

Año 26 | N° 65 | agosto 2019  
ISSN papel: 1514-920X  
ISSN en línea: 1853-2942

EXACTAMENTE

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

**EX**  
*m*

La revista de  
divulgación  
científica

**Entrevista**  
Gustavo Politis

**Proyecto CLIMAX**  
Conocimiento cooperativo

**Astronomía**  
Radiotelescopio LLAMA

Física solar

**Efecto Carrington**



# SUSCRÍBASE AL CONOCIMIENTO

## CIENCIAHOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy  
Volumen 28 número 84 marzo - abril 2019

Ejemplar en la Argentina \$185

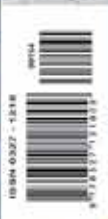
### litio



### recurso estratégico

Democracias provinciales  
Aves en los rastrojos

Catolicismo y ciencias sociales  
Armadillos



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

contacto@cienciahoy.org.ar  RevistaCienciaHoy Tel (011) 4961 1824 Fax (011) 4962 1330

# Nº 65

AGOSTO  
2019



Foto de tapa:  
NASA Earth Observatory  
Imagen: Robert Simmon

## 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, suscribir a tu institución, bajar la revista en formatos electrónicos o ver cómo conseguir la versión en papel en el sitio web:  
[revistaexactamente.exactas.uba.ar](http://revistaexactamente.exactas.uba.ar)  
o por e-mail a:  
[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

## La responsabilidad de elegir

Formar científicos (y técnicos) requiere un esfuerzo enorme. Lo hacemos con pasión, pero también con el deseo de que nuestro esfuerzo redunde en beneficio para los estudiantes y para la sociedad. No podemos hacerlo pensando que la única salida laboral que van a encontrar cuando se reciban será Ezeiza. No podemos hacerlo pensando que los aguarda un país sin industrias y que sólo vive de sus exportaciones primarias. No podemos hacerlo viendo cómo poco a poco nuestros mejores científicos, que podrían estar formando a los jóvenes, emigran aceptando ofertas de trabajo productivo y de calidad, bien remunerados y con las condiciones de trabajo necesarias para una tarea de tanta complejidad.

Es esto lo que estamos viendo: la destrucción lisa y llana del sistema científico argentino, el ahogamiento presupuestario, el deterioro salarial, la involución al pasado de las fugas de cerebros que costará muchísimo repatriar si es que lo logramos algún día (puede ver precisiones sobre esta debacle en la nota de Pablo Taranto en la página 46).

La democracia nos coloca nuevamente frente a la responsabilidad de elegir un nuevo gobierno. En estas elecciones uno de los asuntos clave será el modelo de nación que nos proponen los diez partidos políticos en pugna: una nación industrial o una agroexportadora. Uno en el cual la ciencia y la tecnología sean protagonistas del crecimiento o uno en el que la educación científica sea un mero lujo pomposo del que podamos prescindir.

**Ricardo Cabrera**  
Director de EXACTamente



# SUMARIO



6

## Astronomía

Radiotelescopio LLAMA

32

## Salud

Dispositivos IQOS

10

## Conocimiento cooperativo

Proyecto CLIMAX

35

## Genética y genealogía

El secreto de tus genes

14

## Sociedad

Palabras subversivas

38

## Informática

Internet de las Cosas

18

## Entrevista

Gustavo Politis

42

## Ciencia y literatura

Frankenstein

22

## Física Solar

Efecto Carrington

46

## Política científica

Cabildo abierto de la ciencia

27

## Humor

por Daniel Paz

49

## Artes

Christiane, un bio-musical científico

28

## Bitácora

Irina Izaguirre

50

## Preguntas

# Área de POPULARIZACIÓN del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media SECCB / FCEN



La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires cuenta con un Área de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media.

## EL AREA DE POPULARIZACIÓN:

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

## MÁS INFORMACIÓN, CONSULTAS E INSCRIPCIONES

Secretaría de Extensión,  
Cultura Científica y Bienestar  
Ciudad Universitaria, Pabellón II.  
Tel: 5285-8160 (DOV) 5285-8169 (EPC)  
[exactas.uba.ar](http://exactas.uba.ar)

## EQUIPO DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA (EPC-EXACTAS)

El EPC-Exactas coordina programas y organiza actividades de cultura científica destinados a múltiples audiencias:

- Semanas de las Ciencias.
- Semana de la Enseñanza de las Ciencias.
  - Exactas va a la Escuela
  - La Escuela viene a Exactas.
- Exactas en la Feria Internacional del Libro.
  - La Noche de la Ciencia.
- Ferias y eventos abiertos de popularización.

### CONOCÉ MÁS DE ESTAS PROPUESTAS:

<https://exactas.uba.ar/extension/comunicacion-publica-de-la-ciencia/>  
[facebook.com/PopularizacionExactasUBA](https://facebook.com/PopularizacionExactasUBA)



## DIRECCIÓN DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL (DOV-EXACTAS)

La DOV-Exactas brinda información y asesoramiento para la elección de una carrera universitaria. Organiza programas y actividades para acercar a los alumnos a las carreras científicas:

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

### CONOCÉ MÁS DE ESTAS PROPUESTAS:

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

# STAFF

## CONSEJO EDITORIAL

**Presidente:** Juan Carlos Reboreda

**Vocales:** Sara Aldabe Bilmes, 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:** Alberto Díaz Añel, Soledad Ramírez, Nancy López

**Corrección:** Ignacio Bustos Carozzo

**Diseño:** Pablo G. González

**Fotografía:** Diana Martínez Llaser

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





ESO/B. Tafreshi

Proyecto de Brasil y Argentina

# LLAMA al cielo

Las piezas del radiotelescopio LLAMA, que ya se encuentran en Salta, esperan ser armadas próximamente. Se podrían iniciar observaciones celestes hacia 2020. Luego se conectará la antena a otros complejos astronómicos como ALMA en Chile, y será –en su conjunto– el instrumento de mayor resolución espacial del mundo.

Antenas del complejo ALMA en Chile que funcionará en cooperación con LLAMA en el Norte argentino.

Alto, bien alto, en plena Puna de Salta, científicos de Brasil y de la Argentina están próximos a tocar el cielo con las manos. Este equipo sudamericano está armando la platea para observar el Universo en Altos Chorrillos, a 4820 metros sobre el nivel del mar, a través de la antena –denominada LLAMA– que permitirá realizar investigaciones cosmológicas profundas. Pero esto no es todo, a futuro este aparato será conectado con otros radiotelescopios que hoy funcionan a la misma altura pero del otro lado de los Andes, en Chile; y en conjunto se convertirán en el instrumento de mayor resolución espacial sobre el planeta.

Acrónimo de *Large Latin American Millimeter Array*, LLAMA es el proyecto encendido en 2014 por brasileños y argentinos que se jugaron a apostar alto en medio de no pocas vicisitudes.

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



Los componentes del telescopio llegaron de Alemania en 19 partes y se están ensamblando en Argentina.

“Esperamos que la primera luz, o primera prueba, sea en el 2020”, coinciden las doctoras en física Gloria Dubner y Elsa Giacani, desde el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), centro científico que Dubner dirigió durante los últimos nueve años en la porteña Ciudad Universitaria.

Cuando casi contaban con todas las piezas para armar este radiotelescopio de ocho millones de dólares, un contratamiento generó no pocos dolores de cabeza. Proveniente de Alemania, el aparato llegó desarmado en 19 bultos al puerto de Zárate, en Buenos Aires, y desde allí debía continuar el viaje al norte argentino, en otros tantos camiones, en un periplo de doce días que se inició a principios de 2018. La caravana requería ir despacio por las características delicadas de la carga, que además sobrepasaba el ancho habitual de las rutas. Esto obligó a alargar el camino con numerosos rodeos para sortear puentes angostos y obstáculos viales. “De los 19 camiones, llegaron 18 porque uno se desbarrancó a cien kilómetros antes de la meta final, y dañó lo que llevaba a bordo”, relata Giacani, miembro del Comité Directivo de LLAMA.

Destrucción total fue el diagnóstico de los expertos sobre la parte afectada, que demandará a la empresa germana Vertex unos diez meses volver a

construir y, otro tiempo más, para llevarla de nuevo a destino. Justamente, este fragmento averiado está ubicado en la base de la antena, “así que, mientras tanto, no se puede armar el resto del aparato. Además, la instalación requiere un plantel de profesionales, en su mayoría ingenieros de la fábrica alemana, que entre instalación y pruebas trabajarán unos seis meses en las condiciones difíciles del altiplano”, agrega Dubner, ex miembro del Comité Directivo de LLAMA, sobre la movida logística que aún falta realizar. El seguro cubrió los costos del incidente; en tanto, el tiempo de demora lo aprovecharán para edificar la base de operaciones donde se eruirá el aparato. Por el momento, ultiman detalles para licitar la edificación de los cimientos, que serán financiados por la Argentina.

