte con autos o aviones sea más ligero y menos contaminante al ahorrar combustible. Barato, perdurable y resistente son algunas de sus virtudes que explican su *boom* y que pasaron a convertirse en *boomerang* por su proliferación excesiva, y su difícil degradación, que demora siglos.

“Un tercio de la producción mundial de plástico no es reciclable y al menos ocho millones de toneladas de flujos de plástico se vierten en nuestros océanos y cuerpos de agua cada año terminando en los estómagos de aves, peces, ballenas, y en nuestro suelo y agua. El mundo se está ahogando con el plástico y también nuestras aves, de las que depende tanta vida en la tierra”, dijo Joyce Msuya, directora ejecutiva interina de ONU Medio Ambiente.

Peces que se comen bolsas creyéndolas medusas; aves que mueren de hambre mientras sus estómagos están llenos de plástico no digerible o ballenas atrapadas en redes de pesca es parte del mundo de hoy. También parece haberse logrado un nuevo transporte acuático



Distintas investigaciones están probando el resultado del efecto de hongos sobre las colillas de cigarrillo, como modificar su toxicidad, olor y aspecto, con resultados prometedores.

que se relaciona con el aumento de especies exóticas. “Existen evidencias de que estos residuos (plásticos) están permitiendo que las especies viajen más lejos y habiten nuevos lugares al proporcionar una balsa de larga duración”, advierte Nicola Beaumont, del Laboratorio Marino de Plymouth.

En el largo derrotero por el mar, el plástico sufre desgaste por la luz solar, el viento y las olas que lo descomponen en partículas pequeñas, de menos de 5 mm de ancho, denominadas microplásticos. “Más de 220 especies diferentes ingieren desechos microplásticos en condiciones naturales, muchas de ellas consumidas por humanos, como mejillones, ostras, almejas y camarones”, nota la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO).

¿Qué hemos hecho? “La civilización ha usado el mar como basurero; y todavía aguanta el pobre. ¿Hasta cuándo? Es un buen interrogante”, plantea Schmidt.

## Al rescate

Desde Exactas, diversas iniciativas buscan detener este tsunami de contaminación plástica elaborada con hidrocarburos, y prueban elementos naturales para elaborar films de envoltorio amigables con el medio ambiente. Con tan solo unas cañas de una especie de bambú que crece sin parar en el Delta y cáscaras de batatas, combinados con nanotecnología e impresoras 3D, el equipo a cargo Norma D’Accorso, creó

polímeros que luego de ser usados, se degradan más rápidamente.

Con una muestra del film en la mano, que a simple vista es similar a cualquier plástico comúnmente usado como envoltorio, D’Accorso relata: “Fuimos a colectar caña tacuara al Delta. Pedimos a un carpintero que la cortara y procesara. Primero, obtuvimos celulosa a partir de las fibras y luego nanofibras, a través de un proceso de homogeneización por presión. Elaboramos compuestos con almidones y otros polímeros biodegradables para obtener materiales flexibles. Tratamos de que en ninguno de los procesos queden solventes. Apuntamos a una química verde que no contamine”.

Fino o grueso, transparente o no, este film libera antioxidantes para preservar por más tiempo un alimento. Se trata de un envase que “se puede hacer a través de impresoras 3D, que no necesitan de grandes inversiones y hoy son el futuro”, puntualiza el equipo integrado también por Nancy García y Carlos Rodríguez Ramírez.

Otro logro se ha obtenido desde el Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos, dirigido por Silvia Goyanes. Se trata de un film hecho de almidón de mandioca y yerba, que también retrasa el deterioro del alimento envasado, y además es comestible. “Si el envoltorio es tirado (incorrectamente) a un parque, se degradará en cuestión de semanas, y si

## En esta nota:

Sergio Schmidt, oceanógrafo y docente de Exactas.

José Da don, investigador del CONICET. Director del Centro de Investigaciones Gestión de Espacios Costeros de la UBA. Profesor titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UBA y biólogo de Exactas UBA.

Rubén López, co-director del Grupo de Geología y Geomorfología de Costas de Exactas UBA; y profesor del departamento de Geología.

Norma D'Accorso, directora del Centro de Investigación en Hidratos de Carbono del CONICET en Exactas UBA.

Lucía Fama, doctora en Física, investigadora del CONICET, Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos, Departamento de Física (IFIBA-CONICET). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas UBA)

Isabel Cinto, del Laboratorio de Micología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas UBA).

Nancy Lis García, ingeniera, doctora en materiales, e integrante del Departamento de Química Orgánica, de Exactas UBA.

María del Pilar Nuñez, del Laboratorio de Micología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Exactas UBA).

Melina Martínez, estudiante de Oceanografía de Exactas UBA.

.....  
un pájaro o cualquier animal lo come, no se indigestará. Todos los problemas generados por las bolsas plásticas en los mares o en el suelo –que pueden llegar a ahorcar o asfixiar a las aves–, aquí no se producirían”, subraya Lucía Famá.

También los seres humanos lo pueden consumir sin riesgo alguno. “Hicimos de este material bolsitas contenedoras de yerba que se colocan en el mate (como si fueran saquitos de té) y al colocar agua caliente desaparecerán, sin alterar el sabor”, añade Famá,



Un encuentro sorprendente en los relevamientos costeros en Punta Rasa fue la cantidad de objetos enterrados. Prácticamente, no había un metro cuadrado de playa libre.

Sergio Schmidt/Melina Martínez

quien también trabaja con extracto de albahaca.

En este caso, la aromática planta sirve para elaborar films de empaque, y también como un pequeño fragmento a modo de etiqueta que advierte si el contenido cambia la acidez. “El consumidor, al ver la diferencia de tonalidad, entiende que hay una modificación en el interior del producto. Por eso, se llama envase inteligente”, apunta Famá.

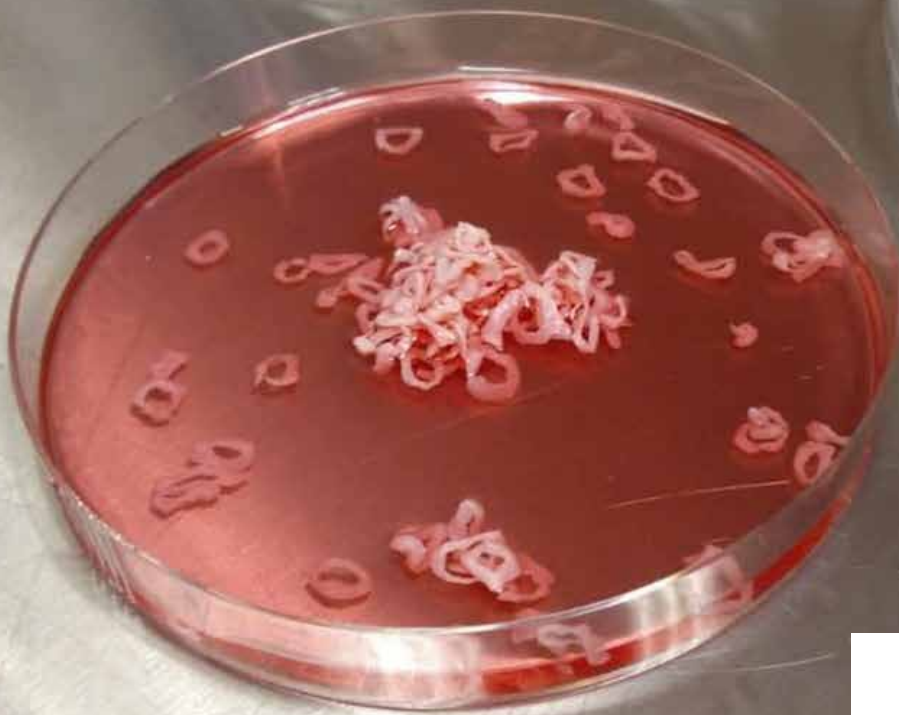
Por otra parte, científicas de Exactas buscan diversos hongos para degradar otro contaminante: las colillas de cigarrillo. “Todo surgió hace un par de años cuando se contactó con nosotros un representante de Econo – una ONG dedicada a confeccionar ceniceros de plástico reciclado para las playas–, preocupado por la contaminación de las costas. Nos consultó qué podíamos hacer al respecto”, historia Isabel Cinto, del Laboratorio de Micología Experimental, dirigido por la doctora Laura Levin. Entre otros hongos, ellas probaron con las sabrosas gírgolas y con una especie del género *Trametes*, traídos desde la selva misionera. “En principio, le quitan a la colilla el olor desagradable y modifican su aspecto amarillo, que se ve blanco. Es decir, estos datos muestran que estos microorganismos algo están transformando”, observa María del Pilar Nuñez. En este sentido, Cinto evalúa: “Todavía debemos seguir probando con distintos

hongos. Pero es un gran paso ver que, por ejemplo, el *Trametes* disminuye la toxicidad de la colilla. Los resultados son muy prometedores”.

Mientras los investigadores buscan alternativas para paliar estos niveles de contaminación, en la misma dirección la Unión Europea prohibió a partir de 2021 los plásticos de un solo uso, como platos, cubiertos, pajitas e hisopos. Y reforzó el principio de “quien contamina, paga”, en particular para el tabaco, con las colillas de cigarrillo, y a los fabricantes de aparejos de pesca, que deberán asumir el coste de la recogida de redes perdidas en el mar.

Cada minuto en el mundo se compra un millón de botellas de plástico y, al año, se usan 500.000 millones de bolsas, según datos de la ONU, que en marzo logró, en la capital de Kenia, consensuar una declaración en la que más de 200 países se comprometen a reducir el uso de plásticos de aquí a 2030.

“Ya hay más microplásticos en los mares que estrellas en nuestra galaxia. De islas remotas al Ártico no queda ningún lugar intacto. Si las tendencias actuales continúan, en 2050 nuestros océanos tendrán más plástico que peces. El mensaje es simple: rechaza el plástico desechable. Rechaza lo que no puede reusarse. Juntos, podemos trazar un camino hacia un mundo más limpio y más verde”, concluye António Guterres, secretario general de la ONU.



Agricultura celular

# Carne de laboratorio

Como toda tecnología emergente, llega con promesas de hacer del mundo un lugar mejor para todos y todas. Sin embargo, una gran parte de lo que promete es engañoso o no tiene sustento científico. Se trata de la producción de tejido muscular a partir del cultivo de células madre. Quieren llamarlo "carne" y venderlo en los supermercados.

Gabriel Stekolschik - gstekol@de.fcen.uba.ar  
Fotos: Gentileza Laura Correa/Craveri.

El crecimiento de la población mundial, en particular de las clases medias urbanas de algunas naciones populosas de Asia, aumenta constantemente la demanda de proteína animal para la alimentación. Al mismo tiempo, se afirma que la respuesta que puede dar el planeta a ese requerimiento creciente está llegando al límite, y se responsabiliza a los modos de producción tradicionales del agotamiento de los recursos naturales y del cambio climático que están amenazando a nuestro mundo.

En este contexto y con diferentes intereses, unos pocos gobiernos, grandes compañías alimenticias y farmacéuticas transnacionales, y algunos de los individuos más ricos del globo aportan fondos multimillonarios a *startups* que apuntan a reemplazar el consumo de carne animal por el de tejido muscular crecido en el laboratorio.

Se promete que este nuevo modo de producción de alimento no solo evitará la matanza de seres vivos para servirlos en un plato sino que, además, reducirá significativamente el uso del suelo, el consumo de energía y agua, y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Los ensayos incluyen a distintas especies: pollos, cerdos, pavos y algunos peces –como la carpa y el atún– son algunos de los animalitos que se ilusionan con un futuro que les posibilite llegar a ser abuelos.

Pero la *vedette* es la vaca. Porque la hamburguesa es un producto de

## En esta nota:

Carolina Blughermann: doctora en Ciencias Biológicas. Directora de Granja Celular, una startup para producir carne en el laboratorio.

Laura Correa: licenciada en Ciencias Biológicas. A cargo del proyecto B.I.F.E., de Laboratorios Craveri, para producir carne en el laboratorio.

Diego Gauna: Licenciado en Economía. Coordinador en el Centro de Investigaciones en Economía y Prospectiva del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Ernesto Viglizzo: Ingeniero Agrónomo doctorado. Investigador del CONICET. Autor líder en informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).



consumo masivo y porque el ganado bovino es considerado responsable –nada menos que– del 11% al 15% de las emisiones totales de los GEI que calientan nuestra atmósfera.

## El nombre de la cosa

Algunas encuestas muestran que la promesa de evitar genocidios o de salvar el planeta no sería suficiente para convencer a los consumidores de que un cultivo celular es más atractivo que un bife de chorizo.

Un trabajo publicado en 2018 en la revista científica *Meat Science* –firmado por Christopher Bryant y Julie Barnett– analiza catorce investigaciones efectuadas en Europa, Estados Unidos y Nueva Zelanda acerca de cómo los ciudadanos aprecian este nuevo producto. Los autores concluyen que “aunque los consumidores perciben inmediatamente los beneficios para el bienestar animal y para el ambiente, es improbable que eso sea central en su decisión de consumo”.

En el mismo sentido, según una encuesta efectuada en 2016 por la alianza Intal-Latinobarómetro, realizada a 20.000 habitantes de 18 países de América Latina, “la carne artificial o sintética solo fue considerada como un invento positivo para el 8% de los latinoamericanos”.

En el camino por lograr la aceptación de este nuevo producto, el *marketing* apuesta a elegir un nombre adecuado: primero fue carne *in vitro*. Después, carne sintética o artificial. Últimamente se

la llama carne cultivada y, también, carne limpia.

Pero el uso de la palabra “carne” irrita a los productores agropecuarios y puede ser un inconveniente cuando lleguen las regulaciones. Por ejemplo, el Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) establece que “se entiende por carne a la parte muscular y tejidos blandos que rodean el esqueleto de la res faenada, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de faena...”

De acuerdo con la “definición” del SENASA, con la nueva tecnología no se estaría produciendo carne. Al menos como se entiende en la Argentina.

## La madre de las hamburguesas

En agosto de 2013, después de cinco años de investigación y de una inversión de 248.000 euros, el equipo dirigido por Mark Post, de la Universidad de Maastrich, Países Bajos, presentó el primer prototipo de hamburguesa fabricada con fibras musculares cultivadas en el laboratorio.

Para elaborarla, los científicos tomaron una muestra muy pequeña –unos 5 mm.– de tejido muscular de una vaca y, de allí, extrajeron las células “satélite” (son células madre que residen en el músculo y que se dedican a reparar daños en el tejido, porque tienen el potencial de transformarse –“diferenciarse”, se dice– en fibras musculares).

Luego, colocaron esas células en recipientes que contienen un líquido (medio de cultivo, se llama) con sustancias químicas que les permiten crecer y multiplicarse. Mediante un proceso continuo, tres semanas después habían obtenido varios millones de células madre.

Finalmente, las transfirieron a otro medio de cultivo cuyos ingredientes las estimularon a diferenciarse en fibras musculares (“tiras” de alrededor de un centímetro de largo y unos pocos milímetros de espesor).

A medida que se iban formando esas tiras, los científicos las guardaban en un *freezer*. Tras varias semanas, lograron cosechar unas 20.000. Entonces, las descongelaron y las compactaron con forma de hamburguesa.