## Techo del mundo

Silencio, sólo interrumpido por el sonido del viento. Paisaje extraño, casi de otro planeta, y visitas curiosas. Durante nueve años, el Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR) realizó “en forma casi ininterrumpida, campañas de monitoreo de la transparencia de la atmósfera” en el Noroeste argentino.

Justamente, una de las características que convierte a la Puna en una platea excepcional para espiar el Cosmos es su

aire, extremadamente seco, por su gran altitud. Esto evita el vapor de agua de la atmósfera que degrada la sensibilidad de los telescopios. Estas condiciones técnicas ventajosas que ofrece ubicarse más allá de los 4000 metros, van contra el cuerpo humano, porque a esas alturas hay poco oxígeno en el aire, y hay peligro de verse afectado por el *Mal Agudo de Montaña*. Por eso, la base de operaciones está ya construida a unos 22 kilómetros de distancia de la antena, más precisamente en San Antonio de los Cobres. Si bien esta localidad también está por las nubes, se sitúa unos mil metros más abajo del sitio donde se levantará finalmente el telescopio.

“En el lugar del aparato no habrá nadie permanente, porque no se puede pernoctar en esas condiciones de altura. La gente que asiste irá y volverá en el día a San Antonio de los Cobres”, advierte Dubner, y enseguida describe el terreno que en poco tiempo será sostén de la antena: “Es el techo del mundo. Alrededor se ven volcanes muy antiguos apagados. Es una planicie desértica con cielos muy claros. Es fantástico”.

Ella y un grupo de colegas, entre otros, visitaron en abril de 2018 el llamado “Sitio 0”, lugar de emplazamiento del futuro radiotelescopio. Pero antes de llegar a la cima, la comitiva se detuvo a pocos kilómetros de alcanzar la





La base de operaciones se encuentra a 22 km del emplazamiento de la antena, en San Antonio de los Cobres.

meta, a pedido de los anfitriones salteños. “Vamos a rendirle homenaje a la Pachamama –nos dijeron– y entonces dejamos ofrendas en la apacheta, que es un montículo de piedras apiladas unas sobre otras”, que suelen ubicarse en cuevas difíciles o como marcas en el camino. El mundo andino conserva los ritos de sus ancestros de brindar presentes a la “Madre Tierra” o *Mama Pacha*, la diosa totémica de los incas.

Desde el primer momento, los responsables de LLAMA no olvidaron a las comunidades aborígenes, y ni bien eligieron el sitio para instalar el radiotelescopio, consultaron el parecer sobre este proyecto astronómico de los representantes de los pueblos originarios. “Todos estuvieron de acuerdo, salvo un solo jefe aborígen que se opuso. Entonces, el Ministerio de Asuntos Indígenas de Salta intervino y lo resolvió positivamente”, historia.

Con el acuerdo del ayer y el hoy, el futuro promete develar más misterios del universo, conocer con más detalles las fulguraciones solares, los núcleos de galaxias activas, las nubes moleculares donde están naciendo estrellas, la radiación del polvo frío extragaláctico, o los planetas extrasolares. “LLAMA es un radiotelescopio de doce metros de diámetro para ondas milimétricas y submilimétricas. Son frecuencias de radio muy altas, y eso sirve para explorar moléculas en el espacio, donde hay muchas que tienen líneas de emisión en esas bandas. Se podrán hacer investigaciones cosmológicas profundas”, remarca Dubner, sin dejar de mencionar

que “entre cuatro o cinco Premios Nobel se basaron en trabajos sobre datos de radio. Es decir, este instrumental permite descubrimientos fuertes que cambian la ciencia”.

No se trata de un aparato óptico habitual que sólo opera de noche, sino que puede hacerlo durante las 24 horas, y los datos que recoge serán distribuidos inmediatamente vía Internet a Brasil, a la Argentina, específicamente al IAR, cerca de La Plata, y al “resto del mundo donde demanden los investigadores. Es observación remota”, precisa.

## En casa

Por primera vez, brasileños y argentinos compartirán un instrumental para llevar adelante sus propias investigaciones, sin necesidad de pedir turnos de observación a los distintos centros astronómicos del mundo. Este trámite, que habitualmente requiere meses y años de anticipación, suele partir de la base de que el científico ya tiene localizado el punto de interés a donde enfocar el telescopio. “Hoy se hace ciencia por resultado. Los investigadores necesitan publicar *papers* y se va a lo seguro. Entonces –remarca–, se perdió mucho de la ciencia de exploración que tantas puertas abrió al conocimiento”, y enseguida anticipa: “LLAMA permitirá lanzarse a explorar”.

En este sentido, la cartografía del cielo del hemisferio sur suele contar con datos de las moléculas más abundantes en el universo, como agua y monóxido de carbono. “Hay otras moléculas

menos abundantes cuya distribución en el cielo sur aún no se conoce en forma completa y detallada. Contar con una antena propia como LLAMA permite apuntarla al lugar donde interesa, sin tener la certeza *a priori* de hallar algo. De este modo, se lograría elaborar una cartografía completa. Si no hay nada, esto ya es una respuesta física y química de la evolución de la galaxia”, indica Dubner.

Jugar de local, en ciencia como en el fútbol, tiene sus beneficios. Como antena simple, LLAMA es un aparato del cual existen otros en el mundo desde hace décadas. “Pero el cielo es muy grande y todavía hay muchísimo para explorar. Tenerlo dedicado para astrónomos de Brasil y Argentina nada más, ya es una maravilla, porque implica no tener que salir a pedir tiempo de observación en otros telescopios del mundo”, insisten ambas expertas argentinas, sin ocultar la alegría, porque saben el impacto que esto generará en la ciencia nacional.

Una vez en marcha, el dispositivo posiblemente será operado por un instituto binacional en nombre de cada país, extendiendo el convenio firmado por el entonces Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva nacional (ex MINCYT) y la Fundación para la Ciencia del Estado de San Pablo (FAPESP, Brasil).

## Conexión futura

En una primera etapa, LLAMA será un radiotelescopio simple, usado en forma individual; mientras aguarda la



## Polo en Salta

Salta tiene la altura necesaria para llevar adelante distintas iniciativas científicas. “LLAMA no es el único proyecto en la provincia, que será un polo astronómico. Se va a instalar el proyecto QUBIC (*Q-U Bolometric Interferometer for Cosmology*), que mide la polarización de la radiación de fondo de las condiciones iniciales del universo, el *Big Bang*. Estará en el mismo cerro de LLAMA y aprovechará la infraestructura, como la provisión de agua, las líneas de energía, Internet y los caminos. También, la Universidad de La Plata pondrá un telescopio pequeño que le fue donado para ser instalado en la capital bonaerense, pero que a la altura de la Puna salteña tiene mayores capacidades”, remarca Gloria Dubner, ex titular del IAFE, quien en 1999 intentó que el proyecto ALMA se instalara en esa misma zona del Noroeste argentino. “Mi plan inicial fracasó, porque ALMA quedó en Chile, pero con LLAMA lo compensaremos y potenciaremos”, anticipa, sin dejar de remarcar la importancia de tener a la Universidad de Salta muy cerca de estos complejos, lo cual permitirá contar con personal capacitado para manejar las iniciativas de cara al Cosmos.

conexión futura con otros complejos astronómicos del mismo tipo ubicados en el país trasandino. Tal es el caso de ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*). “Cuando opere en cooperación con las 64 antenas de ALMA –complejo situado en Chile, del otro lado de Atacama, a 120 kilómetros en línea recta de LLAMA–, funcionará como un interferómetro de gran línea de base. Y cuando se conecte a otros radiotelescopios operando en conjunto, pasará a formar parte del instrumento de mayor resolución espacial sobre el planeta”.