Como las fibras musculares son blancas (la carne es roja por la mioglobina, que es la proteína que almacena el oxígeno en los músculos), para el evento de presentación a la prensa –una degustación– colorearon la hamburguesa con jugo de remolacha. También le agregaron pan rallado, azúcar caramelizada y azafrán para darle textura y sabor.

## Problemas en el establo

Desde aquel acontecimiento *gourmet* hasta ahora, el desafío es abaratar el costo del producto para acercarlo al consumo masivo, lo cual implica la producción a gran escala. Para eso, hacen falta biorreactores, es decir, grandes tanques que puedan contener miles de litros de medio de cultivo con el oxígeno y la temperatura

adecuados para que las células madre puedan proliferar y diferenciarse.

“Estamos tratando de diseñar un biorreactor que permita hacer el escalado. Pero estamos hablando de kilos de carne cultivada y, aunque cueste crearlo, para poder abastecer esa demanda tendríamos que tener un edificio produciendo carne cultivada en cada piso”, ilustra Laura Correa.

La carrera mundial por escalar esta producción a un nivel industrial todavía debe sortear una serie de obstáculos. Uno de ellos es una característica propia de este tipo celular: “Son células que no crecen en suspensión, requieren de una superficie a la cual adherirse. Por eso, el diseño del biorreactor debe incluir *micro-carriers*, como por ejemplo esferitas, que sirvan de sostén a las células”, explica.

Pero aun cuando se logre multiplicar significativamente el número de células satélite, después hay que estimularlas para que se diferencien y formen las fibras musculares: “Ese es, tal vez, uno de los problemas más críticos. Todavía no se pudo pensar el diseño de un biorreactor que lo resuelva”, señala Correa.

Porque, para diferenciarse, las células satélite requieren del contacto físico con una matriz tridimensional: “Nosotros las sembramos y las cultivamos alrededor de un biomaterial. Las células entonces forman anillos. Esa forma circular les da tensión. Las células sienten esa tensión y empiezan a contraerse y a diferenciarse”, cuenta. “Necesitaríamos una máquina que haga esos anillos, porque es un procedimiento manual muy costoso”.

De todos modos, aun cuando se consiga diseñar un bioreactor que integre ambas etapas del proceso (proliferación y diferenciación), todavía persiste un desafío para la producción masiva de tejido muscular: la célula satélite de bovino cultivada *in vitro* solo puede dividirse un número limitado de veces. En otras palabras, para mantener la producción de carne de laboratorio de manera continua, las vacas tendrán que aceptar que, regularmente, se les saque un pedacito de tejido muscular.

## Salvemos las dos vidas

Una de las promesas que enarbola esta nueva tecnología de producción de



alimentos es la de un mundo en el cual dejemos de matar animales para comer. No obstante, aun cuando se logre producir masivamente carne de laboratorio de distintos tipos, las vacas tienen motivos para seguir preocupadas.

Porque el medio de cultivo que se usa para hacer crecer las células madre tiene un componente esencial que, tras varios años de investigación, todavía no pudo ser sustituido: el suero fetal bovino (SFB).

El SFB es un subproducto derivado del faenamiento de vacas preñadas: se obtiene del procesamiento de sangre fetal recolectada higiénicamente mediante la punción cardíaca del nonato después del eviscerado de la madre.

“El SFB siempre es el componente más caro de un medio de cultivo. Es importante eliminarlo si se quiere abaratar el costo”, apunta Carolina Blugermann.

“Nosotros utilizamos SFB en el medio de cultivo. Por ahora es irremplazable. Lo que logramos es disminuir la concentración: arrancamos con un 17% y hoy estamos alrededor del 3%”, informa Correa.

Aun con esa baja concentración, la producción masiva exigirá millones de litros de SFB.

## Villano ambiental

Otra de las promesas que agita esta tecnología emergente es la de los beneficios ambientales. Incluso, se arriesgan estimaciones de cuánto se ahorrará el planeta si aceptamos alimentarnos con carne de laboratorio. Se dice que se utilizará un 45% menos de energía, un 99% menos de suelo, un 96% menos de agua y que se reducirá en un 96% la producción de GEI.

“No hay ciencia detrás de esas cifras. Es publicidad de quienes están vendiendo la tecnología”, dispara Diego Gauna, y justifica: “Hasta que el producto no esté en el mercado y se pueda analizar toda la cadena de producción, no se puede saber cuáles son los efectos de esta nueva tecnología sobre el ambiente y, mucho menos, compararla con la producción tradicional”.

“No se sabe a ciencia cierta si esta opción resolverá el problema de las emisiones de gases invernadero que se atribuyen a las vacas o si generará nuevos problemas no previstos”, consigna Eduardo Viglizzo.

Lo cierto es que hay muchos millones de dólares apostados al desarrollo de esta tecnología y que, en el cruce de intereses, muchos medios de comunicación reproducen –y multiplican– los discursos que exaltan a esta tecnología a la vez que cuestionan la producción y el consumo de carne: “La carne está bajo ataque en términos de comunicación. Hay muchísima animosidad contra la producción de carne”, opina Gauna.

“Se presenta a esta especie doméstica como un ‘villano ambiental’ a combatir”, ilustra Viglizzo.

## A los bifes

Los cuestionamientos a la ganadería bovina no provienen solamente de las organizaciones ambientalistas. También se la objeta desde organismos políticos internacionales, como las Naciones Unidas.

“El calentamiento global es una realidad apremiante. Pero junto a esta verdad irrefutable conviven medias-verdades, mitos y controversias que confunden y desorientan a la opinión pública”, señala Viglizzo, y subraya: “No es en la



emisión sino en el balance de carbono donde debemos poner el foco”.

En este sentido, el experto explica que los sistemas de producción de carne en el norte industrializado son muy diferentes a los de estas latitudes: “En el Sur, los animales están en grandes espacios de pasturas y pastizales que hacen fotosíntesis. Donde hay fotosíntesis hay captura de carbono. Nuestros estudios sugieren que nuestras tierras de pastoreo tienen un potencial de secuestro de carbono que debe ser valorizado. Los sistemas del Norte solo emiten; los del Sur emiten y, a la vez, secuestran. Este no es un hecho menor en nuestro país, donde las pasturas y pastizales cubren más del 80% del territorio nacional con una densidad bovina muy baja. Es decir, potencialmente estaríamos generando un crédito de carbono. En la práctica esto significaría que nuestras tierras tienen capacidad para producir carne y mitigar el efecto invernadero al mismo tiempo”.

En cuanto a la presión de la ganadería sobre la tierra y el agua, Viglizzo aclara: “Estos dos recursos son un problema en países industrializados y densamente poblados. En la Argentina, el sector ganadero no necesita competir por el agua con otros sectores sociales, como el urbano o el industrial, porque la lluvia, en más de un 90%, es el principal insumo”.

Viglizzo critica los cuestionamientos a la producción ganadera pastoril provenientes de organizaciones gubernamentales, ONGs e instituciones académicas y científicas del hemisferio norte y advierte: “Más preocupante aún es que algunas de esas ideas prosperen y se difundan en nuestras universidades sin pasar por el filtro de un juicio crítico previo”.

Finalmente, el experto se pregunta: “¿Los cuestionamientos que recibimos, no inducen a desviar la mirada de los verdaderos responsables de emitir más del 80% de los gases causantes del efecto invernadero, que son los países del norte?”

## En el país de la carne

Para la Argentina, la carne es un activo estratégico y la posibilidad de un cambio de paradigma en el modo de producción es una amenaza para la economía del país. En este contexto, dos *startups* nacionales son pioneras en Latinoamérica en el trabajo con carne de laboratorio.



Una de ellas es Granja Celular, instalada en la Universidad Nacional de San Martín: “Nosotros tenemos dos grandes objetivos. Por un lado, estamos tratando de establecer líneas celulares para conformar un banco donde estén representadas todas las razas argentinas de exportación”, explica Bluguermann. “Por otro lado, para la producción de carne cultivada, estamos experimentando con un tipo celular diferente a las células satélite”, sigue, y completa: “En ambos casos, nos vemos como proveedores de tecnología para quienes quieran producir carne, aunque no descartamos hacer un prototipo de hamburguesa”.

El otro emprendimiento es de Laboratorios Craveri, que tiene más de veinte años de experiencia en ingeniería de tejidos aplicada a la medicina regenerativa: “Nuestro objetivo actual es cultivar células de vaca, cerdo, ave y pez para fabricar salchichas, hamburguesas y *nuggets*”, informa Correa. “A futuro, aprovechando que nosotros trabajamos hace tiempo con tejido adiposo y hueso, podríamos hacer un churrasquito”.

Correa no le teme a la competencia: “Tecnológicamente estamos posicionados como cualquier otra *startup*. Además, una empresa monopólica no va a poder abastecer a todo el mundo. Los desarrollos locales van a ser los más rentables”.

## Futuros posibles

Algunos prometen que la carne de laboratorio estará en los supermercados en 2021. Otros pronostican que el escalado que abarate los costos se logrará recién en 2030. La mayoría de quienes participan en esta carrera apuntan a fabricar alimentos procesados (hamburguesas, salchichas, albóndigas, *nuggets*). Algunos, como la *startup* israelí Aleph Farms, ya hicieron su churrasquito.

Hay quienes imaginan que llegará el día en que el biorreactor será un electrodoméstico más que convivirá con la cafetera en la mesada de la cocina, y que compraremos las células madre y el medio de cultivo en un negocio del barrio, y que fabricaremos las hamburguesas en casa.

También se conjetura que la nueva forma de producción permitirá fabricar “carne a medida” porque –se dice– se podrán crear hamburguesas con perfiles nutricionales definidos. Por ejemplo, con más o menos grasa, vitaminas o minerales.

En cualquier caso, según parece, las vacas seguirán poniendo el lomo: todos los actores involucrados coinciden en que la nueva tecnología convivirá por siempre con la producción tradicional. En el corto y mediano plazo, porque ninguna de las dos, por sí sola, será capaz de satisfacer la demanda creciente de proteína animal. En el largo plazo, si la nueva tecnología reduce sus costos y se impone masivamente, se augura que la producción ganadera se reconvertirá y apuntará a un nicho de mercado de clases altas que busquen en la carne un producto exclusivo y con los atributos naturales de sabor y textura.

En definitiva, por ahora, son promesas y visiones, dos componentes que siempre vienen empaquetados con las tecnologías emergentes. Porque sirven para generar expectativas, un elemento necesario para construir un futuro deseable. “Diciendo” que el mundo será mejor para todos y todas, las nuevas tecnologías se legitiman, atraen el interés y fomentan la inversión.

Entretanto, lo real es que, así como van las cosas, el mundo va a requerir de más proteína animal para la alimentación. Eso dicen.



Mario Bunge

# El último ilustrado

Con cien años cumplidos, falleció Mario Bunge. Nos deja un enorme legado: un sistema filosófico meticulosamente basado en el conocimiento científico. Tres investigadores que trabajaron con él describen los alcances de una personalidad única.

Pablo Taranto - tarantopablo@gmail.com  
Fotos: Archivo Exactas UBA

En el prefacio de *El Último Ilustrado*, el libro que Eudeba publicó en 2019 en homenaje a Mario Bunge, se señala el vínculo entre dos efemérides notables de ese año: los quinientos que se cumplieron en mayo de la muerte de Leonardo da Vinci y los cien a los que había llegado, en septiembre, extraordinariamente lúcido y siempre fecundo, el destacado filósofo, físico y epistemólogo argentino. La conexión es evidente. A semejanza del polímata florentino, Bunge —que falleció en Montreal, Canadá, el pasado 24 de febrero, al cabo de un siglo de inagotables reflexiones que volcó en más de 50 libros y medio millar de artículos— hizo un aporte a las ciencias y a la filosofía del conocimiento que recorrió todo el catálogo del pensamiento humano, sin reconocer fronteras. Durante décadas, avanzó afanosamente en la búsqueda de un sistema filosófico que lo explicara todo, a la manera de los pensadores clásicos, combatiendo sin tregua aquellas manifestaciones en las que no hace pie el método científico, el pilar sobre el que edificó toda su producción intelectual.

Para repasar la prolífica obra y la cautivante personalidad de Mario Bunge, Exactamente habló con tres investigadores que lo trataron asiduamente en el último tramo de su vida, entre ellos, el biólogo Javier López de Casenave, quien coordinó las seis ediciones del Seminario de Filosofía de la Ciencia que entre 2010 y 2015 animó Bunge en la Facultad de Ciencias y Exactas y Naturales de la UBA.

“Mario Bunge es una personalidad muy compleja en sus aportes, pero que además cumplió cien años manteniendo siempre una absoluta vigencia, es decir, que arrancó muy joven y no paró nunca —comienza Casenave—. Lo central en esa obra tan vasta, a mi juicio, es ese maridaje que construyó desde el principio entre ciencia y filosofía. De hecho, Bunge decidió estudiar física para tener herramientas que le permitieran abordar el análisis de lo filosófico con fundamentos científicos, y ya con un doctorado en física se vio interpelado precisamente por problemas físicos que eran de orden filosófico. Es en ese momento cuando abandona la investigación en física y comienza a trabajar en lo que es su aporte fundamental: crear un sistema filosófico”.

Durante cien o más años, los filósofos profesionales han hecho filosofía de un



Archivo Exactas UBA

modo muy específico, sobre problemas puntuales, o bien revisan los postulados de filósofos anteriores. “En cierta medida, lo mismo que hacemos los científicos —dice Casenave—, porque así es el desarrollo actual de estas disciplinas. Pero Bunge era un filósofo a la antigua. Construyó un sistema, un modo integral de aproximarse a los problemas filosóficos, fuertemente basado en la ciencia, en la manera en que los científicos trabajamos. Su *Tratado de Filosofía Básica*, en ocho volúmenes, abarca la ontología, la gnoseología, la epistemología, la filosofía de la técnica, la ética. Lo único que no incluyó fue una estética. Y su sistema filosófico, a diferencia de otros que están más separados de la ciencia, al científico le sirve porque habla su mismo idioma, le da fundamentos, le clarifica las ideas”.

Casenave señala que los círculos filosóficos contemporáneos, sobre todo en la Argentina, “lo han negado a Bunge. Aquí siempre fue muy resistido, y en muchos casos mal interpretado: lo acusaron de positivista y no lo era, lo acusaron de dogmático y claramente nunca lo fue, siempre estuvo dispuesto a revisar sus argumentos, sobre todo en cuestiones políticas. Lo cierto es que él no se callaba nunca, lo que pensaba lo sostenía, contra quien fuera. Y durante mucho tiempo ese fue casi un ejercicio habitual para sus entrevistadores: en vez de hurgar un poco más en su sistema filosófico, sabiendo de su inclinación a la polémica, le preguntaban por el psicoanálisis, la homeopatía o el posmodernismo”.

Mario Bunge donó su archivo personal a la Facultad de Ciencias Exactas, y en ese cúmulo de correspondencia se ve con asombro con quiénes mantenía un contacto permanente. “Con Karl Popper, por ejemplo, discutía en los simposios y la seguía luego por carta, y con un montón de pensadores que fueron sus contemporáneos y hoy están en los libros de historia científica. Quizás eso sea lo increíble de Bunge: su longevidad y, sobre todo, la privilegiada lucidez que tuvo hasta el último momento —concluye Casenave—. Una personalidad así, piensa uno, es difícil que vuelva a repetirse”.