LLAMA no sólo tendría ALMA, sino que la red podría también sumar el *Atacama Pathfinder Experiment* (APEX) y el *Atacama Submillimeter Telescope* (ASTE). “Un pre-requisito importante para obtener imágenes de calidad es tener



José Viramonte, encargado del proyecto en Salta; Juan José Larrarte, responsable del área técnica del proyecto; María Soledad Vicente, en ese momento Secretaria de Ciencia y Tecnología de la provincia de Salta, y Gloria Dubner.

un número importante de telescopios conformando la red global. En el mundo son pocos los instrumentos que pueden operar exitosamente a esas frecuencias, ya que requieren que se encuentren ubicados por encima de los 4000 metros sobre el nivel del mar. Ellos son ASTE (4800 m), APEX y ALMA (5100 m) en el norte chileno, el Gran Telescopio Milimétrico (GMT - 4600 m) en México y los telescopios ubicados en Hawai, EEUU, a 4100 m: *James Clerk Maxwell Telescope* (JCMT), *Caltech Submillimeter Observatory* (CSO) y *Submillimeter Array* (SMA). En ese sentido, es de suma importancia científica realizar los mayores esfuerzos para construir más telescopios que se integren a la red operando en longitudes de onda submilimétricas. En ella, el Telescopio LLAMA también podrá jugar un rol de primer nivel”, destacan desde la página oficial de IAR.

LLAMA va a operar de distintas maneras, cambiando su “agudeza de visión”. Como “disco simple” la resolución angular variará desde 3 minutos de arco hasta 9 segundos de arco según la frecuencia utilizada (desde 35 GHz hasta 700 GHz). Haciendo interferometría con los radiotelescopios milimétricos ubicados del lado chileno (ALMA, ASTE, APEX) podrá alcanzar resoluciones angulares del orden de la milésima del segundo de arco, mejorando en diez veces la resolución de ALMA. Y finalmente, como parte de una Red Global Milimétrica de gran línea de base, podría llegar a los veinte microsegundos de arco, alcanzando una resolución 5000 veces superior a la del telescopio óptico Hubble, según señala Dubner.

## A fondo

Pero para llegar a pensar a largo plazo, aún es necesario concluir y poner en marcha este proyecto binacional que, según el convenio, sería pagado por partes iguales por ambos países (alrededor de 8 millones de dólares cada uno). “Brasil ya lleva invertidos 11,5 millones de dólares; mientras que la Argentina, algo más de cuatro millones de dólares. Por lo pronto este año y el que viene, nuestro país necesita completar los 3,5 millones que faltan para terminar la infraestructura en Altos Chorrillos; luego poner la antena y que funcione, es decir que le llegue potencia y permita hacer la transmisión de datos, aunque no sea la mejor banda, pero debe poder operarse remotamente. Mínimamente, eso”, plantea Dubner, sin ocultar su preocupación sobre el tema económico.

Cuando en su momento se presentó la propuesta de LLAMA “fue rankeado como el mejor proyecto en el ex MINCYT. El presupuesto estuvo bien pensado para poder llegar al compromiso que la Argentina asumió”, dice Giacani, y Dubner observa: “Lo que podría detener o hacer fracasar LLAMA es si no ingresan a tiempo los fondos comprometidos”.

Con esta inquietud por delante, Giacani finaliza: “LLAMA es el mejor instrumental de astronomía que tendrá el país. Por eso es fundamental que se sostenga su desarrollo. Si se demora su conclusión, se frena todo el desarrollo de la astronomía instrumental de la Argentina”.

Conocimiento cooperativo

# El clima nos involucra a todos

El conocimiento acerca del clima ya no es incumbencia exclusiva de los investigadores del área. Ahora el trabajo se realiza en interacción con otras disciplinas, como la antropología, y con los diversos actores sociales que serán beneficiarios de ese conocimiento: productores agropecuarios, empresas e instituciones, como las escuelas o las cooperativas. El objetivo es proveer herramientas que ayuden a esos actores a tomar decisiones con información del monitoreo y los pronósticos climáticos. Es una nueva manera de hacer ciencia, que se denomina co-producción del conocimiento. Aquí se relatan dos proyectos de investigación en esta novedosa modalidad.



## Especialistas consultadas

Valeria Hernández, doctora en Etnología y Antropología Social, Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales (París); investigadora del Instituto de Investigaciones para el Desarrollo (IRD, Francia). Profesora en la Universidad Nacional de San Martín.

Cecilia Hidalgo, doctora en Ciencias Antropológicas, FFyL-UBA; profesora plenaria de la UBA. Investigadora del Instituto de Ciencias Antropológicas (ICA), de UBA y CONICET.

Celeste Saulo, doctora en Ciencias de la Atmósfera, Exactas-UBA. Investigadora CONICET; directora del Servicio Meteorológico Nacional.

Carolina Vera, doctora en Ciencias de la Atmósfera, Exactas-UBA. Investigadora en el Centro de Investigación del Mar y la Atmósfera (CIMA), de UBA y CONICET.



Los productores fueron capacitados para instalar pluviómetros, registrar la información y subirla a la aplicación creada para el proyecto. Foto: gentileza Valeria Hernández.

El clima no es incumbencia exclusiva de los especialistas. La sociedad en su conjunto tiene mucho que decir al respecto. Por un lado, la acción humana viene produciendo cambios en el clima desde hace más de dos siglos, y las poblaciones más vulnerables son las que sufren las consecuencias. Por el otro, el pronóstico del tiempo a corto y mediano plazo resulta fundamental para el desarrollo de muchas actividades productivas, en particular las agropecuarias.

Por ello, los climatólogos cambiaron su forma de investigar, y ahora salen de sus laboratorios e interactúan con todos aquellos actores sociales que necesitan contar con información meteorológica y climática de buena calidad a fin de poder tomar decisiones adecuadas. Y, para que el conocimiento generado pueda ser utilizable, los expertos en esta disciplina se asocian con investigadores de las ciencias sociales para, en conjunto, dialogar con quienes harán uso de ese saber especializado. El conocimiento no solo es interdisciplinario, sino también intersectorial.

“La producción de conocimiento climático relevante y útil es un desafío para los científicos tanto de las ciencias naturales como sociales, que comenzaron a trabajar juntos en programas de cambio global conscientes de la necesidad de incorporar la ‘dimensión humana’ y las necesidades sociales vinculadas al cambio global. De hecho, desde fines

de la década de 1970 los proyectos comenzaron a incluir a investigadores en ciencias sociales”, afirma la doctora en ciencias antropológicas Cecilia Hidalgo, que coordina un proyecto de provisión de servicios climáticos para el sur de América del Sur, que incluye instituciones universitarias, organismos estatales y representantes de diversos sectores de Argentina, Brasil, Paraguay y EEUU, y es financiado por el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI).

“Los servicios climáticos constituyen una nueva dimensión de los estudios del clima, y consisten en extraer información de las estadísticas con el fin de que sean aprovechadas por distintos sectores de la sociedad, y así agregar valor a los datos estadísticos que son atesorados por los servicios meteorológicos de los distintos países”, explica la doctora Celeste Saulo, directora del Servicio Meteorológico Nacional.

Por su parte, la doctora Carolina Vera, profesora en Exactas-UBA e investigadora del CONICET, señala: “En los últimos quince años hubo avances grandes en el conocimiento del clima regional, y todo eso nos llevó a emprender el desarrollo de herramientas de monitoreo y pronóstico, pero estaba claro que no íbamos a ir muy lejos si, por un lado, no nos asociábamos con investigadores de antropología y, por el otro, si no manteníamos un diálogo sostenido con

el servicio meteorológico y los distintos usuarios de esos productos”.

## Servicios climáticos

El concepto de servicios climáticos fue formulado por primera vez en 2009 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), “que instó a los servicios meteorológicos de los países a que crearan centros regionales del clima. En Sudamérica se crearon tres centros, uno de ellos es el que coordinamos entre Argentina y Brasil, y presta servicios climáticos a seis países: Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay, Bolivia y Chile”, detalla Saulo.

El Centro Climático Regional para el Sur de Sudamérica (CCRSS) es la implementación del mandato de la OMM hacia los servicios meteorológicos sobre la necesidad de establecer servicios climáticos, y genera información histórica sobre temperatura, humedad, lluvia, cantidad de días en condiciones secas o con exceso de humedad. Pero también brinda pronósticos para los tres meses siguientes.

Los servicios climáticos comprenden cinco áreas prioritarias: agricultura y seguridad alimentaria, reducción de riesgos de desastre, energía, salud y agua. En cada una de las áreas existen instituciones, organizaciones y personas, en cada país, que requieren información confiable para tomar decisiones.

Página web del proyecto CLIMAX

<http://www.climax-sa.org/bermejo/nosotros.php>

Los investigadores eligen los temas de trabajo en términos de las necesidades de los usuarios. Así, intentan reconocer sus expectativas y escuchan la voz de todos aquellos actores sociales involucrados en el tema.

En esta producción conjunta del conocimiento cumplen un rol central las herramientas específicas de la antropología: la observación participante, el diálogo y el análisis de los fenómenos socioculturales desde distintos puntos de vista. De este modo, es posible alcanzar un conocimiento profundo de la dinámica de los agentes y de los sectores a los que pertenecen, así como de los contextos económicos, sociales y culturales en los que está inmersa la comunidad que hará uso de la información climática

Los especialistas en ciencias sociales se ocupan, entre otras tareas, de “organizar los espacios de comunicación, y tratar de que todos puedan expresarse, sin que nadie acapare la palabra. También llevamos un registro de las actividades, monitoreando el desarrollo del diálogo para luego provocar una reflexión acerca de lo ocurrido”, detalla Hidalgo.

**Información y toma de decisiones**

La nueva forma de producir información climática difiere del modelo tradicional en que el servicio meteorológico informa a un público genérico si al día siguiente va a llover o a bajar la temperatura. “Ahora es necesario sectorizar, sentarse y trabajar, por ejemplo, con la gente del agro en época de siembra o de cosecha, y darle información específica: si va a llover por encima de determinado valor, y todo eso requiere un trabajo mucho más detallado en el que participan los antropólogos y los sociólogos”, asegura Saulo.



Talleres de trabajo conjunto entre la comunidad, los antropólogos y los climatólogos, en el Chaco.

Paula Bassi

“También hay un trabajo docente para que los usuarios puedan interpretar esa información”, advierte Saulo.

Interactuar con distintos sectores no es fácil, y la comunicación interinstitucional enfrenta algunos obstáculos, pues, cada institución tiene una agenda propia y no es sencillo replantearla para adecuarla a la de los otros.

“La gente tiene que empezar a trabajar de otra manera, y en Exactas no se nos forma para el trabajo interdisciplinario con colegas de las ciencias sociales”, admite Saulo.

Por su parte, los productores necesitan adaptarse a la incertidumbre propia del conocimiento científico. Y los especialistas en antropología tratan de conciliar esos dos universos, que se necesitan pero que recién están aprendiendo a escucharse mutuamente.

**Productores y campesinos del Chaco**

En la línea de producir conocimiento útil y aprovechable por la sociedad, surgió la iniciativa Diálogo Bermejo, que se realiza en el departamento Bermejo, al sudeste de la provincia del Chaco. Es un área de alrededor de 2500 kilómetros cuadrados y 25 mil habitantes, donde conviven actividades productivas muy variadas. Por un lado, los grandes productores ganaderos y las empresas arroceras, que concentran la tierra y el capital. Por el otro, los productores medianos, principalmente

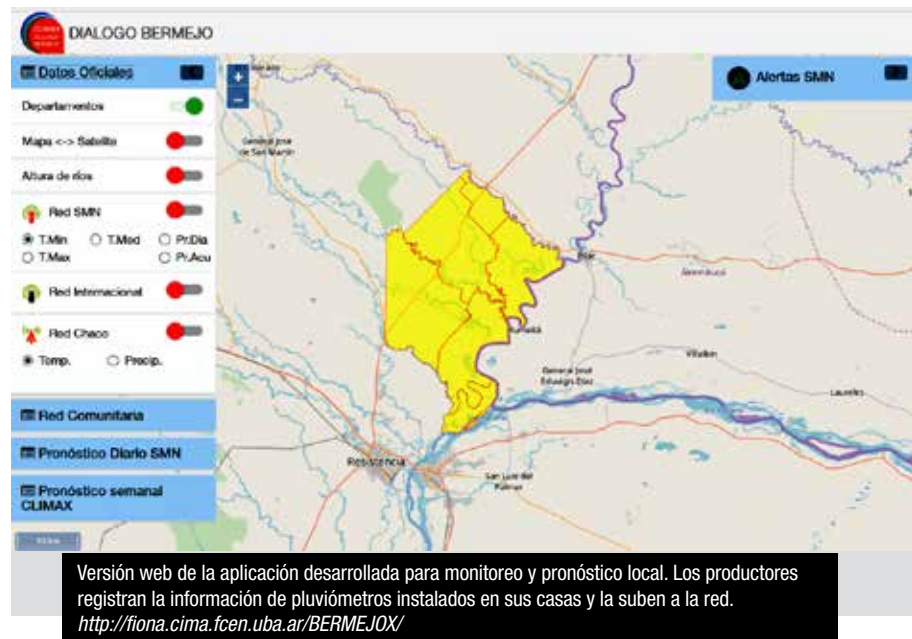
ganaderos. Por último, los campesinos criollos y miembros de comunidades indígenas, con cultivos de hortalizas y granos. Todos ellos necesitan contar con información meteorológica para los días o meses siguientes. Pero los requerimientos de cada uno son diferentes.

Carolina Vera, directora del proyecto, detalla: “La iniciativa Diálogo Bermejo forma parte de un proyecto mayor, denominado CLIMAX, que arrancó en 2016 con el fin de producir servicios climáticos para el sector agropecuario”. Es una red internacional que asocia investigadores en ciencias del clima y en ciencias sociales, profesionales del CCRSS, así como productores, extensionistas, y todos aquellos actores e instituciones interesados en colaborar en el estudio de la variabilidad climática.

La doctora en antropología Valeria Hernández, participante del proyecto, apunta: “La información climática que se genera para una región puede ser muy buena y detallada, pero cada usuario se apropia de ella de manera diferente, ya sea un pequeño o un gran productor”, y subraya: “Es necesario pensar estrategias para las comunidades teniendo en cuenta la heterogeneidad de aquello que comúnmente se denomina ‘el campo’”.

Para los investigadores, un paso previo era entrar en contacto con la comunidad, conocer sus necesidades y estimar de qué manera podrían hacer un uso eficaz de la información. Hernández, junto con dos becarios, se estableció durante dos años en Departamento Bermejo para





iniciar el trabajo de campo antropológico, participando de la vida cotidiana de esa población, manteniendo reuniones con autoridades locales y definiendo los objetivos junto con los actores locales. En un cuaderno tomaban nota de todo lo que se hablaba, tratando de entender la historia productiva, política y social del lugar.

“Ese trabajo nos permitió distinguir los distintos perfiles productivos, sus diversos intereses climáticos, y las formas diferentes de usar la información que ya tenían”, señala Hernández, investigadora en el IRD. En ese punto, entraron a trabajar los especialistas en clima, con reuniones interdisciplinarias periódicas en el CIMA y talleres participativos en el Chaco.

Para trabajar con la comunidad era necesario romper con prejuicios y estereotipos. Al principio, los pobladores desconfiaban de los investigadores que –según suponían– iban a decirles lo que tenían que hacer. Pero pronto comprendieron que la intención era producir conocimiento entre todos.

“Como estudiosos del clima, nuestra lógica históricamente aplicada era la de transferir conocimientos, pero en este caso íbamos a aprender, y a intercambiar conocimiento y experiencias”, su-braya Vera.

Las investigadoras coinciden en que, cuando se iniciaron los talleres, se produjeron momentos extraordinarios de encuentro de todos los actores, a los que se fueron sumando autoridades del

gobierno de la provincia del Chaco, así como funcionarios del Ministerio de Producción y del INTA.

## Red comunitaria para medir la lluvia

Conocer la cantidad de lluvia caída en un área es fundamental para estimar el estado de los caminos o decidir a dónde llevar el ganado a pastar o a beber agua. Pero los datos que ofrecen las estaciones del SMN pueden no ser suficientes. Por ejemplo, los productores observaban que los valores de lluvia caída registrados en la estación meteorológica de Resistencia, a 60 kilómetros de Bermejo, no coincidían con lo que habían observado en sus campos.

Como la lluvia tiene una distribución espacial aleatoria, los productores de Bermejo quisieron contar con información localizada. “Así surgió la idea de una red comunitaria de medición, y el desarrollo de una aplicación para celular sobre monitoreo y pronóstico”, indica Vera.

Con dinero del proyecto se compraron pluviómetros que fueron distribuidos entre las familias, en los distintos parajes, para tener una cobertura mínima. El paso siguiente fue capacitar a los productores –devenidos en observadores– para instalar los pluviómetros, cómo usarlos y cómo registrar la información y subirla a la aplicación. Hoy la red cuenta con 19 puntos de medición en la comuna, y continúa creciendo.

En esa red participan productores medianos y pequeños, y la escuela secundaria agrotécnica denominada Escuela de Familias Agrícolas; también se busca integrar a representantes de la etnia Qom para la tarea de comunicar los registros de la Red Comunitaria Bermejo. De este modo, los miembros de la red registran los datos de medición en su paraje, luego estos registros son ingresados a un sitio web para luego visualizar la información en la aplicación Diálogo Bermejo, que se está desarrollando conjuntamente.