“Era una extraordinaria máquina de trabajar y de pensar —lo describe el matemático Pablo Jacovkis, ex decano de Exactas, ex titular del CONICET, hoy secretario de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Tres de Febrero—. Pensemos que tenía 19 años cuando fundó la Universidad Obrera Argentina. En el año ‘44 publicó un artículo en *Physical Review* y un año después una letter en *Nature*, el olimpo de las ciencias exactas y naturales, sin tener ningún título y viniendo de un país sin gran tradición científica. Y ya dirigía *Minerva*, una revista de filosofía latinoamericana”.

Jacovkis repasa las memorias de Bunge y cuenta que “no quería estudiar filosofía en la UBA porque estaba completamente en desacuerdo con las corrientes filosóficas que se enseñaban

La información de todas las charlas ofrecidas en el marco del Seminario de Filosofía de la Ciencia coordinado por Mario Bunge en Exactas entre 2010 y 2015 se encuentra en el siguiente link: [bit.ly/SeminarioBunge](http://bit.ly/SeminarioBunge)

aquí. Siempre fue muy drástico en sus pareceres. Estaba siempre dispuesto a discutir todas las opiniones, pero, claro, tenía las suyas. Se oponía, por ejemplo, a la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica”.

“Fundamentalmente –define Jacovkis–, era un filósofo de la ciencia, un epistemólogo. No desarrolló avances en investigación científica *per se*, sino que lo que hizo fue analizar, desde un punto de vista muy personal y original, todos los problemas básicos de la filosofía de la ciencia. Y por su formación en física unía, a una fuerte impronta filosófica, una importante base científica. En ese sentido, Mario se quejaba de la falta de pensadores que tuvieran una visión holística, global. Lo cual es inevitable en la ciencia, que se ha convertido en una actividad masiva y en la que hay mucha gente normal, quiero decir, que de un modo perfectamente razonable se dedica a investigaciones muy específicas, y en la que los genios, los que se destacan en varias cosas distintas, escasean. Entonces no son muchos los que pueden hacer lo que hizo Mario, esto de ir de la filosofía a la física para procurarse las herramientas científicas que le permitieran hacer filosofía”.

“Mario fue una persona de intereses extraordinariamente amplios, pero siempre centrados en la ciencia, y su legado es extremadamente vasto”, coincide Gustavo Romero, físico de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata, que trató largos años a Bunge y organizó, en septiembre de 2015, el 1<sup>er</sup> Encuentro Latinoamericano de Filosofía Científica, una suerte de homenaje en vida que lo devolvió, por un par de días, a los claustros de la Facultad de Filosofía y Letras que medio siglo antes le había dado la espalda.



Archivo Exactas UBA

“Primero estudió física, pero al mismo tiempo, de forma autodidacta, estudiaba filosofía –explica Romero–, y procuraba responder las preguntas filosóficas que le surgían como consecuencia de su investigación científica. Eso lo llevó a atender problemas de tipo ontológico: qué es la causalidad, qué lugar ocupa la intuición en la investigación científica, qué es una ley natural o cómo se definen las propiedades de las cosas. Y ese es el germen de su tarea posterior, cuando empieza a trazar todo un amplio proyecto de investigación filosófica inspirada por la ciencia, consistente con la ciencia, pero que en cierto modo es independiente de la investigación científica, es filosofía pura. Toda esa tarea de reflexión quedó reunida en el *Tratado de filosofía básica*, que desarrolla un sistema completo de filosofía de la naturaleza en el sentido en que lo hicieron los grandes filósofos como Spinoza, Leibniz o Descartes, un sistema que abarca desde la representación de la realidad y la naturaleza de las cosas que existen hasta la gnoseología y la ética”.

Romero también señala la fuerte especialización de la filosofía contemporánea, tendencia común a las ciencias físicas, y sostiene que “una visión global que integrara las distintas áreas del pensamiento, como la que desarrolló Bunge, es algo que prácticamente no se había visto en el siglo XX. Ese es, creo, uno de sus grandes méritos. En una época en que la presión de publicar rápido

sobre cuestiones muy específicas, en la que el especialista tiende a ser una persona que sabe todo sobre esencialmente nada, Mario tuvo la enorme capacidad de pensar un sistema filosófico que fuera como una guía útil para quienes trabajan en prácticamente cualquier rama de la investigación. Si tuviera que sintetizarlo en una palabra, es una obra de una enorme generosidad, cuyo último volumen, que finalizó en 1989, está dedicado a la ética, lo que lo dejó en el umbral de otros problemas, que son los de las ciencias sociales, la política, el desafío de llevar racionalidad y rigor a ese ámbito, tarea a la que dedicó los siguientes veinte años”.

Vigencia y polémica son también, para Romero, datos centrales para situar a Bunge en el escenario global de la filosofía. “Pensemos que fue contemporáneo de Bertrand Russell, que tuvo interacción personal con filósofos como Rudolf Carnap o Popper, y que también se peleó con todos ellos, porque Mario era una persona que, como suele decirse, no tenía filtro, decía lo que tenía que decir, pero siempre con una gran honestidad intelectual. Entiendo que ese modo de ir al choque le jugó en contra, sobre todo en el ámbito filosófico anglosajón, donde rara vez se lo cita. Habrá que esperar que pase el tiempo y se aquieten las aguas, porque más allá de cada personalidad, la obra permanece.”



## El Seminario de Filosofía de la Ciencia en Exactas (2010-2015)

Javier López de Casenave

Mario Bunge había accedido a un cargo docente en Exactas en 1948 y se convirtió en Profesor Titular en 1956. Se fue del país en 1963, pero siempre reconocía que sus lazos con la Facultad seguían siendo fuertes. Sin embargo, tardaría varias décadas en volver a establecer una relación formal y duradera. Una entrada en su libro de memorias refiere a este hecho: “Desde hace unos años (...) hemos armado el Seminario de Filosofía de la Ciencia que ha estado funcionando un mes por año en la Facultad de Ciencias de Buenos Aires, desde 2010”. En efecto, con una sorprendente vitalidad, a los 91 años se empeñaría en organizar (y participar de) una serie de reuniones periódicas ofrecidas ininterrumpidamente durante un mes hasta 2015, con gran repercusión, en Exactas (la que él siempre consideró su “Facultad de Ciencias”).

El primer paso fue el dictado de una conferencia en Exactas en marzo de 2010, durante un viaje que realizó al país. La conferencia fue un éxito y surgió la posibilidad de que pasara más tiempo en Buenos Aires, ligado de alguna manera a la Facultad. Después de barajar distintas alternativas, se afianzó la idea del seminario: cuatro encuentros semanales a lo largo de un mes. El propósito general era alentar la investigación y la difusión de la epistemología procientífica, y sus objetivos, mostrar que hay problemas filosóficos más o menos escondidos en todos los campos, y animar a la gente a discutir sobre ellos.

En el expediente N°498938 de la Facultad (que contiene todos los trámites asociados a sus seis visitas), con fecha de septiembre de 2010, figura el pedido de “designación del Dr. Mario Augusto Bunge como Profesor Visitante de esta casa de estudios”.

La estructura del seminario era simple. Cada encuentro semanal incluía una exposición corta en la que se desarrollaba un problema relativamente sencillo (para “sembrar” el tema y seguir pensando) y una charla central de mayor duración, con un debate posterior. Como decía Mario, se ofrecía un menú compuesto por entrada

(exposición de 15 minutos), plato principal (45 minutos) y postre (discusión de una hora). Para participar no había cupo ni arancel, no había que inscribirse ni avisar y sólo se necesitaba buena predisposición para escuchar, opinar, criticar, aprender...

Durante seis años, los encuentros se desarrollaron en el mismo lugar (el aula 8 del subsuelo del Pabellón 2) y a la misma hora (de 18 a 20). La única excepción: el 21 de septiembre de 2011, coincidiendo con el cumpleaños 92 de Mario, la Facultad estaba cerrada por asueto y hubo que reunirse en un aula de la Planta Baja. Las dificultades organizativas y financieras siempre acecharon al seminario, pero en 2016 ya no se pudieron cubrir los costos asociados a la visita de Mario: la sexta temporada había sido la última.

Mario aprovechó cada una de sus estancias para desarrollar innumerables actividades: conferencias y reuniones en distintos ámbitos, reencuentros con amigos y colegas. Haciendo base en Buenos Aires, visitó muchas ciudades del país y del exterior. Más allá de lo que representó el seminario en sí, hubo varias consecuencias concretas derivadas de su presencia en la Argentina: la publicación de su libro de memorias, la donación de su archivo personal a la Facultad, y la organización del 1<sup>er</sup> Encuentro Latinoamericano de Filosofía Científica (en su homenaje) en el Centro Cultural Paco Urondo.

Pero los alcances de la presencia física de Mario en Buenos Aires exceden a aquellos acontecimientos, en especial por lo que significaron esas visitas para quienes pudieron aprovecharlas de primera mano. Para él también fue significativo. Cuando hace poco lo consulté sobre aquellas reuniones, me decía: “El seminario tuvo mucha importancia para mí, porque me dio la oportunidad de discutir algunas ideas con personas de buena formación, interesadas en cuestiones abstractas, que sólo se encuentran en centros científicos. Lástima que esas reuniones se terminaron. Esperemos que se reanuden cuando vuelva a asomar el sol”.

EXACTamente se vuelve digital

# Un salto imprescindible, una despedida incómoda



Armando Doria – mando@de.fcen.uba.ar  
Imagen: Gerd Altmann

Fue a fines de 1994 cuando la revista EXACTamente fue entregada, por primera vez, en una pila de disquets a una imprenta del barrio porteño de Barracas. En diciembre llegó en cajas, ya hecha papel, al subsuelo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, su casa. Estaba impresa en blanco y negro, como era usual y posible por los costos. Tapas laqueadas a todo color como distinción. Y ese olor a tinta fresca... inigualable para los que estamos en el medio gráfico desde aquellos viejos tiempos.

## Llegó el correo

Con diferentes estrategias que fueron cambiando a lo largo de los años, EXACTamente comenzó a llegar a manos de los docentes de las escuelas secundarias y profesorado de ciencias del AMBA y algunos puntos del interior del país, y también a las bibliotecas, y

algunas instituciones científicas y educativas. Desde ese entonces, el correo se llevaba de la Facultad las cajas con ejemplares que serían embolsados, etiquetados, distribuidos y entregados en forma gratuita. El lote más grande de revistas estaba dirigido a profesores y profesoras de ciencias con el deseo de que el material pudiera ser utilizado en el aula, asociado a algún tramo de la currícula. Por supuesto que las aventuras de la circulación por correo físico podían deparar desencuentros: no todas las escuelas tienen portería activa durante todo el día, no todas las escuelas tienen sala de profesores de ciencias, no todas las escuelas tienen hemerotecas. Pero la insistencia produjo que para muchas y muchos docentes la revista se convirtiera en materia deseable, esperada. Y eso parece no haber cambiado, aunque muchas otras cosas sí cambiaron.

## Cambios extraños

Como dijo un crítico cultural, “todo lo sólido se desvanece en el aire”. Y, de a poco, así ocurrió con el papel. El imperio de la comunicación escrita parecía inmutable frente al avance tecnológico y el establecimiento de los medios audiovisuales. Los canales de cable escalaron su influencia a principios de los años 90, la difusión por medio de la televisión parecía comerse todos los recursos de las empresas de medios masivos de comunicación. Incluso la radio tembló. Recordemos que el primer videoclip que emitió el canal MTV fue eminentemente declarativo: “Video killed the radio star” (El video mató a la estrella de la radio, del grupo británico *The Buggles*). Sin embargo, la radio sigue siendo central en la vida cotidiana y en la economía de las empresas de comunicación, y MTV sigue siendo solo un canal de cable, allá lejos en la grilla. ¿Y las publicaciones

en papel? Sobrevivieron a esa embestida. Y no solo eso, en los años 90 y principios de los 2000 las ventas de las revistas y los diarios ascendieron y “las tapas” expuestas en los kioscos de revistas se convirtieron en fuertes herramientas de acción ciudadana y política. Todo parecía indicar que la prensa gráfica en papel, más allá de los vaivenes, se conservaría inalterable. Claro que llegó Internet y con ella la virtualidad que puso en crisis – además de a nuestras propia tradición cultural– a casi todo el mundo editorial, que en poco tiempo no tuvo más opción que adaptarse o desaparecer.

## En eso estamos

De a poco, y sin pausa, fuimos estableciendo los distintos canales de comunicación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en plataformas digitales y el nervio de la conexión con la comunidad pasó a estar en las redes sociales. Una de las principales publicaciones de Exactas UBA fue nativa digital: el sitio *NEXciencia*. Y la señera publicación *El Cable* –central en la comunicación interna desde la década de 1980– se reconvirtió en una sección del sitio web oficial, integrada a Instagram, Twitter, YouTube y Facebook.

Y ahora, el inevitable turno de *EXACTamente*. Después de un largo análisis, de estudiarlo con todo nuestro equipo de comunicación, de charlas con los integrantes y las integrantes de la Facultad, decidimos dar el giro y convertir a esta revista en un producto digital, que no es lo mismo que trasladar lo que hoy es *EXACTamente* a una plataforma virtual. El público (los usuarios, mejor dicho), el registro narrativo, los tiempos de lectura, las posibilidades hipertextuales y de difusión ofrecen una amplia variedad de alternativas en el mundo digital y permiten establecer estrategias que favorezcan el medio. Pero es necesario tener en cuenta posibilidades de conectividad, eficiencia de carga, formatos de los dispositivos mediante los cuales se accederá: nada parecido a convertir este ejemplar que tiene usted en la mano en un archivo PDF y subirlo a un directorio de Internet. Nada que ver.



Boceto del sitio web de EXACTamente que se encuentra en desarrollo.

## Camino a un nuevo perfil

Cuando el entorno nos exige cambios es más fácil, quizás, profundizar y poner en crisis lo que hacemos, acompañando esa inercia. Al analizar a *EXACTamente* como un elemento más de la constelación de canales de Exactas UBA, comenzamos a repensar la revista también en relación con sus contenidos. Vale recordar que la Facultad cuenta con su sitio web que incluye un apartado de noticias institucionales; con el sitio *NEXciencia*, de popularización del conocimiento científico y con los contenidos propios de las redes sociales oficiales. Dentro de esa estructura existe *EXACTamente*. ¿Cómo no repetirse? ¿Cómo dar entidad propia a la revista? La idea fue la de volver a los objetivos iniciales definidos durante su creación, una publicación que comparta la palabra de la Facultad con el resto de los actores sociales, con científicos y científicas de otras instituciones, con docentes de todos los niveles, con tomadoras y tomadores de decisión, con estudiantes. La idea es que el sitio presente aquello que es Exactas, lo que tiene su gente para aportar al diálogo sobre la educación y la investigación, sobre política universitaria y sobre todos los temas particulares que se abordan en los laboratorios y oficinas de la Facultad cada día. Y que pueda llegar muchísimo más allá que a las tres mil personas que recibían la revista en sus manos; de manera más dinámica, más compartible y con un diseño que acompañe a nuestra época.

## Adiós papel, hola coronavirus

En la retirada del papel, nos chocamos con una pandemia mundial única en su género y especie. El contenido de la revista que hoy tiene usted en sus manos fue pensado mucho antes de la llegada de la Covid-19 y, por lo tanto, quedó fuera de tiempo, sin consideración alguna sobre los aportes de nuestra Facultad y de la ciencia en general en los intentos por combatir los efectos y la diseminación del coronavirus. Nada de eso va a encontrar en este número de *EXACTamente*, en este último número. Y, de alguna manera, pese a que esa ausencia suena extraña en un planeta dominado por la información sobre la enfermedad, también denota una característica de la propuesta editorial: *EXACTamente* no es una revista en papel asociada a la agenda de novedades ni tampoco lo será *EXACTamente* en su nueva versión.