Hoy, mediante la aplicación y un celular los productores pueden acceder a información del estado meteorológico vigente y de su pronóstico.

“Aquí se genera conocimiento experto, pero también se produce un hecho social: hay una comunidad que todos los días mide a las nueve de la mañana, llueva o truene, y llena las planillas de una manera determinada, en lo que fue capacitada”, comenta con entusiasmo Hernández.

Hoy en día el conocimiento acerca de la variabilidad climática es un factor insoslayable frente a la producción sustentable de alimentos y la generación de energía. Por ello es tan importante que los investigadores de las ciencias naturales y sociales trabajen junto con productores, proveedores de energía, organismos estatales y responsables de formular políticas públicas con el fin de estudiar la variabilidad del clima.

# Palabras subversivas

Aquí y allá suenan vocablos nuevos. Son voces silenciadas durante siglos que tratan de hacerse escuchar y, para ello, atacan la gramática. La Real Academia Española reacciona para mantener el *statu quo* y dicta normas que pretenden detener la amenaza. No obstante, las guerrillas continúan su avanzada. ¿Triunfará la rebelión?

Gabriel Stekolschik - [gstekol@de.fcen.uba.ar](mailto:gstekol@de.fcen.uba.ar)  
Fotos: Diana Martínez Llaser



---

## En esta nota

Santiago Kalinowski, director del Departamento de Investigaciones Lingüísticas y Filológicas de la Academia Argentina de Letras.

Guiomar Ciapuscio, doctora en Lingüística. Investigadora del CONICET. Profesora de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA.

Daniela Heim, doctora en Derecho. Experta en Género. Profesora en la Universidad Nacional de Río Negro.

Ana Ojeda, licenciada en Letras (FFyL-UBA). Escritora. Editora del Grupo Planeta. Obtuvo una Mención en la reciente entrega del Premio Nacional de Novela.

Gabby de Cicco, poeta, traductorx, talleristx. Se define como persona no binarie.

---

“El tipo mostró la hilacha”, suele decirse de alguien que, involuntariamente, delata su condición social, su nivel cultural o su ideología.

Según la Real Academia Española (RAE), la expresión “mostrar la hilacha” es una locución coloquial que significa que alguien “deja ver sus intenciones o defectos”.

El origen de la frase se remonta a la España de la Inquisición, cuando los judíos ocultaban su condición religiosa para no ser convertidos forzosamente al catolicismo o terminar su vida en la hoguera.

La “hilacha” refiere a los *tzitzit*: los hilos de color natural o blanco que vemos asomar por la cintura de los judíos ortodoxos, contrastando con su vestimenta negra.

Podría decirse que la Santa Inquisición terminó. Pero la expresión se siguió utilizando durante los siglos que siguieron y quedó incorporada a la lengua española. Y a pesar de su génesis antisemita, la RAE no la marca como “despectiva”, “discriminatoria” o “peyorativa”. Y se usa. Aun cuando una persona de la comunidad judía que conoce el germen de esta expresión pueda sentirse herida cuando la escucha.

Es que, con el uso, el lenguaje se “naturaliza” y, en ese proceso, se hace invisible la violencia simbólica que trae consigo esa construcción colectiva que es la lengua: sí, la lengua la hacemos



los que la hablamos; la RAE decide, después, si una palabra o una expresión nueva adquirió la “importancia” suficiente –si la usan suficientes personas– como para incorporarse al diccionario.

## La palabra del poder

Como producto humano, la lengua refleja los prejuicios, las creencias y las relaciones de poder presentes en un momento dado, en una sociedad. Y, como se transmite de generación en generación, puede perpetuar la manera en la que nos pensamos a nosotros mismos y, también, cómo concebimos el mundo: todavía seguimos hablando de “sexo débil” para referirnos a una mujer, o decimos que una persona “trabaja como un negro”. Se debate si “presidenta” sí o no, pero no se discute “sirvienta”. Si en una reunión hay ocho odontólogas y un odontólogo se habla de una reunión de odontólogos. Cuando nos dirigimos “a todos y a todas”, estamos ignorando a un amplio colectivo que no se reconoce en la definición binaria de los sexos.

Es infinita la cantidad de ejemplos que muestran que el lenguaje que utilizamos discrimina e invisibiliza a diferentes grupos sociales. Y lo naturalizamos: sin darnos cuenta de que hay seres humanos que padecen la violencia de esa discriminación en carne propia, o que sienten que la sociedad en la que viven no los nombra y, por lo tanto, considera que no existen.

También, sin darnos cuenta, a través del lenguaje naturalizamos un ordenamiento social: aceptamos jerarquías y desigualdades, y las sostenemos, aun cuando nos perjudiquen.

El lenguaje no es neutral: responde a un entramado específico de poder y, como tal, guía nuestras conductas.

## Una lucha por la palabra

Desde hace casi medio siglo, el feminismo plantea que el lenguaje es androcéntrico, es decir, que toma como referencia al hombre y, como consecuencia, invisibiliza y subordina a la mujer. Y denuncian como uno de los responsables al masculino genérico: por ejemplo, decimos “los alumnos” para abarcar a un grupo de estudiantes conformado por varones y mujeres.

El masculino genérico está prácticamente en todas las lenguas del mundo, y eso no es por casualidad: habla de la *historia del hombre* (observe el lector que así nos expresamos cuando nos referimos a la evolución de toda la humanidad). O sea, no habla de la *historia de la mujer*.

Probablemente, si hubiésemos construido sociedades en las cuales los varones y las mujeres gozaran de los mismos derechos, el masculino genérico no estaría en cuestión. Pero el funcionamiento patriarcal de la sociedad dice que esto no es así.

La lucha por nombrar –y visibilizar– a la mujer llevó paulatinamente al desdoblamiento de los sustantivos: se dice “los niños y las niñas”, “los trabajadores y las trabajadoras”.

No obstante, desde su sitio web la RAE advierte: “La actual tendencia al desdoblamiento indiscriminado del sustantivo en su forma masculina y femenina va contra el principio de economía del lenguaje”.

Paradójicamente, el gobierno de España le encargó a la RAE un informe para “adequar la Constitución española a un lenguaje no sexista”. Recientemente, el director de la RAE, Darío Villanueva, anticipó que en el informe “no habrá sorpresas”.

Sorpresa produjo en 1999 la Constitución de Venezuela, la primera norma en español que incorpora en su texto el desdoblamiento del sustantivo: hay diputados y diputadas, funcionarios y funcionarias, ciudadanos y ciudadanas.

Pero el desdoblamiento es binario. Considera que solamente hay dos sexos y, por lo tanto, no nombra –ignora– a una creciente diversidad de subjetividades –y corporalidades– sexuales que no se perciben varones o mujeres.

Son niños, ciudadanes, diputades, funcionaries... son personas que luchan por ser parte de todes.

## Palabras nuevas

*Lubidulia, golocidalove, descentrate-lura, gormullos*, no están en el diccionario de la RAE. Sin embargo, Oliverio Girondo utiliza esas palabras en su poema *Mi Lumía* (*lumía* tampoco está en el diccionario). Girondo inventa palabras para provocar un efecto estético.

Así como el ADN genera la inmensa diversidad de la vida combinando solo cuatro “letras”, los humanos somos capaces de crear un enorme número de palabras con un conjunto limitado de elementos mínimos (sonidos, o gestos, en el lenguaje de señas). De hecho, ideamos neologismos todo el tiempo.

Se inventó “Cordobazo” en 1969 y “corpiñazo” en 2018. No están en el diccionario. Pero se usan: son palabras que tienen un efecto político.



El lenguaje inclusivo iría por ese camino: “Es un fenómeno social, político, ideológico. Es una movida externa a la lengua”, consigna Guiomar Ciapuscio.

“El desdoblamiento, la @, la x, la e, son recursos de intervención en el discurso público para denunciar y poner en evidencia una injusticia en la sociedad. Es decir, no es un fenómeno lingüístico propiamente dicho, sino político, retórico y discursivo”, afirma Santiago Kalinowski.

Lo que hace particular esta intervención política es que no solo incorpora palabras nuevas sino que, además, intenta alterar la gramática, es decir, las reglas que gobiernan la lengua. Algo así como el andamiaje que sostiene nuestro idioma.

## Formas nuevas

Hablar en jeringoso de corrido no es fácil, requiere entrenamiento. También hay que practicar bastante si se quiere sostener oralmente un discurso del tipo “les chiques queremos que une adulte imagine a elles, les científiques, y a nosotres mismos como artistas del futuro”.