Mientras nos preparamos para dar el salto a la plataforma digital, mientras terminamos de delinear contenidos y formatos, y seguimos reflexionando sobre nuestros canales de comunicación, esperamos que el conocimiento científico, el desarrollo tecnológico, las políticas públicas basadas en evidencia y la reflexión de los pueblos activen su sinergia para que podamos salir lo más airoso posible del tremendo berenjenal en donde nos supimos meter.

María Eugenia Suárez

# La-husek

Más de diez años adentrándose en el bosque del Chaco salteño de la mano de sus pobladores nativos, tomando nota de cada uno de los 900 usos dados por la comunidad a 183 plantas y 35 hongos. Las marcas de su objetivo están sintetizadas en una de las dedicatorias en su libro de tesis: *“A mis amigos y colegas wichís, les devuelvo lo aprendido con el más sentido deseo de que la buena voluntad de su mundo llene de buena voluntad al mundo”*.

Cecilia Draghi - cdraghi@de.fcen.uba.ar  
Fotos: Gentileza María Eugenia Suárez







El descubrimiento de la etnobiología, una disciplina que desconocía, permitió a María Eugenia dar sentido a su vocación y a su futuro.

No hay acuerdo entre los antropólogos sobre cómo traducirlo, aunque todos coinciden en que es un concepto clave entre los wichís: *La-husek*. Su significado se acerca a “esencia vital”, “alma”, “voluntad” o “buena voluntad”. Es eso, que no es poco, pero aun es más. Guarda el sentido de los valores supremos de esta comunidad indígena, hoy con más de 50 mil habitantes, en el Gran Chaco Argentino. Esta planicie interminable contiene el segundo sistema boscoso de Sudamérica, luego de Amazonia, que también, está acechada por deforestaciones y otros riesgos.

En la metropolitana Ciudad Universitaria, por el año 2004, ella era una testista doctoral en busca de tema para estudiar. No podía encontrarlo porque no sabía de su existencia. “De casualidad o no –dice– me llegó un libro: *Aprendiz de chamán*, del etnobotánico estadounidense Mark Plotkin”. Allí, por primera vez, quien hoy dirige el Grupo de Etnobiología en Exactas, escuchó sobre la disciplina que daría sentido a su vocación y a todo su futuro.

Si bien tras su descubrimiento de la etnobiología ella ya sabía qué quería, le sobraban dudas sobre cómo hacerlo. ¿Había alguien en la Argentina dedicado a esto?, se preguntó. Todas las referencias la llevaron a Pastor Arenas, pionero en este terreno en el país. “María Eugenia Suárez se acercó a nuestro grupo de trabajo –recuerda él– con ideas difusas y casi sin conocimientos en la materia”, porque no se dictaba entonces en la carrera de

Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Ella no se amilanó y estudió e investigó por años, hasta concluir su tesis. Este documento publicado en un libro es para Arenas una muestra de “cuánto se puede lograr cuando se pone voluntad y energía para concretar los propósitos”. *La-husek*, en otras palabras.

El destino elegido para la tarea fue una pequeña ciudad en el Chaco salteño, “donde tanto los wichís como la gente del pueblo eran hospitalarios, alegres y abiertos, es decir, un ambiente cálido para que una joven universitaria pudiera iniciarse en una tarea solitaria”, evaluó Arenas, quien fue su director de tesis. Llegó sola al sitio llamado oficialmente Coronel Juan Solá, aunque más conocido por su estación Morillo, de un tren fantasma, que había dejado de funcionar como tantos de la Argentina.

En ese primer viaje, a ella le costó más de seis horas de combi recorrer 180 kilómetros de una ruta de tierra. “Hoy, está pavimentada”, destaca María Eugenia no tanto como un progreso, sino como una señal que marca otros tiempos. “En la última década fue un cambio vertiginoso con el modelo agroindustrial, que varió el entorno de una manera abrumadora, medio terrorífica”, sentencia. En la lista de perjuicios enumera: la modificación del bosque nativo, con un deterioro de base de los siglos previos por la tala selectiva de especies como el quebracho colorado y otras maderas duras; y la introducción, a fines del siglo

XVIII, de ganado foráneo, como vacas y ovejas, entre otros. “Todo esto hace que los bosques del Chaco estén complicados”, manifiesta con dolor y sin ocultar su malestar.

## Rara, como encendida

*La-husek* estaba encendida en ella cuando comenzó este camino en 2005 en Morillo. “El primer día, hace catorce años, fue muy especial –ríe–. Extraño, podríamos decir. Me sentí rara, pero rara bien”. Tomás Ortiz, cacique de una comunidad llamada La Represa, le dio la bienvenida a esa forastera bonaerense, quien se sabía bicho raro. No era la única, sino la última de una larga lista de visitantes. Ellos están bastante acostumbrados a recibir gente como antropólogos, médicos y misioneros, entre otros. En la zona hay varias iglesias, desde los anglicanos, católicos y, en los últimos tiempos, muchos evangélicos, según describe.

Quizás lo extraño era que se quedaría mucho tiempo a convivir con ellos y con un fin distinto. “Es como una situación inversa la mía. La idea es compartir conocimientos de un lado y del otro. Es una ida y vuelta. Pero sobre todo, yo voy a aprender, no voy a enseñarles. Al contrario, busco comprender cómo ellos ven al mundo, cómo lo conciben, cómo se vinculan con la naturaleza. Ahí, uno se da cuenta de que sabe muy poco”, reconoce. A veces, incursionar en otro universo es un camino para descubrir cuánto se ignora del propio.



“Mi trabajo consiste en la sistematización de conocimientos, el registro para generaciones jóvenes y futuras. La gente de la comunidad me remarca la importancia de dar a conocer sus saberes hacia el exterior”.

Ortiz, como auténtico montaraz, o sea, criado monte adentro, es un sabedor exquisito de la parte del planeta que lo vio nacer. Él tenía la tarea de abrir las puertas del bosque. De a poco, paso a paso, el mundo académico occidental y el vernáculo wichí caminaban a la par por el monte. Hablaban de plantas, hongos, comidas, costumbres, emociones, al tiempo que estaban descifrando –si eso es posible– sus *husek*, o, al menos, probando la buena voluntad del otro. Salían juntos, pero nunca solos, porque una mujer no puede quedar a solas con un hombre si no es su pareja. Siempre debe haber la compañía de un tercero. Es una norma no escrita del mundo wichí. Y, en verdad, nada lo está, porque es una cultura ágrafa. “Su conocimiento es oral. Mi trabajo consiste en la sistematización de conocimientos, el registro para generaciones jóvenes y futuras. Esto es una de las cosas que más les interesa a ellos. La gente de la comunidad me remarca la importancia de dar a conocer sus saberes hacia el exterior”, recalca.

Con su cuaderno de campo, María Eugenia toma nota de todo lo que observa y escucha. Filémon Pino, de la comunidad wichí “Misión Los Baldes”, le muestra la rama de una planta que se consume en caso de vómitos e indica: “Esto se debe entreverar con azúcar y harina. Se hace como un *tostao*”. ¿Cuántas hojitas?, le consulta ella, y él contesta: “Por lo menos

tres”. Cada testimonio es recopilado, cada ejemplar es colectado, numerado y guardado en folios especiales, *vouchers*, para conservarlos y, por último, identificarlos, ya de vuelta en el laboratorio.

Cargada con machete, pala, tijeras para juntar el material y “bolsas por si encuentro hongos”, ella comienza su día de campaña. En verano, a eso de las 6 hasta las 10, porque a la tarde puede alcanzar los 50 grados y pico de sensación térmica. “Es un infierno. Cada vez es peor. Con la deforestación el calor pega, porque no hay tanto bosque para hacer frente a los vientos del norte, del Paraguay”, arde de malestar. A veces vuelve al monte a las 17 hasta las 21. Al mediodía, aprovecha para acomodar el herbario, o dormir una siesta.

## De peligros y refugios

“Todo lleva más tiempo en los primeros viajes hasta que te conocen y mostrás tus verdaderas intenciones”, advierte. Campaña tras campaña, de uno o dos meses al año, aumenta la confianza. Tan importante como ir, es volver. “Ellos te abren su hogar, y es una falta de respeto prometer regresar y no hacerlo. Esto les pasa mucho, según te dicen”, indica. María Eugenia retornó una y otra vez. Al principio, llegó sola, luego con su pareja; embarazada, una y dos veces; con sus hijos hoy de 6 y 11 años, con su madre y hermana. “Es un transcurrir”, define.

Con una profunda familiaridad por la comunidad wichí, ella suele alojarse cerca, pero de modo independiente. “En general, me quedo en una carpa, que armo donde me sugieren. Me da autonomía y al cerrarla no debo preocuparme por si entra una vinchuca o una serpiente mientras duermo”, narra. Si bien se siente resguardada de algunos peligros, nunca se está del todo segura. A veces, la más temible yará o coral como se ha topado en el monte, es menos molesta que diminutos parásitos. “Con la introducción del ganado, una de las cosas más terribles son las garrapatas. Hoy –relata–, es muy difícil sentarse en el suelo de las aldeas, porque te pican”.

Cuando al amanecer se visualiza la constelación de las Pléyades, es el inicio de un nuevo año en el mundo wichí. Esto ocurre a inicios de julio y tiene cuatro estaciones, marcadas por la abundancia y escasez. En todas las épocas, ella fue a tomar registro de la botánica del bosque y tras entrevistar a medio centenar de pobladores logró recopilar información sobre los 900 usos dados por la comunidad a 183 plantas y 35 hongos. Obsesiva en chequear y contrastar, “porque una misma especie puede tener distintos nombres, pues en un mismo pueblo viven comunidades con diferente dialecto”, aclara.

Cuidadosa de las palabras, no le gusta ser vista como traductora de la cultura wichí al mundo científico occidental,

## Ella es

María Eugenia Suárez, directora del Grupo de Etnobiología que cobró vida en el Laboratorio de Micología Experimental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, docente e investigadora del CONICET en el Instituto de Micología y Botánica (INMIBO).



"En general, me quedo en una carpa, que armo donde me sugieren. Me da autonomía y al cerrarla no debo preocuparme por si entra una vinchuca o una serpiente mientras duermo"

sino que prefiere la interlocución entre ambos. A su entender, cada uno es un sistema coherente en sí mismo, con categorías muy diferentes, que le han provocado más de un dolor de cabeza. "En Exactas, cuando uno estudia el sistema clasificatorio de una especie, ésta pertenece a un género, y el género está dentro de una familia y de un orden; y, si está en un grupo, no puede estar en el otro al mismo tiempo, son excluyentes. Pero en las clasificaciones indígenas, en general, esto no es así. Entonces, hay que romper la estructura mental que uno tiene para entender cómo lo ven ellos", compara.

## Espíritus del bosque

En este primer compendio etnobotánico sobre el bosque y la cultura wichí cada una de las plantas mostraba un promedio de casi cinco aplicaciones ya sean medicinales, alimenticias, como materiales de construcción de viviendas, tinturas textiles, ornamentales, entre otros. En tanto, el "yuchán" (*Ceiba chodatii*) acaparaba los primeros puestos al reunir un total de 37 usos. Sus espinas, flores y hojas son usadas para calmar cefaleas y tos, según cuentan que aprendieron de los criollos locales. El tronco, si se encuentra ahuecado, sirve de refugio a los transeúntes del monte, y su madera adquiere forma de distintos utensilios. Las semillas son alimento, y los huecos de los tallos guardan agua de lluvia, que son un preciado reservorio para los que se

adentran en el monte, siempre y cuando lo permita Lawo, un ser muy temido y respetado por los wichís.

Seguramente, Lawo y otros seres que habitan el bosque forman parte de los relatos, fogón de por medio. "Alrededor del fuego se arman rondas y se empiezan a contar cosas. Es un momento de transmisión de historias y de conocimientos. Son muy lindos de experimentar, pero en algunos lugares esto se va perdiendo por la llegada de la tecnología, como la electricidad", expone.

Los wichís suelen sentir gran respeto por los espíritus del bosque, los "dueños del monte o del río". "Estos seres – retrata– vienen a ser quienes regulan el acceso o no al uso de las plantas. Ahí es de donde vienen los tabúes o algunas restricciones para tener cuidado en explotar ciertas cosas. Si se exceden, pueden sobrevenir consecuencias complicadas para los individuos, las familias o la comunidad".

Algo temible también puede ocurrir cuando estos espíritus vinculados con el bosque provocan "susto" y la consecuente pérdida del "alma" o *husek*. Esto puede llevarlos a la muerte si un chamán no logra intervenir satisfactoriamente. Estas situaciones son consideradas las verdaderas enfermedades. "Cuando el alma se va del cuerpo por diversas razones requiere intervención, sí o sí, del chamán,

curandero criollo, de pastores de distintas iglesias y también recurren a la biomedicina", especifica. Para otros malestares considerados molestias menores, ellos hacen uso de su vasto vademécum con más de 115 plantas medicinales con 408 aplicaciones o usos, que le permiten tratar 68 síntomas, según contabilizó María Eugenia y publicó recientemente en *Journal of Ethnopharmacology*.

Ella misma usó alguno de ellos, cuando una terrible tos la tuvo a maltraer en la aldea y no podía irse porque debía conseguir una camioneta. "Estaba muy complicada con todos los bártulos que cargo como muestras, y todas mis herramientas. Entonces, Clara Fernández, una querida amiga, me hizo té de chañar y me ayudó un montón".

María Eugenia transmite ser una mujer de palabra y, a la vez, admiradora del lenguaje que le abrió un nuevo universo. Por esto, la última pregunta del encuentro con ella fue: ¿Cuál resulta tu vocablo preferido en la lengua wichí? "Me surgen nombres de plantas. Pero en verdad, la más importante es *husek*, se pronuncia *jusek*. Uno diría alma, pero el antropólogo John Palmer la traduce como la buena voluntad que está dentro de uno. Para ser wichí hay que tener *la-husek*, y que no se vaya del cuerpo para que todo esté en equilibrio. Es la buena voluntad wichí. El alma wichí es buena voluntad", concluye quien preserva con esmero su *husek*.