Lo que sucede es que se está modificando la morfología (la forma) de las palabras, que es un aspecto de la gramática. En este caso, se alteran pronombres, sustantivos, artículos y adjetivos. En definitiva, se perturba el andamiaje y, en consecuencia, se desequilibra el sistema lingüístico.

“Se trata de una operación no tradicional sobre el género y su morfología, sin demasiados antecedentes en la historia”, explica Kalinowski.

De hecho, el precedente más significativo de un cambio gramatical en la lengua española fue el que dio lugar al voseo: el proceso que llevó a que usemos el pronombre “vos” en lugar del “tú”, que a su vez condujo a que modifiquemos la morfología de los verbos (por ejemplo “sos” en lugar de “eres”).

“El voseo es un fenómeno lingüístico que llevó siglos y vino de la mano de cambios en las relaciones sociales. Fue combatido por las Academias y tildado de viruela de la lengua por famosos escritores de principios del siglo XX”, ilustra Ciapuscio. “En la Argentina, se consolidó hace relativamente pocas décadas. Mis libros de lectura en la escuela primaria usaban el tú, y en mi casa se hablaba con el vos”, recuerda, y opina: “Estos cambios llevan mucho tiempo y me parece que el cambio hacia el inclusivo queremos hacerlo muy rápido”.

Se dice que la lengua está viva, porque cambia permanentemente. Todos los años, los hablantes adoptamos palabras nuevas mientras otras caen en desuso: ya no decimos “gomina”, ahora usamos “gel”. Son cambios léxicos que suceden “naturalmente”, con el paso del tiempo, casi sin darnos cuenta.

Distinto es tratar de intervenir “artificialmente” la lengua con un cambio gramatical: querer alterar la forma de las palabras para dar cuenta de otras formas de nuestra humanidad.

## Guerra de guerrillas

Si se piensa en que hay más de 500 millones de hablantes del español, por ahora son relativamente pocos. Podría decirse que es una vanguardia. Pertenecen, mayoritariamente, a clases



medias urbanas de ciudades grandes. Utilizan las redes sociales, los ámbitos educativos y el espacio público en general para desafiar al diccionario. Su lucha ha provocado la reacción de numerosos sectores, incluida la mismísima RAE.

“La lengua no la decide una minoría. No la decide la RAE ni, tampoco, un movimiento que lucha por la igualdad. Porque la lengua es algo que está en la mente de los hablantes”, señala Kalinowski.

La disputa abrió una grieta. Por un lado, provoca la reacción de sectores conservadores. Por el otro, se mira de reojo a quien no se expresa con el lenguaje inclusivo.

“El lenguaje nos habita, el lenguaje es propio, individual. Aunque es social, también es privado. No se puede imponer. Tiene que haber respeto por la propiedad privada que es el lenguaje”, subraya Ciapuscio.

## Derecho a la palabra

La ley de contrato de trabajo habla de los trabajadores. Salvo en un apartado menor y específico que lleva por título “Trabajo de mujeres” –dedicado a asuntos como el embarazo o la lactancia–, la palabra “trabajadoras” no existe en esa norma.

Se cuenta que, alguna una vez, un empresario se valió de esta omisión para no reconocer el derecho a indemnización de las trabajadoras de su empresa.

Si este relato es verdadero está por verse. Pero deja claro que el lenguaje jurídico no es inclusivo.

“El Derecho se conformó con múltiples exclusiones. El paradigma jurídico está pensado en términos masculinos y para un tipo particular de hombre: blanco, católico, propietario... un ciudadano de primera categoría, digamos”, retrata Daniela Heim. “Pensar el Derecho en clave inclusiva es considerar también este sesgo de ciudadanía que afecta a los pueblos originarios, a los discapacitados, que discrimina por clase, por nacionalidad, por pertenencia a un grupo religioso, entre otros”, ejemplifica. “La exclusión por género es transversal a todas las demás”, completa.



Heim festeja la inclusión de la figura del “femicidio” como agravante del homicidio en el Código Penal. Pero advierte: “El travesticidio y el transfemicidio no están contemplados en la ley”.

## Palabra de escritorxs

“Como poeta y persona no binarie, sentí la necesidad de utilizar este lenguaje en algunos de los poemas de mi último libro. Ahí podés encontrar el todas, todes, todos o todxs, según lo que deseo decir”, comenta Gabby de Cicco. “No quiero una práctica de lenguaje que borre, sino donde convivan, existan, y sean dichas todas las identidades posibles. Quiero que todas las personas puedan nombrarse como deseen, con la letra que deseen”, remarca.

*Pues pues* es el nombre de una novela escrita en lenguaje inclusivo por Ana Ojeda: “Me pareció un desafío interesante a nivel del trabajo con la materialidad del lenguaje, que es la herramienta principal de la escritura. Por otro lado, siempre me parece importante reflexionar cómo ingresa en la ficción todo lo que nos está sucediendo como sociedad, cómo se apropia la escritura de lo extraliterario”.

Ojeda cuenta que hay muchos textos escritos en inclusivo, que circulan desde hace ya varios años: “Hay hasta una versión de *El Principito* escrito en inclusivo”, revela.

Como editora, considera que “editar libros en inclusivo no implica una dificultad adicional de ninguna especie”. Y opina: “Pienso que el lenguaje inclusivo puede prosperar y ofrecernos nuevas sonoridades con las cuales es interesante trabajar para ver hasta dónde podemos llevarlas”.

## El futuro de la palabra

“El triunfo del inclusivo está en si se termina el patriarcado o no. En los actos políticos las pancartas no piden la gramaticalización, piden que se termine el patriarcado”, puntualiza Kalinowski.

Quienes ven el lenguaje inclusivo como un fenómeno de intervención política, externo a la lengua, coinciden en dudar de que pueda prosperar más allá del ámbito público. En este sentido, Ciapuscio opina que “con los discursos o con los textos uno quiere convencer para lograr determinados objetivos. En este caso, para ser efectivo, hay que lograr un delicado equilibrio entre el esfuerzo por visibilizar a la otra, o el otre, y los principios que regulan el funcionamiento de la lengua”.

Por su parte, Kalinowski advierte que “condenar su uso con argumentos gramaticales sería equivalente a condenar cualquiera de las metáforas usadas diariamente en política. Paralelamente, exigir su uso equivaldría a forzar en alguien la adopción de una determinada idea política”.

Es difícil que los hablantes gramaticemos el lenguaje inclusivo. Pero es probable que, en un futuro, generalicemos el “todes”, el “chiques” u otros términos inclusivos en nuestro decir cotidiano.

“El diccionario que no sigue los usos es un diccionario que no sirve para nada”, afirma Kalinowski.

Por ahora son palabras que incomodan. Una piedra en el zapato que nos recuerda que vivimos en una sociedad injusta.



Gustavo Politis

# El poblamiento de América antes de que llegaran los barcos

Hace unos 20 a 22 mil años, un grupo humano se separa de sus ancestros asiáticos y se detiene en Beringia (hoy, el estrecho de Bering, que separa Asia de América). Cuando los hielos de la última glaciación comienzan a derretirse, hace unos 18 mil años, aquellos hombres y mujeres emprenden la marcha hacia el sur en busca de sustento y climas más benignos. Pocos milenios después, ya habían arribado a nuestras pampas, según lo testimonian los trabajos que realiza desde hace tres décadas el arqueólogo Gustavo Politis, que en 2015 fue distinguido como Investigador de la Nación. Ahora, en un artículo publicado en *Cell*, confirma, junto a investigadores de Alemania, Estados Unidos, Brasil, Chile y Perú, mediante estudios genéticos, una continuidad entre aquellos humanos que partieron de Beringia, y las actuales comunidades originarias.