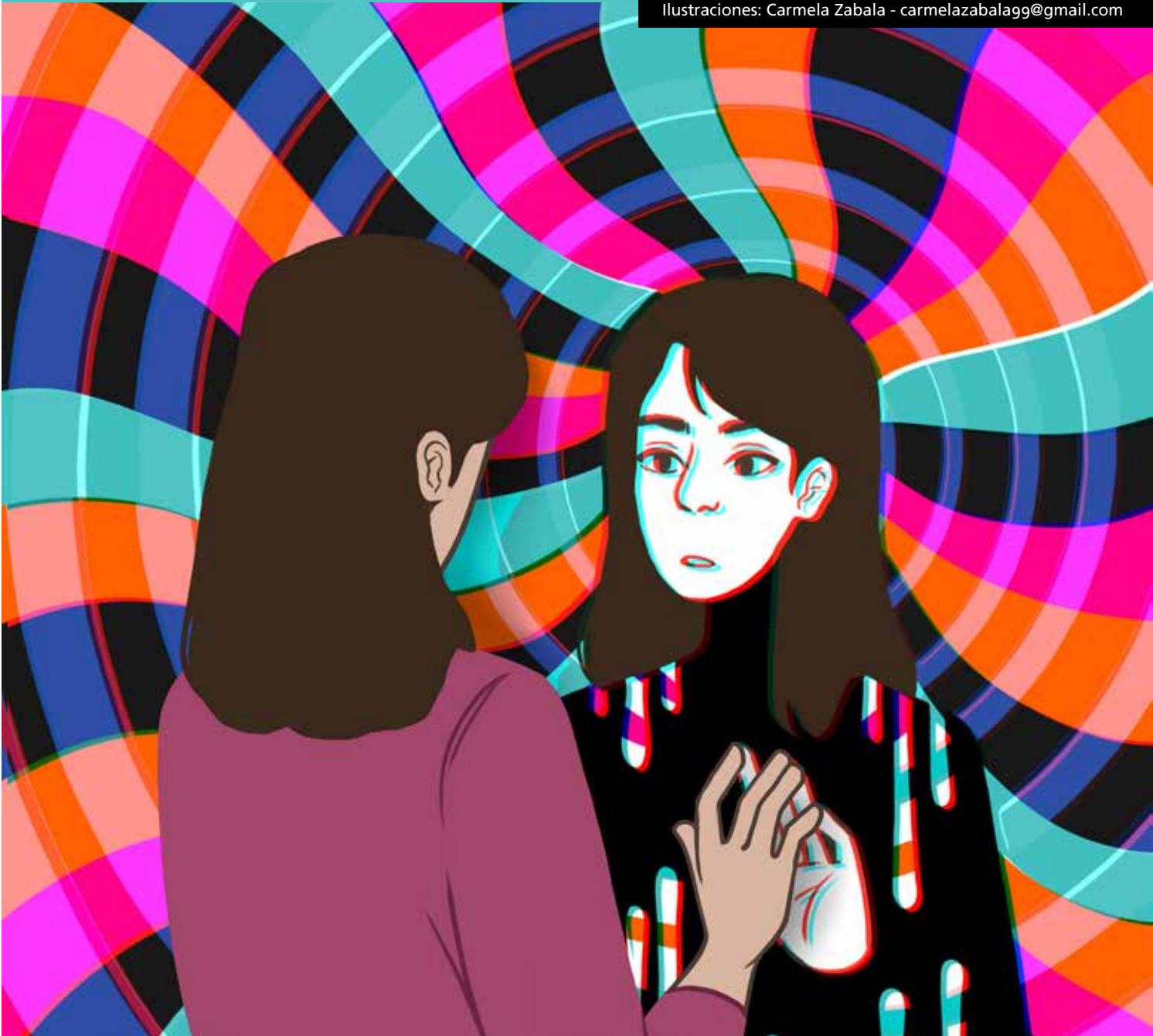
Conciencia humana

# Enamorado de mi sistema operativo

La naturaleza de la conciencia humana ha apasionado a científicas y científicos de todos los tiempos. Sin embargo, el siglo XXI parece augurar interesantes novedades a este respecto.

Guillermo Mattei - gmattei@df.uba.ar

Ilustraciones: Carmela Zabala - carmelazabalagg@gmail.com



Theodore es un hombre solitario que trabaja en una empresa como escritor de cartas a pedido. Se acaba de separar de su esposa y el divorcio es inminente. En ese tránsito, Theodore compra un nuevo sistema operativo para su celular –diseñado en el paradigma de la inteligencia artificial– que promete satisfacer todas sus necesidades como usuario. Theodore inicializa el sistema y descubre, para su sorpresa, que la comunicación es a través de una voz femenina: Samantha. La agradable voz lo seduce progresivamente y Theodore termina involucrado en un presunto vínculo amoroso con su sistema operativo.

La historia anterior no es otra que la de la renombrada película *Her* (2013), guionada y dirigida por Spike Jonze e interpretada magistralmente por Joaquín Phoenix. La soledad, la comunicación, el amor, la sexualidad, el cuerpo y, en alguna medida, la realidad misma despliegan un sofisticado juego a lo largo de la película. Sin embargo, no todo es ficción. Preguntas tales como: ¿Samantha es consciente?, ¿inteligente?, ¿sensible?, ¿aprende?, ¿sus actualizaciones podrían superar en el futuro las capacidades intelectuales de cualquier humano?, ¿el cerebro humano es similar al algoritmo de Samantha? y otras más son, desde hace unas pocas décadas, el centro de intensos debates en la filosofía, la psicología, las neurociencias y también en la física.

## El famoso problema

Buda, Platón, Aristóteles, Descartes, Spinoza, Leibnitz, Kant, Huxley, Whitehead, Popper y varios expertos contemporáneos aportaron y aportan al estudio de la relación entre los estados mentales de los seres humanos y el mundo material. Algunos los separaron, otros los sintetizaron. Para Descartes, tanto Theodore como Samantha son dos sustancias pensantes e independientes del mundo físico: el uno en un cuerpo y la otra en un dispositivo electrónico. Para Spinoza, Samantha sin cuerpo no piensa. Para Whitehead, una suerte de psiquismo generalizado le confiere a Samantha una conciencia. Para el actual profesor de filosofía en la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos), John Searle, Samantha no es consciente debido a que carece de una neurobiología compleja, similar a la de los humanos.

“A mí lo que me interesa como científico es entender cómo el cerebro genera la conciencia. Uno se acerca a ese problema con una posición filosófica tomada. Si alguien dice que lo hace sin una ontología propia es porque no la examinó, pero sí la tiene. La mía es que la conciencia emerge del cerebro. No sé si además emerge de otros sistemas, pero al menos podemos estar seguros de que emerge del cerebro, y empezar desde ahí. Pero, por supuesto, el problema de la conciencia es quizás tan ambicioso y complicado como el de entender la naturaleza última de la materia”, opina el director del Laboratorio de Neurociencia Cognitiva Computacional del Departamento de Física de Exactas UBA, Enzo Tagliazucchi.

Tagliazucchi, graduado de la Facultad y doctor en neurociencia por la Universidad Goethe de Frankfurt (Alemania), arriesga: “En mi opinión, la discusión sobre la conciencia deberá darse en el lenguaje de la física y, particularmente, en el de aquellos problemas de la mecánica estadística que se relacionan con sistemas complejos e irregulares. Nosotros, por ejemplo, estamos estudiando cómo en una red compleja similar al cerebro pueden coexistir estados de orden y desorden, tales como los que se registran experimentalmente durante el estado consciente.”

Una de las múltiples vías que Tagliazucchi toma para abordar el problema de la conciencia es la de los fármacos psicodélicos. “Ahora estás en un estado de conciencia, cuando soñás estás en otro –que es diferente al anterior– y cuando te vas a operar y te apagan la conciencia con anestesia estás en un tercero. Lo interesante de los estados psicodélicos es que rebaten una falsa idea muy arraigada: no existe una suerte de continuo a lo largo del cual se pueden ordenar estados de conciencia de ‘abajo’ hacia ‘arriba’. La idea errónea es que ‘abajo’ estaría el estado de inconsciencia, el del estar anestesiado o el del coma, pero después vas subiendo por el proceso de estar sedado, por el de despertar y después llegás ‘arriba’ al estado ordinario de conciencia. Los estados son diferentes, no comparables entre sí. Por lo tanto, el estado psicodélico o el estado de meditativo no son ‘superiores’ respecto del estado ordinario de la conciencia, son diferentes. La conciencia es multidimensional,

con distintos componentes que tienen que ver con diversas capacidades del cerebro. Por ejemplo, durante el estado psicodélico podemos observar una facilitación de la percepción sensorial al mismo tiempo que ocurre una disminución de las capacidades cognitivas, tales como las necesarias para la toma de decisiones. Los psicodélicos ponen de manifiesto muy distintas dimensiones de la conciencia que se pueden estudiar por separado; cosa que no es tan obvia con enfoques más clásicos basados en drogas anestésicas, monitoreo del sueño o el estudio de pacientes vegetativos”, relata Tagliazucchi.

Para el siguiente recorrido por algunos de los grandes aspectos actuales del estudio de la conciencia, la guía de Tagliazucchi será imprescindible.

## El pansiquismo

David Chalmers es un matemático y filósofo analítico australiano, especializado en filosofía de la mente y filosofía del lenguaje. Durante casi todo el siglo XX predominó la visión –ya perimida– de que la conciencia es subjetiva (mientras que la ciencia es objetiva) sobre la base de esta aparente dificultad Chalmers objetaba que pudiera existir una ciencia de la conciencia. Por otro lado, desde hace apenas veinte años, científicos consagrados en el siglo anterior, tales como el neurocientífico Francis Crick o el físico Roger Penrose, sugirieron: “ahora es el momento” y fue una explosión. Chalmers dividió los problemas de la conciencia en los problemas fáciles y el problema difícil. Los fáciles tienen que ver con el estudio de sistemas y funciones cerebrales bien definidas, tales como la visión, la memoria o la atención. El problema difícil es la conciencia. “Lo difícil es entender por qué esas operaciones cerebrales están acompañadas de sensaciones o experiencias subjetivas, que Chalmers y otros filósofos llamaron *qualia*”. “Por qué el rojo es rojo o por qué ese aroma es el del café” aclara Tagliazucchi y agrega: “para Chalmers no parecería ser posible que algo tan complejo y diferente como la conciencia emerja a partir de cosas que no la tienen, por ejemplo, átomos interactuando. De ahí deduce que la conciencia debe ser una ley fundamental de la Naturaleza, tanto como lo pueden ser las partículas elementales o el entramado del *espaciotiempo*”. Y

concluye: “Todos los modos de la realidad deberían tener algún grado de conciencia”. Bienvenidos al panpsiquismo.

Tagliazucchi refuta: “el problema con el panpsiquismo en general es que la conciencia –como nosotros la entendemos– es una propiedad de los humanos, de los mamíferos superiores y, en rigor, de los animales. Podemos entender la conciencia porque yo entiendo mi conciencia y, a partir de ahí, infiero la tuya. Puedo estudiar tu conciencia porque puedo ver tu cerebro en un resonador nuclear, hacerte preguntas y tus respuestas o reportes, esencialmente, serán la palabra final. Ahora, ¿cómo un fotón puede reportar algo?, ¿cómo estudiar la conciencia de una silla? No parece tener mucho sentido...” y agrega con una sonrisa irónica: “Bueno, Chalmers es un filósofo, como Descartes...”.

## La matemática de la conciencia

Si Chalmers propone que la conciencia es una propiedad fundamental de la materia, el psiquiatra italiano Giulio Tononi va más allá y postula cuál es esa propiedad: la información integrada. La de Tononi es la única teoría matemática que hay de la conciencia.

“Lo que Tononi dice es que, básicamente, la información consciente depende de dos cosas: por un lado, que el sistema tenga muchos estados posibles y, por otro, que haya una integración entre las unidades que lo componen de forma tal que la información total sea más que la suma de la que proviene de las partes individuales”, aclara Tagliazucchi. Tononi estableció un modelo matemático que resuena con el llamado modelo de Ising de la mecánica estadística, que describe el fenómeno físico del ferromagnetismo en los materiales. A la medida de la irreductibilidad del repertorio de estados del sistema, o “cantidad de conciencia”, Tononi la llama ( $\phi$ ), la cual se mide en bits y demanda el uso de herramientas de teoría de la información para su cálculo.

“En un sistema de muchas neuronas, las cuales se pueden conceptualizar como activas o inactivas, la mayor cantidad de estados posibles ocurre si las neuronas se ignoran a sí mismas, si cada una opera independientemente, como sucede en la fase supercrítica

del modelo de Ising. O sea, ruido blanco: neuronas activándose independientemente las unas de las otras. Ahí se da la mayor cantidad posible de estados del sistema, pero no hay integración alguna. A medida que aumenta la integración, en un momento, se supera un umbral y todas las neuronas empiezan a hacer lo mismo, es decir, todas se activan o inactivan juntas. Pero ahí hay solo dos estados posibles y por lo tanto, el repertorio de estados es muy acotado para que el sistema tenga un  $\phi$  grande. Entre estos dos estados ocurre una transición de fase, en la cual hay integración co-existiendo con muchos estados posibles, y allí es donde según Tononi ocurriría el milagro de la conciencia”, dice Tagliazucchi.

El salto metafísico de decir que  $\phi$  puede ser muy útil para determinar la conciencia del cerebro es todavía resistido pero, por ejemplo, cuando alguien tiene una crisis epiléptica o está en coma o con anestesia total o en un sueño profundo, el cerebro se comporta como un sistema de dos estados posibles: las neuronas de la corteza cerebral se activan e inactivan todas juntas, alternadamente. El modelo de Tononi cierra muy bien en este caso.

## El espacio global de trabajo

La otra gran teoría que existe hoy por hoy es la teoría del espacio global de trabajo del neurocientífico francés Stanislas Dehaene y colegas.

Tagliazucchi remite a un experimento. Un experimentador le muestra una imagen a un sujeto por un tiempo suficientemente corto tal que, al principio, éste reporta no verla. El experimentador aumenta el tiempo de exhibición de la imagen hasta que el sujeto reporta que a veces puede verla y a veces no. Finalmente, aumentando un poco más el tiempo de exhibición, el sujeto dice que puede ver la imagen. “¿Qué hay de diferente en el cerebro entre las veces que el sujeto dice que no la vio o que sí la vio? La zona cerebral de la percepción visual del sujeto, monitoreada en un resonador o en un electroencefalograma, va a exhibir actividad incluso cuando el reporte es negativo. Se observa actividad transitoria en las zonas sensoriales iniciales del cerebro, pero el resto del cerebro no se entera. Cuando el sujeto



reporta que sí ve la imagen, aparece una explosión de actividad persistente en todo el cerebro. Primero se prende focalizadamente en la corteza visual primaria, pero luego la actividad percola hacia todo el cerebro y, además, reverbera. La actividad se queda como flotando, como dando vueltas, como sostenida en el tiempo”, explica Tagliazucchi mientras que Dehaene dice que la conciencia es justamente ese proceso en el cual la información trasciende y se propaga de forma no lineal en todo el cerebro, a todo o nada. Tagliazucchi continúa: “No podés ser medio consciente de algo. Lo sos o no lo sos. La actividad llega esencialmente a todo el cerebro y, principalmente, a las redes prefrontal y parietal que son las zonas del cerebro con conexiones anatómicas más densas. Una vez que la información llegó ahí ese



proceso no para. Hay una distribución de información a todos los procesos que se asocian a ciertas funciones cognitivas, entre ellas, el lenguaje: por eso el sujeto es capaz de decir 'lo vi'. Si eso no hubiese ocurrido, nunca habría llegado la información a la zona del cerebro que siquiera tiene la oportunidad de permitir el habla. Cuando el sujeto ve conscientemente y decide reportar positivamente, la información será suya para siempre, si así lo desea, porque accederá y se consolidará en su memoria declarativa". El proceso será autosostenido: la conciencia se asocia con la disponibilidad global de la información en el cerebro a lo largo del tiempo.

Tagliazucchi remarca: "A diferencia del resto de la ciencia, el estudio de la conciencia puede partir de una descripción

en primera persona, que sería la que yo genero pensando en cómo se siente mi propia conciencia, o también puede partir de una descripción en tercera persona, basada en mediciones objetivas sobre lo que ocurre en el cerebro. Si las descripciones son buenas, ambas deberían ser compatibles entre sí."