## ¿Qué nos dice el reciente trabajo publicado en *Cell*?

Este *paper* resume el análisis de ADN nuclear antiguo de 49 muestras de huesos humanos encontrados en excavaciones, algunas extraídas hace mucho tiempo, y procesadas en dos o tres laboratorios del mundo. Trece de esas muestras corresponden a la región pampeana. En términos generales, estos estudios confirman el origen asiático de las poblaciones originarias de América. Los grupos fundadores se habrían separado de los ancestros asiáticos en algún momento, entre 16 y 18 mil años atrás, en Beringia, en coincidencia con un pico de la glaciación que los mantuvo aislados. Ese aislamiento generó nuevos haplogrupos, que luego iniciaron la colonización de América. Había dos núcleos ancestrales:



Gustavo Politis es director del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA) de CONICET y la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), y profesor en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

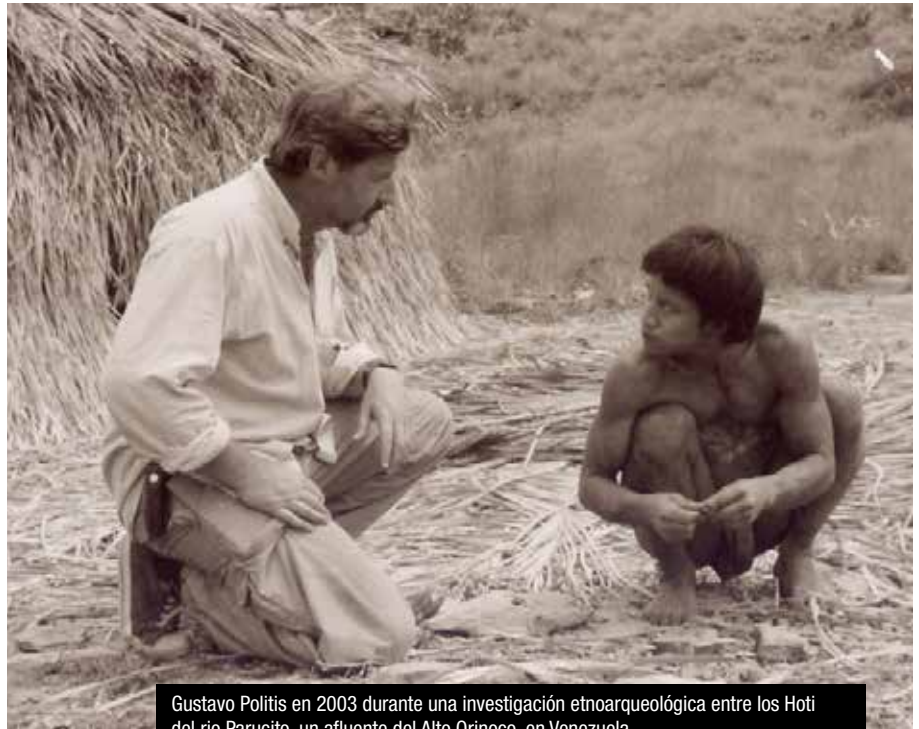
uno se mantuvo en Norteamérica, en la zona de los grandes lagos; el otro pobló gran parte de América del Norte, marchó hacia el sur y llegó a Sudamérica. Y encontramos que los dos esqueletos más antiguos hallados, uno de Brasil y otro de Chile, están relacionados con un esqueleto denominado Anzick, perteneciente a la cultura norteamericana denominada Clovis y datado en unos 12 mil años.

### ¿Esta confirmación genética coincide con las conclusiones de la arqueología?

Estos estudios genéticos ofrecen una mirada complementaria a los hallazgos arqueológicos realizados en los sitios más antiguos del cono sur: Monte Verde, en Chile, y Arroyo Seco 2, en Tres Arroyos (provincia de Buenos Aires), donde estoy trabajando. Todo esto muestra que la población de América se inició luego del máximo glaciar, hace entre 23 y 18 mil años, que hizo que América quedara aislada de Asia por una barrera de hielo. Esta primera población sería anterior a la cultura Clovis, localizada al sur de Estados Unidos y considerada como la más antigua del continente.

### ¿Los grupos indígenas actuales están emparentados con esos primeros pobladores?

En efecto, hay una continuidad poblacional. Toda la variedad de pueblos indígenas que había en América cuando llegaron los europeos básicamente proviene de un mismo stock genético, que derivó en grupos diversos que viven tanto a cuatro mil metros sobre el nivel del mar como en medio de la selva, o en la llanura, a nivel del mar. Unos soportan fríos extremos y otros están en los trópicos, lo que habla también de la plasticidad genética del género humano, que en diez mil años logró una diversidad adaptativa muy importante.



Gustavo Politis en 2003 durante una investigación etnoarqueológica entre los Hoti del río Parucito, un afluente del Alto Orinoco, en Venezuela.

### ¿Esa diversidad también se manifestó en lo cultural?

Sí, se manifestó en lo cultural, incluidos los idiomas. En lo lingüístico, de hecho, América del Sur es uno de los lugares del mundo con mayor variedad de lenguas. Y lo cierto es que se dieron dos grandes imperios, los aztecas, por un lado, y los incas, por el otro, que fueron sociedades complejas, estratificadas, con jerarquías sociales marcadas. A lo largo del Holoceno, los indígenas americanos produjeron innovaciones importantes tales como la domesticación de muchas plantas que, una vez adoptadas por los europeos, cambiaron la alimentación del mundo. Pensemos en el maíz, el poroto, el zapallo, el tomate, la papa, la mandioca, el ají, entre muchos otros. Esa fue la gran contribución de América a la humanidad, porque el mundo sin papa, sin tomate y sin maíz, sería otro.

### En resumen, ¿qué sabemos hoy acerca del poblamiento de América?

Yo formo parte de una generación que, básicamente, pudo demostrar que había gente aquí en América del Sur, unos 1500 años antes de la cultura Clovis de Norteamérica. Y mostramos que esos primeros pobladores, además, estaban cazando animales hoy

extinguidos, como los megaterios, y los caballos americanos. Hicimos las primeras dataciones en la década del 80. Cuando empecé a trabajar en la región pampeana no había una sola datación arqueológica temprana, no se había datado ningún resto humano. En la llanura pampeana no había ninguna datación radiocarbónica, a pesar de que el método ya hacía 25 años que estaba circulando y en la Argentina estaba funcionando el laboratorio de dataciones LATYR (en la UNLP). Pero todavía falta muchísimo por conocer; recién estamos empezando con el tema genético. Además, hay lugares que están poco explorados o tienen poca visibilidad.

### ¿Cuáles son los sitios más antiguos hallados en Argentina?

Un sitio muy antiguo es Arroyo Seco 2, con dataciones de carbono 14 de catorce mil años, y hay otros, en la zona de Tandilia, datados en unos trece mil años. Arroyo Seco 2 fue descubierto en 1972 por aficionados que excavaron y encontraron esqueletos humanos, y también restos de megaterios y otra fauna pleistocénica. Luego se conectaron con (Alberto) Rex González, que era director de la división arqueología del Museo de La Plata. Posteriormente me vinculé yo, siendo aún estudiante.



Mariano Mantel

Año 2010, con parte del equipo de investigación del INCUAPA, durante las excavaciones del sitio Arroyo Seco 2, en el Partido de Tres Arroyos.

## Revistas científicas

La arqueología es una ciencia social, su objetivo es comprender el fenómeno humano, pero, para poder estudiar el pasado, necesita recurrir a herramientas de las ciencias fisicoquímicas y naturales, es decir, precisa del auxilio de la genética, la geología y la química, entre otras disciplinas.

Lo cierto es que a la hora de publicar los resultados de las investigaciones, no es fácil para las ciencias sociales acceder a publicaciones de alto impacto, como *Science* o *Cell*. Sin embargo, *Politis* ha logrado publicar en esas revistas. “En mi caso –señala–, el tema de investigación se relaciona con los primeros pobladores, la extinción de la fauna pleistocénica y los paleoclimas, temas más propensos a ser publicados en esas revistas”. Y acota: “Pero esas revistas tienen su agenda editorial, publican los temas que les interesan, más allá de su real relevancia”.

### ¿Cómo surgió su interés por la arqueología?

Me interesaba el pasado, la historia y los grupos indígenas, y la arqueología me parecía una actividad fascinante, cargada de aventura. Tenía un tío que me estimulaba mucho, y mis padres también me apoyaron; me veían con una vocación tan fuerte que no se podían oponer. Por otro lado, en Necochea, donde crecí, con un amigo mayor que yo e interesado en la arqueología y la paleontología, salíamos los fines de semana a recorrer las lagunas y arroyos en busca de restos arqueológicos. En una de esas salidas encontré un cuchillo pequeño de calcedonia, una roca muy llamativa. Lo tengo aún muy presente, como uno de los primeros hallazgos que más me impactó. La materia prima no era de la zona, después me enteré de que provenía de la zona de Olavarría, a unos 300 kilómetros de Necochea.