Algo que es crucial para las teorías de Tononi y de Dehaene sería la integración del cómputo matemático de  $\phi$  con la teoría del espacio global de trabajo. Tagliazucchi dice: "No puede ocurrir en el cerebro que la información sea consciente y al mismo tiempo vaya en vías paralelas que nunca se integren. Es muy distinto a lo que pasa en una computadora que tiene cuatro núcleos diferentes y la información representada en cada uno de ellos no interactúa".

En el cerebro, de alguna forma, siempre la conciencia se asocia con un colapso de procesos paralelos en un cuello de botella serial, donde ocurre dicha integración.

### Samantha no puede pensar

A diferencia de las computadoras, los humanos somos muy lentos para hacer cálculos que requieren cálculos seriales. Sin embargo, cuando preguntamos "¿qué es esto?" –un vaso térmico de café, por ejemplo– la respuesta instantánea de un interlocutor humano será "un vaso térmico de café"; mientras que una computadora actual nunca podría dar esa respuesta, o tardaría muchísimo. El motivo es que la percepción visual se sirve de múltiples mecanismos



paralelos que operan más allá del dominio de la conciencia.

Tagliazucchi concluye: “la conciencia es un cuello de botella en el procesamiento de la información en el cerebro, a tal punto que llega a parecer ineficiente. ¿Por qué esa ineficiencia? Supongamos que yo te invito a tomar un café. Vos podés pensar en paralelo muchas alternativas, incluso algunas de ellas por fuera de tu conciencia: ‘no quiero tomar tanta cafeína’, ‘tengo algo que hacer’, ‘no tengo ganas de salir de mi casa’,... Pero, en última instancia, todo eso tiene que colapsar en una respuesta concreta, en un sí o un no. La respuesta es binaria simplemente porque vos tenés un sólo cuerpo. No podés ir al bar y no ir al mismo tiempo, tenés que elegir. Al tener un solo cuerpo, llegado un punto, tenés que manipular la información serialmente y colapsarla en un bit de información. Si tuviéramos muchos cuerpos podríamos tener muchas conciencias pero, y de ahí lo del cuello de botella, al tener uno solo la decisión que tomás tiene que ser consistente con el hecho de que podés hacer sólo una cosa a la vez. Las computadoras no tienen ese problema: Windows puede abrir ochenta ventanas a la vez y hacer algo distinto en cada una. Por eso creo que cada intento de forzar la similitud del modelo de una computadora con el modelo del cerebro necesariamente va a demandar imponerle límites más marcados. O sea, demandará forzar a la computadora a integrar información, aun si no lo necesita. Alan Turing ya lo dijo muy bien: ‘si

queremos que una computadora piense, tiene que ser más falible’. Una manera de hacerlo sería obligarla a tener un cuerpo físico como el nuestro”.

En Her, Samantha logra engañar a Theodore, equiparando inteligencia con conciencia, pero el punto no es que ella hable como una persona, sino cómo Theodore lo percibe o qué pulsión tiene por entender qué hay dentro del teléfono y cómo funciona. Una inteligencia artificial que rápidamente accede a una base de datos con todas las respuestas posibles, que escucha y responde de forma instantánea, podría engañarnos y convencernos de su humanidad. En términos filosóficos, esto es lo que ocurre en el experimento mental de la habitación china. “Imaginemos una habitación cerrada con una persona dentro. La persona no habla chino, pero tiene un libro lleno de ideogramas chinos, donde figuran todas las preguntas posibles y sus correspondientes respuestas en dicho idioma. Alguien pasa ideogramas a la habitación por debajo de la puerta; en su interior, la persona busca la respuesta en el libro, y la envía –sin entender nada– hacia el exterior por debajo de la puerta. ¿Hay entendimiento real del idioma chino ocurriendo en la habitación? Para Searle, la respuesta es negativa. Únicamente hay manipulación de símbolos, pero no hay verdadera inteligencia y mucho menos conciencia. La sintaxis no es lo mismo que la semántica” explica Tagliazucchi y agrega: “Es difícil entender cómo una inteligencia artificial entrenada únicamente para

manipular datos podría ser consciente. Sólo podría hacernos creer que es consciente. Pero la capacidad de atribuir significado es algo que se construye mediante una exploración activa del mundo; si no, visitar las teorías de Piaget. La manera en que un niño construye el significado del mundo, cómo interactúa con él, cómo manipula objetos, cómo compara, cómo genera representaciones, es la misma manera con la que el niño construye el mundo y también se construye a sí mismo. Una computadora carente de cuerpo nunca podría llevar a cabo esa exploración. ¿Conectarle un cuerpo a la computadora sería la solución? Pensemos que la red neuronal que le ganó a uno de los mejores jugadores de Go del mundo en 2018 fue entrenada jugando contra sí misma aceleradamente doce millones de partidas en cinco horas. Esa solución es difícil de extrapolar desde un juego de tablero hacia el mundo físico porque hay limitaciones para la velocidad de interacción con el mundo. La interacción con el mundo es un cuello de botella que siempre va a ser difícil de superar, pero al mismo tiempo puede encerrar la clave para el desarrollo de conciencia genuina”, argumenta Tagliazucchi.

Samantha sólo está en el celular de Theodore, no tiene brazos, nunca caminó, nunca sintió el perfume de una flor, nunca tocó un objeto, no creó significado, no tiene una visión del mundo, solo procesa la información que le llega.

Lo lamentamos por Theodore.



Fenómeno meteorológico

# Fábrica de tormentas

Nacen en Córdoba y Mendoza y se desplazan hacia el Noreste llegando al sur de Brasil. Alcanzan los 20 kilómetros de altura y generan granizo de diez centímetros de diámetro. Científicos de varios países, con la ayuda de los ciudadanos, buscan comprender su comportamiento para mejorar los pronósticos.

Pablo Berardesca - pabloberardesca@gmail.com

Tenía apenas seis años cuando, durante una tormenta eléctrica, un rayo hizo explotar la caja telefónica de su casa. “Estaba ahí, a cinco metros. Imaginate el fogonazo y el ruido. Fue un gran susto”, relata Matías Lenardón, recordando aquel día de 1997 que lo marcó para siempre: “Desde ese momento, empecé a tenerles respeto y a preguntarme por qué pasan esas cosas”.

Siempre vivió en la zona rural de Berrotarán, 130 kilómetros al sur de Córdoba Capital. “La vida de campo te relaciona más con las cuestiones climáticas”, cuenta Matías, y destaca que fue su abuelo quien le contagió la pasión por la meteorología. A los diez años empezó a anotar diariamente los datos del tiempo. Primero, lo hizo con dibujos, luego le agregó la temperatura, la dirección del viento y las lluvias. Lo que aún no sabía era que estaba registrando información sobre las tormentas más grandes del mundo.

Además de atraer la atención de habitantes y especialistas locales, estos fenómenos severos también resultan interesantes para científicos norteamericanos, brasileños y argentinos, quienes, durante 2018 y 2019, llevaron a cabo la mayor campaña

terrestre de ciencias atmosféricas fuera de los Estados Unidos: el proyecto Relámpago-Cacti.

## Únicas en el mundo

El centro de Argentina es, según los investigadores, uno de los lugares en los que se originan las tormentas más grandes del planeta. Nacen en Córdoba y en Mendoza, al este de sus cadenas montañosas, principalmente entre noviembre y febrero. Estos sistemas luego se desplazan provocando precipitaciones en Santa Fe, Entre Ríos, el noreste del país y el sur de Brasil.

Pueden alcanzar los veinte kilómetros de longitud vertical, el equivalente a tres cerros Aconcagua, y el doble de la altura promedio de los huracanes. Primero, se forman tormentas severas muy localizadas, llamadas superceldas, que en general están acompañadas por granizo de gran tamaño (diez centímetros de diámetro) y por una actividad eléctrica superior a la observada en otras partes del mundo. En menos de una hora pueden sextuplicar su tamaño, convirtiéndose en sistemas convectivos de mesoescala, es decir, tormentas agrupadas que alcanzan los 300 kilómetros de extensión horizontal y están asociadas a fuertes lluvias y vientos. El mismo proceso

en las planicies de Estados Unidos requiere entre ocho y doce horas de transición. Sin embargo, en comparación con lo que sucede en ese país, “la generación de tornados en Argentina es curiosamente menor y queremos saber por qué”, sostiene Steve Nesbitt, profesor de la Universidad de Illinois e investigador principal de Relámpago.

Cielos plomizos, “paredes” de nubes, vientos que “silban”, relámpagos que iluminan las noches, “cortinas” de lluvia, “piedras” que caen del cielo y ríos que arrasan con lo que encuentran a sus orillas, son algunas de las descripciones que los pobladores locales hacen de estos fenómenos. Al igual que Matías, cada habitante de la región tiene, al menos, una historia para contar. Victoria Druetta, por ejemplo, capturó en febrero de 2018 un granizo de casi medio kilo y 18 centímetros de diámetro, caído en el patio de su casa en Villa Carlos Paz.

Si bien son eventos que a veces tienen consecuencias no deseadas, Paola Salio, integrante del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA CONICET) de la Universidad de Buenos Aires (UBA), considera que “las tormentas son muy importantes para las actividades que se desarrollan en la Cuenca del Plata, ya que aportan el 80%



Lorena Medina Luna

El proyecto contempló la realización de charlas en escuelas de la región con el objetivo de contarles a los estudiantes qué es *Relámpago* y convocarlos a participar a través de diferentes iniciativas.

de las lluvias del área”; y que, para prevenir sus impactos negativos es necesario entenderlas y optimizar los sistemas de pronóstico. Con este objetivo nació el proyecto de investigación.

## Cazadores de tormentas

“La locura de ir a cazar las tormentas de la región central de Argentina surgió en 2012 con Steve Nesbitt”, recuerda Salio, líder de *Relámpago* en Argentina. “El problema que tenemos en la meteorología –agrega– es que las tormentas no se repiten. Ocurren en un determinado lugar que nunca es conocido con exactitud, entonces debés estar cerca”. Por este motivo, diseñaron un experimento que se mueva en el espacio en búsqueda de eventos meteorológicos extremos.

“Para concretarlo fue fundamental la instalación en Córdoba, en 2015, del primer radar meteorológico fabricado íntegramente en el país”, señala Celeste Saulo, directora del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La información obtenida por este dispositivo, producido por el INVAP S.E. en el marco del proyecto Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), permitió empezar a conocer las características de los fenómenos de la región y planificar el estudio.

La campaña de campo de *Relámpago* tuvo lugar en Córdoba y Mendoza entre el 1 de noviembre y el 18 de diciembre de 2018. Consistió en el desembarco de 160 investigadores de diferentes áreas, y de instrumentos de medición como camiones con radares, radiosondas,

estaciones meteorológicas móviles y un avión para estudiar las nubes, entre otras herramientas.

Cuando el equipo llegó a Berrotarán, la referencia ineludible fue Matías, quien desde hace diez años lleva el registro del tiempo local mediante una estación meteorológica que compró al terminar la secundaria. Fue en ese encuentro cuando se enteró de la magnitud que tenían las tormentas que habían llamado su atención desde pequeño. Los investigadores estadounidenses lo llamaron “the met guy” (el meteochoico).

Los profesionales se dividieron en cinco grupos, para estudiar cada etapa del ciclo de vida de las tormentas: la formación inicial, desde que el cielo está despejado; la fase severa; la fusión en sistemas convectivos de mesoescala; la actividad eléctrica, y la interacción de las lluvias con los ríos de la región, que experimentan crecidas de varios metros en pocos minutos. “Al principio no pensábamos manejar más de 50 kilómetros, pero los últimos días éramos capaces de irnos al otro lado del mundo para agarrar una tormenta”, relata con entusiasmo Salio. “Estábamos muy emocionados de estar tan cerca de la acción”, añade Nesbitt.

Al mismo tiempo, Salio destaca la dificultad del proceso: “Fue agotador. No sabés si te va a caer un rayo o una piedra por la cabeza, o si vas a salir volando con el viento. Desde el centro de operaciones les íbamos indicando a los equipos de campo por dónde moverse”. De todas maneras, tuvieron que refugiarse en varias oportunidades por el

## En esta nota:

Paola Salio, doctora en Ciencias de la Atmósfera. Integrante del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA CONICET) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y profesora de Exactas UBA. Líder de *Relámpago* en Argentina.

Celeste Saulo, doctora en Ciencias de la Atmósfera. Directora del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y vicepresidenta primera de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Marcelo García, doctor en Ingeniería Civil y Ambiental. Director del Centro de Estudios y Tecnología del Agua (CETA) de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEyN UNC), y profesor de esta casa de estudios.

Carolina Vera, doctora en Ciencias de la Atmósfera. Investigadora del CIMA (UBA-CONICET), profesora de Exactas UBA e integrante del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Steve Nesbitt, doctor en Meteorología. Profesor de la Universidad de Illinois. Investigador principal de *Relámpago*.

granizo y por la intensa actividad eléctrica, y algunas camionetas quedaron atascadas en el barro durante el proceso. Sin embargo, “no dudaría en volver a realizarlo”, admite la investigadora.

Con los equipos móviles recolectaron información de 19 tormentas, que se sumaron a los datos provenientes de las estaciones meteorológicas fijas y del proyecto Cacti, un estudio que se prolongó entre el 1 de septiembre de 2018 y el 30 de abril de 2019 en Villa Yacanto de Calamuchita, Córdoba. En este sitio, que presentaba las características ideales para evaluar el nacimiento de las tormentas, se instalaron más de 70 instrumentos para medir diferentes variables climáticas.

## Todos podemos hacer ciencia

Además de los trabajos en campo, el proyecto contempló la realización de charlas en escuelas de la región con el objetivo de contarles a los alumnos qué es *Relámpago* y convocarlos a participar a través de diferentes iniciativas de ciencia ciudadana.

Por un lado, MATTEO (Medición Automática del Tiempo en la Troposfera

## Instituciones, universidades y centros de investigación involucrados

El proyecto Relámpago-Cacti (Remote sensing of Electrification, Lightning, And Mesoscale/ microscale Processes with Adaptive Ground Observations – Clouds, Aerosols, and Complex Terrain Interactions), que tuvo un costo de 30 millones de dólares, fue financiado y organizado por instituciones de Estados Unidos –la National Science Foundation (NSF), la National Aeronautics and Space Administration (NASA), la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) y el Department of Energy (DOE)–, de Argentina –el Servicio Meteorológico Nacional (SMN); el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología; el INVAP S.E.; la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, y los gobiernos de Córdoba y Mendoza– y de Brasil –el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales–. También colaboraron universidades y centros de investigación de los tres países, entre los que se encuentran el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA CONICET), Exactas UBA, la Universidad Nacional de Córdoba y la Universidad de La Plata.

en Escuelas y Organismos) propone que los alumnos realicen un seguimiento de las condiciones climáticas locales a través de estaciones meteorológicas instaladas en las instituciones. Otro caso es el de Cazadores de Crecidas, mediante el cual se busca generar un registro filmico de las variaciones del caudal de los ríos, que se dan con mucha velocidad por las características geográficas de la región. Por último, gracias a una aplicación para celulares llamada Cosecheros de Granizo, los ciudadanos pueden reportar este fenómeno tan frecuente en la zona, enviando fotografías geolocalizadas.

“Les explicábamos a los chicos que todos podemos hacer ciencia, de la misma manera que jugamos al fútbol o cantamos sin ser deportistas ni artistas

Miguel Ottaviano



La campaña consistió en el desembarco de investigadores de diferentes áreas, y de instrumentos de medición como camiones con radares, radiosondas, estaciones meteorológicas móviles y un avión para estudiar las nubes.

profesionales”, afirma Marcelo García, director del Centro de Estudios y Tecnología del Agua de la Universidad Nacional de Córdoba, argumentando que más allá de contar con muy buen instrumental, cada ciudadano puede generar información muy valiosa porque están donde suceden los eventos.

## Alertas ante el cambio climático

Si bien en la Argentina aún no hay suficientes mediciones para vincular estas tormentas con el cambio climático global, que está generando fenómenos cada vez más extremos, “en el país se registra un aumento de los eventos de lluvia diaria más intensos”, advierte Carolina Vera, investigadora del CIMA CONICET e integrante del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). “Cada vez que haya precipitaciones, la chance de que sean más abundantes que antes es significativa”, refuerza la experta. Por lo tanto, es importante conocer más sus características.

Asimismo, aclara que con la información recolectada en Relámpago-Cacti se podrán optimizar los modelos numéricos utilizados para los pronósticos, que permitirán mejorar los sistemas de alertas meteorológicas y, así, perfeccionar los planes de adaptación al cambio climático.

## Un largo camino por andar

Son muchas las preguntas que aún quedan por responder. “Con los datos

obtenidos, buscamos entender por qué la zona central de Córdoba es disparadora de muchas tormentas y qué las hace crecer tan rápido”, subraya Salio, y agrega que, al mismo tiempo, pretenden “explicar la mayor tasa de ocurrencia de granizo y la menor cantidad de tornados respecto de la zona central de Estados Unidos, que tiene parámetros ambientales similares a los estudiados”.

En zonas donde el impacto de estos fenómenos sobre la población es alto, como en la provincia de Córdoba, que recibe las principales tormentas y crecidas de sus ríos en la temporada de mayor afluencia turística, “se hace muy necesaria la transferencia a la gestión de los conocimientos generados dentro del proyecto”, remarca García. Entusiasmado con los resultados, relata: “Durante la campaña de campo pudimos superar el ‘valle de la muerte’, es decir, la distancia entre los investigadores y quienes aplican el conocimiento en la práctica. Nosotros fuimos informando al gobierno provincial los lugares donde se producían las lluvias, logrando, mediante la gestión de los diques, mitigar el impacto de las crecidas y terminar el verano con los embalses llenos”.

Sin embargo, para los científicos el trabajo recién empieza, ya que recolectaron una cantidad de información que, según Nesbitt, “es suficiente como para producir conocimientos por una década”. Mediante su análisis, buscarán optimizar los modelos meteorológicos y obtener mejores pronósticos, tanto para la región como para otras partes del mundo.

Perspectiva sobre nuevas disciplinas

# ¿El futuro de las profesiones o las profesiones del futuro?

En una época de "transformación digital", empresas e instituciones necesitan de líderes formados. Sin embargo, la adaptación de las carreras universitarias a estas necesidades implica también una transformación educativa. En un escenario de múltiples cambios en las disciplinas de formación CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática), también se modifican las competencias que demanda el mercado.

---

## En esta nota:

### Marcelo Soria

Doctor en Ciencias Biológicas. Director de la Maestría en Exploración de Datos y Descubrimiento del Conocimiento (UBA), profesor de la Facultad de Agronomía (UBA) e investigador del Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales (INBA).

### Pablo Groisman

Doctor en Ciencias Matemáticas. Profesor del Departamento de Matemática de Exactas UBA, investigador del CONICET en el Instituto de Investigaciones Matemáticas “Luis. A. Santaló” (IMAS) e integrante del Grupo de Investigación en Probabilidad.

### Iván Arcuschin Moreno

Docente del Departamento de Computación de Exactas UBA, investigador en formación del Instituto Ciencias de la Computación (ICC, UBA-CONICET) y miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería de Software (LAFHIS).

### Eder Lidia Romero

Bioquímica y doctora en Ciencias Exactas (UNLP). Directora de la Especialización en Nanotecnología Aplicada a la Salud de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), investigadora principal del CONICET y directora del Centro de Investigación y Desarrollo en Nanomedicinas (CIDEN).

### Daniel Monastersky

Abogado especialista en delitos informáticos, ciberseguridad, reputación online y protección de datos, consultor y docente. Director de la Diplomatura en Gestión y Estrategia en Ciberseguridad (UCEMA) e integrante del Consejo Asesor del Foro Global de Especialistas en Ciberseguridad.

---



Archivo Exactas UBA

Según un informe de la Cámara de Empresas de Software, el sector necesita más del doble de los profesionales que se reciben cada año en las carreras de Computación.

Ya lo dijo el sociólogo Roger Bartra: “El futuro no sólo es incierto sino escurridizo”. Muchos han tratado de moldearlo, llegando a resultados distintos a los que imaginaban. Es imposible no querer espiar en el presente un atisbo del mañana y constatar que lo que hacemos o dejamos de hacer hoy puede dejar alguna huella en el porvenir. En este contexto, según diversos referentes de la comunidad educativa, la mayor parte de los estudiantes de hoy serán formados para actividades que aún no existen, y sin embargo, la educación actual no siempre los prepara para trabajar en la incertidumbre. Sin saber cómo será el mundo dentro de cinco años, se asume que hay que facilitarles aprendizajes para actuar en ese mundo incierto, inmerso en lo digital.

Se entiende a la “transformación digital” como el cambio asociado a la aplicación de tecnología digital en todos los aspectos de la sociedad humana. Esta transformación apunta especialmente a los procesos de reinención de empresas u organizaciones a partir de la implementación de dicha tecnología en la creación de valor. Sin dudas, la aceleración de la conectividad y la tecnología cognitiva están redefiniendo la naturaleza del trabajo. Los sistemas de inteligencia artificial, la robótica y las herramientas para extraer conocimiento útil, crecen en sofisticación. Tan es así que empresas enteras comienzan a implementar este nuevo modelo.

La gran pregunta es: ¿cómo ha influido la transformación digital en la formación, el empleo y la gestión del talento? De un estudio realizado recientemente por la consultora en recursos humanos

Randstad surge que el avance de las nuevas tecnologías ha impactado en la necesidad de reasignación de recursos a otras tareas, creando lo que algunos llaman “fuerza laboral aumentada”. La encuesta, realizada a referentes y directivos de capital humano de 494 organizaciones –entre microempresas, pymes y grandes compañías de la Argentina–, ilustra que el 73% de los entrevistados ratificó esta tendencia. Al mismo tiempo, el 83% de las firmas consultadas afirmó que es necesaria una mayor capacitación. El informe concluye que las profesiones también están cambiando con el impacto de la digitalización, haciendo que la vida media de las habilidades no supere los cinco años. En paralelo, “nuevas formas de adquirir conocimiento desafían a los sistemas educativos tradicionales y el aprendizaje permanente surge como respuesta a la incertidumbre sobre las competencias que demandarán los trabajos del futuro”, plantea el documento.

Por otro lado, la publicación *Reescribiendo las reglas para la era digital*, elaborada por la consultora Deloitte – que analiza las nuevas tendencias globales de recursos humanos y entrevista a más de diez mil directivos del área – señala que la transformación digital ha dado lugar a un nuevo perfil profesional: el analista web. En este sentido, las organizaciones están rediseñando sus equipos analíticos para desarrollar soluciones digitales que permitan medir, analizar y utilizar la información, y así comprender en profundidad cada parte de sus procesos. Sin ir más lejos, la Unión Europea pronostica que en 2020 el 45% de los empleos ya estarán relacionados al entorno digital.

¿Y qué formación se requiere en este nuevo escenario? La escasez de profesionales en las disciplinas CTIM es un problema global, del que la Argentina no está exenta. Según un informe de la Cámara de Empresas de Software, el sector necesita más del doble de los profesionales que se reciben cada año en las carreras de Computación. Estas disciplinas representan la base de la industria del conocimiento y serán el pilar de una gran cantidad de empleos que aún no han sido creados. Estudios de prospectiva del Programa de Tecnología y Empleo de la Universidad de Oxford afirman que “el avance de las tecnologías de la información y la comunicación, la robótica y la inteligencia artificial harán que el 47% de los empleos actuales se modifiquen o desaparezcan en los próximos años en Estados Unidos y Europa”.

## Ciencia de Datos y Modelado Numérico

¿Son los datos el petróleo del siglo XXI? Ante la explosión del Big Data, el científico de datos (*data scientist*) cumple un rol central. Debe extraer de ese cúmulo de datos, información de valor que esté al servicio de áreas estratégicas de las organizaciones y así optimizar la toma de decisiones.

“Ya hay dos perfiles profesionales diferenciados en el área: científico de datos e ingeniero de datos. Es muy probable que a medida que el campo se siga desarrollando, aparezcan otros perfiles especializados”, afirma Marcelo Soria, director de la Maestría en Explotación de Datos que se dicta en Exactas.

El especialista en bioinformática plantea que en las próximas décadas la generación de datos continuará acelerándose y que, aunque parte de los procesos estarán automatizados, “una proporción alta del análisis y la explotación de datos serán tareas mixtas que combinarán pasos automatizados con participación de profesionales entrenados. Y habrá fundamentalmente otras actividades con tipos de datos o problemas novedosos que requerirán el trabajo intensivo de científicos de datos”, subraya Soria.

Por su parte, en una iniciativa interdisciplinaria generada entre los departamentos de Matemática y Computación y el Instituto de Cálculo de Exactas UBA, se



Archivo Exactas UBA

El avance de las tecnologías de la información y la comunicación, la robótica y la inteligencia artificial hará que el 47% de los empleos actuales se modifiquen o desaparezcan en los próximos años en Estados Unidos y Europa.

busca crear una carrera de grado adaptada a este contexto, la Licenciatura en Ciencias de Datos.

“La idea es responder a la alta demanda de profesionales que puedan dominar conjuntamente la matemática y competencias en computación y estadística. Es una demanda que juega un rol predominante no sólo en el sector productivo y en la mayoría de las empresas sino también para el sector científico-tecnológico y otras disciplinas, incluso las ciencias sociales”, explica Pablo Groisman, profesor del Departamento de Matemática de Exactas UBA.

Según Groisman, existe una revolución en la capacidad de recopilar y reunir datos de distinto tipo. Y el cambio fundamental es que las empresas descubrieron que pueden tomar mejores decisiones con esos datos. “Modelado es lo que vienen haciendo los científicos desde hace años para entender e interpretar la realidad que estudian e investigan. Pero en la actualidad una empresa requiere un modelo justamente para representar su negocio y entenderlo mejor. Y uno de los factores que contribuye a este fenómeno, en expansión, es que ahora hay muchas menos limitaciones para obtener esos datos claves”, aporta el matemático.

## Desarrollo de apps

Los teléfonos inteligentes (*smartphones*) evolucionan día a día y el desarrollo de aplicaciones adquiere un enorme dinamismo, siendo una tarea sumamente demandada por el mercado. Aun así, el nivel educativo que precisa esta clase de profesionales es un tema no menor. “La formación necesaria se aprecia desde el punto de vista de la escala. Si bien

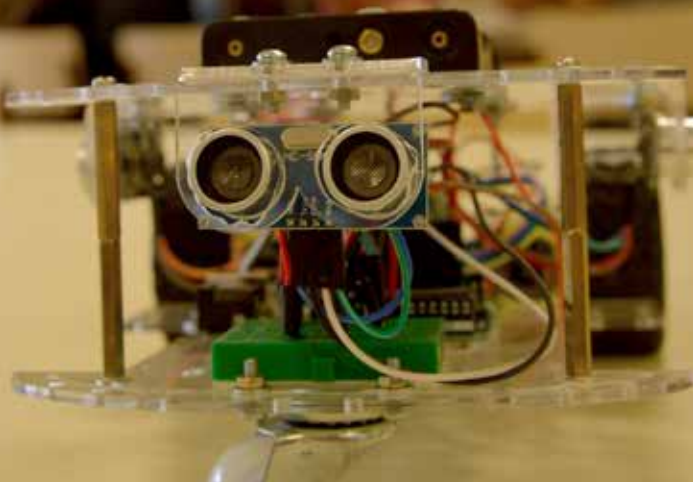
hay desarrolladores sin conocimientos de algoritmos o ingeniería de software, que están trabajando actualmente en la industria, en la medida en que una aplicación se complejiza y empieza a crecer en cantidad de usuarios, nos encontramos con problemas de funcionalidad, e incluso de seguridad, que son muy específicos y necesitan de herramientas más teóricas o de formación de grado”, destaca Iván Arcuschin Moreno, investigador en ingeniería de software del Instituto de Ciencias de la Computación (ICC, UBA-CONICET).

“Actualmente hay un fuerte recambio de las aplicaciones. Más allá de las populares, como WhatsApp, Facebook, Spotify o YouTube, creció el número de desarrolladores independientes o pequeñas y medianas empresas que tienen nociones mínimas para crear su aplicación, y el costo de publicarla no suele ser elevado, por lo que rápidamente compiten con otras aplicaciones en el mercado. Y si su idea pasa de moda, o surge una solución mejorada, rápidamente se vuelve obsoleta, dado que es muy fácil desinstalar una aplicación e instalar otra nueva”, complementa Arcuschin Moreno.

## Nanotecnologías médicas

Los sistemas de tratamiento médico y administración controlada de fármacos están modificándose profundamente: surgen terapias personalizadas que recurren a nanotecnologías, consideradas herramientas claves para la resolución de problemas farmacológicos, de ingeniería de tejidos y de diagnóstico.

“Su aplicación más importante es en el campo farmacológico (nano drug



Por un lado es necesario entender cómo ha influido la transformación digital en la demanda laboral, y por otro, cómo responde la oferta académica a estos cambios.

delivery). Específicamente, el uso de nanopartículas diseñadas para cada fin permite controlar la conducta de drogas tóxicas o que presenten dificultad para acceder en tiempo y forma al lugar donde deben ejercer su acción. De este modo, se consiguen tratamientos más veloces, menos tóxicos y, en teoría, más eficaces, ya que este control es imposible con técnicas convencionales”, puntualiza Eder Lidia Romero, directora de la Especialización en Nanotecnología Aplicada a la Salud (UNQ).

“Hoy no existen en la Argentina profesionales con perfil de nanotecnólogos aplicados a la salud, sólo los científicos que se están ocupando de transitar ese nuevo paradigma del conocimiento”, describe Romero. Y aclara que, a nivel local, rige un completo desconocimiento de los médicos respecto de la nanotecnología, tanto en su carrera como en su profesión. Sin embargo, el mercado global de los productos nanotecnológicos ocupa aproximadamente la mitad del mercado de los productos biológicos.

Dada su naturaleza multidisciplinaria, en la especialización que se dicta en la UNQ convergen diferentes profesiones, desde médicos hasta físicos, pasando por biólogos, bioquímicos y veterinarios. “La especialización les provee herramientas necesarias para comprender un nuevo lenguaje conceptual, el principio de acción de los nuevos medicamentos, que ya están en el mercado farmacéutico, y la potencia de nuevas técnicas diagnósticas”, concluye la directora del posgrado.

## Ciberderecho

La legislación y el conocimiento jurídico vigente no siempre pueden seguir el

ritmo de la transformación digital, lo que hace que los abogados deban adquirir habilidades digitales lo más rápido posible, o proponer cambios normativos, especialmente ante el crecimiento de problemáticas de privacidad, protección de datos y delitos informáticos. “La ciberabogacía es una especialidad transversal a todas las disciplinas del derecho. Lo que aporta la experiencia de un abogado en el área es que también entiende sobre problemas relacionados con la tecnología y la seguridad informática: cómo funciona un servidor, dónde se alojan los datos o cómo debe resguardarse evidencia. En definitiva, posee una mirada más amplia que un abogado tradicional”, precisa Daniel Monastersky, abogado especialista en ciberseguridad y delitos informáticos.

Para el experto, en la Argentina hay algunas “lagunas legales”, si bien desde 2008 existe la Ley 26.388 que modificó el Código Penal en materia de delitos informáticos y, desde 2000, la Ley 25.326 de Protección de Datos Personales. “Tenemos legislación, lo que falta es capacitación. Hoy las empresas requieren de cada vez más profesionales especializados por un tema de cumplimiento de normas”, opina Monastersky. Y considera que en breve habrá una reforma de la norma que protege los datos, teniendo en cuenta que ya en Europa empresas y organismos públicos necesitan contar con un delegado de protección de datos (DPO). Monastersky plantea que hay cada vez más interés por estos temas en las universidades pero que, sin embargo, aún falta mucho camino por recorrer en las carreras de grado: “Aunque el derecho informático ya esté en todas las facultades de Derecho de las universidades nacionales, para generar mayor interés en los alumnos se necesitan más

docentes o especialistas que estén trabajando en la materia y puedan transmitir pasión por lo que hacen”.

## Más sectores potentes que generarían empleo

La lista podría seguir con: arquitectura e ingeniería 3D, impresión 3D, desarrollo de realidad virtual y dispositivos vestibles, diseño de interfaces y desarrollo de sensores, bioinformática, robótica, nanotecnología, ingeniería ambiental, energías renovables, entre muchas otras profesiones emergentes. A más de 50 años de la creación de la Ley de Moore (que predecía la duplicación en el tiempo de la cantidad de transistores en los microprocesadores), el poder computacional y de procesamiento continúa creciendo exponencialmente, dando paso a la digitalización y automatización de los procesos y al aprendizaje de las máquinas. En qué medida y de qué modo este fenómeno seguirá impactando en múltiples disciplinas de base científico-tecnológica y redefiniendo la generación de empleo, aún es parte de un amplio debate.

¿Cómo responderá el ámbito educativo a las nuevas profesiones y a aquellas que deben reinventarse permanentemente? ¿Podrá brindar las competencias y habilidades básicas, a la velocidad que prevé el mercado de trabajo? Y sobre todo, ¿están preparadas las universidades, empresas y organizaciones y los gobiernos para adaptarse a estas disciplinas del futuro? La respuesta no está aún al alcance de la mano. Pero se trata de un interrogante que cobra una atención creciente por parte de todos los actores involucrados en estas transformaciones, y que requiere la colaboración multifuncional de educadores e investigadores, empresarios y dirigentes en general.



Tomo Yun

El impacto de la pérdida de biodiversidad en la alimentación

# Menú acotado

Un informe internacional publicado recientemente alerta sobre la desaparición de plantas y animales. Como consecuencia de la actividad humana, alrededor de un millón de especies están en peligro de extinción. El deterioro de la naturaleza ocurre a una velocidad sin precedentes y tendría graves consecuencias para la humanidad, que necesita de sus servicios para subsistir.



## En esta nota:

Lucas Garibaldi, doctor en Ciencias Agropecuarias, UBA. Coordinador del área de Beneficios de la Naturaleza a los Seres Humanos en el informe del IPBES. Investigador del CONICET. Director del Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural y profesor en la Universidad Nacional de Río Negro.

Gustavo Schrauf, doctor en Ciencias Agropecuarias, UBA. Profesor de la Cátedra de Genética y Director del Criadero Cultivos del Sur en la Facultad de Agronomía de la UBA.

Walter Farina, doctor en Ciencias Biológicas, UBA. Investigador del CONICET, director del Laboratorio de Insectos Sociales y profesor en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA.



La quinoa, hoy revalorizada por sus propiedades nutritivas, es una especie que corrió el riesgo de extinguirse.

“Es la punta del iceberg”, solemos decir cuando lo que vemos de un problema es sólo una pequeña fracción. Sin embargo, la metáfora funciona también en otro sentido: la punta asoma sobre el agua gracias a una gran masa de hielo sumergida, que la mantiene a flote. De manera similar operan los ecosistemas para asegurar nuestro sustento. La producción de alimentos sólo es posible por la enorme variedad de seres vivos, y las relaciones entre ellos y con su entorno.

Pero esta diversidad está disminuyendo de modo alarmante y puede acarrear graves consecuencias al ser humano, con un millón de especies amenazadas de extinción. Así lo advierte la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por sus siglas en inglés), auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en su informe publicado en mayo en París.

“La salud de ecosistemas de los cuales nosotros y todas las otras especies dependemos se está deteriorando más rápido que nunca. Estamos erosionando las bases mismas de nuestra economía, nuestro sustento, la seguridad alimentaria, la salud y la calidad de vida en todo el mundo”, dijo el presidente del IPBES, Sir Robert Watson.

El estudio es el primero de esta magnitud. Fue realizado en los últimos tres años por 145 expertos de 50 países, en base a 15000 fuentes científicas y gubernamentales de referencia. Las cinco causas principales de la pérdida

acelerada de especies son los cambios en el uso del suelo y el mar, la explotación directa de organismos, el cambio climático, la contaminación y las especies exóticas invasoras; todas ellas originadas por el hombre al modificar la naturaleza, buscando obtener sus beneficios.

La actual producción agropecuaria es uno de los factores que más aporta a la degradación de los ecosistemas. Paradójicamente, la provisión de alimentos es uno de los aspectos de nuestra vida que más afectado se vería por ese deterioro. Nuestro sustento depende de una multiplicidad de seres, como las plantas y animales domesticados, sus parientes salvajes y el vasto rango de organismos que, sin ser alimentos, participan en la producción de todo lo que comemos. Por lo tanto, conservar la biodiversidad (la variedad de vida a nivel genético, de especies y de ecosistemas) es indispensable para nuestra supervivencia.

## De buena semilla

¿Pero cómo aporta esta diversidad a nuestra alimentación? Un cultivo, por ejemplo, puede tener diferentes variedades, cada una con distintas y valiosas propiedades: algunas son tolerantes a la sequía, mientras que otras pueden soportar mayor salinidad del suelo, ser resistentes a una plaga o simplemente más sabrosas. Sin embargo, la degradación de la naturaleza y los cambios en los hábitos de consumo generan la pérdida de algunas de estas variedades. Según un informe publicado en 2019 por la

Organización para la Alimentación y la Agricultura de la ONU, de 6000 especies cultivadas, el 66% de la producción corresponde a sólo 9 de ellas.

Para un productor, sembrar una única variedad es comercialmente atractivo, pero puede ser perjudicial a escala regional. Según Lucas Garibaldi, investigador del CONICET y coordinador del área de Beneficios de la Naturaleza a los Seres Humanos en el informe del IPBES, es fundamental contar con una mayor diversidad. Es decir, que los paisajes sean heterogéneos, con muchos cultivos, y también que se vayan rotando en un mismo lote. “Eso hace que las producciones agropecuarias sean más sostenibles en el tiempo y en el espacio; y haya menos degradación”, explica.

Los humanos requieren una dieta variada, que incluya todos los nutrientes necesarios para ser saludable. La biodiversidad también es importante en este sentido. Gustavo Schrauf, profesor de Genética en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (UBA), ejemplifica la importancia de la diversidad genética con la Gran Hambruna de Irlanda de 1845. Cuando un hongo atacó la única variedad de papa que cultivaban, el país quedó sin un alimento base; y murieron casi un millón de personas.

También existe el riesgo de perder especies poco conocidas o consumidas, pero valiosas por sus cualidades nutricionales, como la quinoa. “Hoy en día tiene un precio exorbitante, porque se valorizó que es un buen alimento, pero



Para un productor, sembrar una única variedad de cultivo es comercialmente atractivo, pero puede ser perjudicial a escala regional.

se podría haber extinguido –señala Schrauf–. El amaranto casi se extinguió. Deberíamos pensar estrategias para recuperar estos cultivos”.

Muchas veces un alimento tiene un valor cultural. Los qom de Formosa, por ejemplo, que poseen una cultura nómada de caza y recolección, también cultivaban distintos maíces, pero se perdieron con la aparición de otras formas de alimentación. Cuando un grupo de la UBA les llevó semillas que habían sido guardadas en un banco de conservación, las locales tenían nombres propios y una comida asociada para cada variedad. La gente las multiplicó y tomó como propias, porque recuperó una parte de su cultura. Para Schrauf, la mejor manera de preservar estas semillas “es devolvérselas a las comunidades originarias para que las multipliquen. Si nosotros lo queremos hacer, nos cuesta muchísimo”.

Proteger y mantener accesibles las distintas variedades es central para ejercer una soberanía alimentaria. Esto es, la capacidad de decidir qué comemos, qué cultivamos y cómo producimos los alimentos. “Si esas decisiones quedan en manos de empresas, uno sabe que las toman en función de su rentabilidad y no de las necesidades de la sociedad”, opina Schrauf. Se suelen seleccionar plantas que sólo mejoran el rendimiento a través de un alto uso de agroquímicos, pero al elegir las se pierden otras propiedades que pueden ser útiles en el futuro.

## Biodiversidad S.A.

Pero no sólo de plantas vive el hombre. Existen muchos seres que contribuyen con servicios ecosistémicos vitales, como los polinizadores, los enemigos naturales de las plagas y los organismos del suelo. Todos ellos se conocen

como biodiversidad asociada y trabajan, muchas veces, desde el anonimato. Algunas especies nunca han sido identificadas, o sus funciones dentro del ecosistema a menudo son poco comprendidas.

Pero, ¿qué tan importante es el rol que desempeñan? Más del 75 % de los cultivos dependen de la actividad de los polinizadores, por ejemplo. Estos animales transportan polen de una flor a otra, favoreciendo la reproducción de plantas silvestres y agrícolas. Sin embargo, su población y variedad está decayendo, y se estima que por ello podrían perderse hasta 577 mil millones de dólares anuales en cosechas a nivel mundial. En la Argentina son comunes los monocultivos que requieren un uso intenso de agroquímicos. Por ello “la situación es crítica tanto para los polinizadores nativos como para las abejas manejadas por el ser humano”, advierte Walter Farina, director del Laboratorio de Insectos Sociales de Exactas UBA.

La proporción de polinizadores salvajes es baja, pero muy importante, ya que cuantas más especies hay en un entorno, mejor es el rendimiento de los cultivos. ¿Pero cuál es la causa de su disminución? “Es la extensión de la frontera agrícola, haciendo que los paisajes sean cada vez más fragmentados, más homogéneos en términos del recurso que ofrecen; y de tener cada vez más administración de agroquímicos”, considera Farina. Según el último Informe Ambiental de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, en Argentina la expansión de la actividad agropecuaria es una de las mayores causas de pérdida de bosques nativos. Estos son derribados para la siembra, principalmente soja. Sólo en 2017, en el país se desmontó una superficie mayor a 8 veces la Ciudad de Buenos Aires.

## Soluciones en la mesa

Pero no todo está perdido, o al menos no todavía. Para el IPBES, aún estamos a tiempo de revertir los efectos de la pérdida de biodiversidad, y ello requiere un compromiso profundo de todos los actores del sistema alimentario: los productores, los consumidores, el sector público y la sociedad civil. Los pueblos indígenas y las comunidades locales, con sus diferentes sistemas de valores y visiones del mundo, también deben ser incorporados a la discusión. Hoy, pequeños productores con menos de dos hectáreas proveen casi el 30 % de los alimentos; y conservan, en general, una rica agrobiodiversidad.

Con respecto a la agricultura, el IPBES enfatiza la necesidad de una planificación del territorio que, en simultáneo, provea seguridad alimentaria y proteja a las especies, las funciones ecológicas y los distintos modos de vida. Estas premisas son la base de la agroecología que, según Schrauf, será la manera de producir en el futuro. Una mirada similar comparte Farina, para quien es importante evitar los monocultivos, disminuir el uso de agroquímicos y tratar de mantener cinturones de flora nativa dentro de entornos agrícolas.

La profesora Sandra Díaz, investigadora del CONICET que copresidió el Informe y recientemente obtuvo el premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2019, advirtió: “las contribuciones a la humanidad de la biodiversidad y la naturaleza son nuestra herencia común y la red de seguridad más importante para el sostén de la vida. Pero nuestra red de seguridad está siendo estirada casi al punto de romperse”. Y si no hacemos algo, pronto ya no habrá acrobacia posible para remediar la situación.

# Conocé la página web de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Futuros Alumnos | Alumnos | Docentes | No Docentes | Graduados | Investigadores | Comunidad Exactas | Contacto

EXACTAS UBA

Institucional | Enseñanza | Investigación | Extensión

Vista del Pabellón 2 desde el edificio del IFIByNE

### NOTICIAS

**Historia de una pionera**  
Se presentó el nuevo libro del Programa de Historia de la Facultad: "La química es para las mujeres. Delfina Molina Y Vedia pionera en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales".

**Para atrapar al ión**  
En el Departamento de Física se está terminando de armar un nuevo laboratorio en las fronteras tecnológicas de características únicas en América Latina.

**El otro juego ciencia**  
El playón central del Pabellón II fue ocupado por tableros en los que se jugaron 15 partidas simultáneas de go contra Fernando Aguilá, uno de los mejores jugadores amateurs del mundo.

**La rana fluorescente**  
Todos los detalles de una investigación de seis años que dio la vuelta al mundo y que fue posible a partir de la interdisciplina y la tradición científica.

### CANAL EXACTAS

Conocé Exactas. Video institucional de la Facultad de Cienc...

### TWITTER

Exactas UBA @Exactas\_UBA  
Finalmente el libro llegó al cielo! Ernesto Carvó (Exactas-INQUIMAE) ganó el #RightMindChallenge. Conocé su proyecto [bit.ly/2sXNVz7](#)

El libro, cerca del cielo  
Un proyecto encabezado por [nevecencia.exactas.uba.ar](#)

### AGENDA

**14 JUN**  
Conferencia "Desafíos profesionales para la gestión medioambiental en la minería metalífera"  
El miércoles 14 de junio, a las 11:00 hrs., tendrá lugar la charla "Desafíos profesionales para la gestión medioambiental en la minería metalífera": que estará...

**14 JUN**  
Presentación del libro "La Argentina y el cambio climático. De la Física a la Política"  
El miércoles 14 de junio, a las 17:30 hrs., se realizará la presentación del libro "La Argentina y el cambio climático. De la Física a la Política".





¿Cómo acercarte a la ciencia en tres pasos?



**1 visitá**

Nex Ciencia en: <http://nexciencia.exactas.uba.ar>

**2 sumate**

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



**3 seguinos**

por Twitter a través de [@nex\\_ciencia](https://twitter.com/nex_ciencia)

[nexciencia.exactas.uba.ar](http://nexciencia.exactas.uba.ar)