### ¿Es sencillo encontrar restos humanos antiguos?

En general, es algo excepcional. Lo que se encuentra son los restos de actividades humanas, artefactos, huesos partidos, puntas de proyectil, raspadores, fogones, entre otros. Una persona, a lo largo de su vida, genera decenas de miles de restos, pero un solo esqueleto humano. Además, lo que tiene más posibilidad de supervivencia es la piedra. Los restos de animales tampoco sobreviven fácilmente. Tienen que darse ciertas condiciones para que eso se mantenga. En la

región pampeana, los restos humanos que encontramos habían sido enterrados, o sea que no estuvieron expuestos a predadores ni a los agentes climáticos. En cambio, los restos de los animales que sirvieron de alimento, al quedar expuestos en la superficie del terreno, comenzaron a ser destruidos más rápido, aunque por supuesto, algunos se conservan.

### ¿Cómo se hace para encontrar un sitio?

Una manera es buscar cortes naturales del terreno: zanjas, barrancas de lagunas o de ríos, porque eso permite acceder a los estratos más antiguos. La otra es aprovechar los movimientos de tierra que se hacen cuando se realizan obras viales. También, si uno tiene una presunción, puede hacer un sondeo a pala. Pero hay otros lugares, como las cuevas y los aleros, que se sabe fueron utilizados por gente del pasado; allí siempre se encuentra algo. Todavía queda mucho por explorar en la pampa argentina, que era una región muy atractiva para los cazadores recolectores, porque tenía una fauna muy variada y otros recursos naturales.

### ¿Cómo se argumenta ante la sociedad acerca de la importancia de la arqueología?

Por un lado, es importante comprender el fenómeno humano en su amplitud y riqueza. No nos podemos



## Cazadores recolectores del presente

Gustavo Politis, además de estudiar los pueblos del pasado, investigó grupos de cazadores recolectores del presente, como los nukak y los hoti, pueblos de la Amazonia colombiana y venezolana, respectivamente. El objetivo era aprender más sobre los pueblos del pasado a partir de un razonamiento analógico. No obstante, estar en contacto con esas sociedades puede aportar mucho para el presente.

“Esas sociedades, con las cuales pasé un tiempo y pude, más o menos, entender cómo vivían, me permitieron interpretar el pasado de una manera distinta”, relata Politis, y opina: “En muchos estudios actuales predomina el supuesto de que la gente del pasado actuaría según nuestra lógica contemporánea, capitalista, urbana y occidental, vinculada a la competencia y el individualismo. Pero en esas sociedades vi lo opuesto: el fenómeno principal no era la competencia sino la cooperación y la solidaridad. Suele tenerse una visión evolucionista, en que la especie que sobrevive es la más fuerte y mejor adaptada. Pero el fenómeno humano es diferente, la cultura nos hace pensar, sentir y actuar de manera diferente”.

Y destaca: “Hoy sería muy difícil retrotraer las cosas a esas sociedades del pasado. Estas, en el presente, son exitosas dentro de esa forma de organización social porque son pequeñas. Cuando los grupos empiezan a crecer, surge la estratificación social, empieza a haber líderes consolidados, una clase administrativa, el ejército, etcétera. Pero esas sociedades nos recuerdan que éramos distintos, que el ser humano llegó hasta ahora por su cultura, no por su biología. El modo de vida cazador recolector era universal hasta hace 12 mil años, todos vivían de ese modo. A partir de 10 mil años atrás se empezaron a complejizar las sociedades”.



Investigaciones en la Amazonia colombiana, en 1996, con el grupo indígena Nukak, junto a Julián Rodríguez.

limitar a conocer solo la historia de los últimos 400 años, desde la llegada de los conquistadores. Es importante para la identidad de una nación, para la soberanía, conocer su pasado. Por otro lado, sin el conocimiento, ¿qué haríamos cuando viene una topadora y arrasa con un sitio arqueológico? ¿Qué dirían en Roma si se demoliera el coliseo? Todas las sociedades preservan el patrimonio cultural de su pasado porque son hitos para el presente, y nos permiten situarnos en nuestro tiempo. Nosotros también tenemos que hacerlo, para ello están los arqueólogos. Además, el patrimonio cultural tiene dos características: es frágil y es irreversible. Si no lo protegemos y estudiamos ahora, se pierde para siempre. Quienes más invierten en arqueología y en preservación del pasado son las sociedades más desarrolladas y ricas, y es porque entendieron esto.

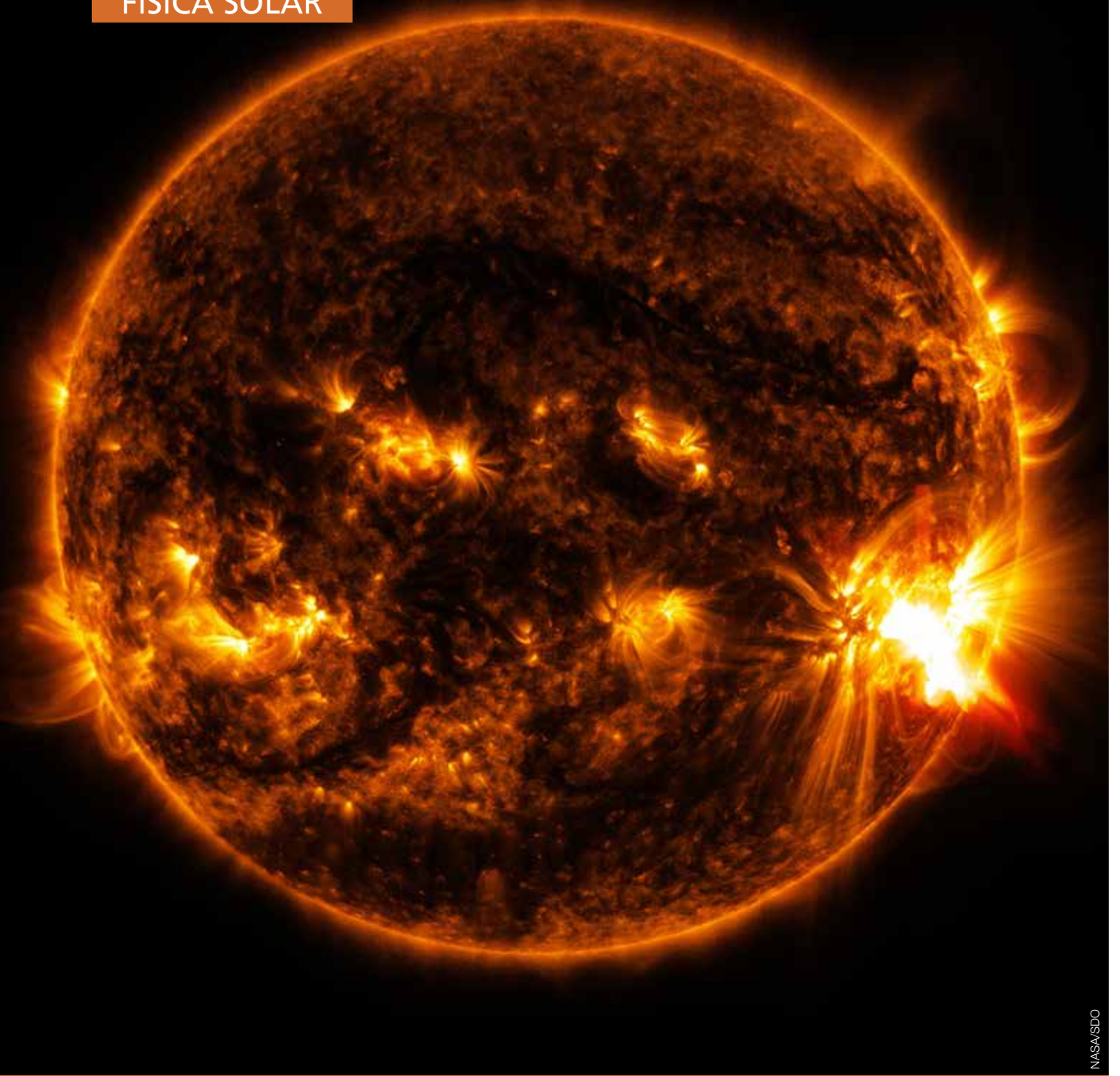
### Esas inversiones seguramente se recuperan con el turismo cultural...

Sin duda, aquellos que han sabido explotar el turismo cultural, multiplican la inversión. Por otro lado, hay que destacar que, en muchos lugares de América, el 80% de los arqueólogos trabajan en empresas privadas haciendo estudios de impacto, que son necesarios cuando se hace una

represa, por ejemplo. Hacer un estudio arqueológico de impacto representa porcentajes bajísimos del total de los costos, y la diferencia es grande, porque se puede evitar destruir sitios arqueológicos que son irrecuperables. Entonces debería haber una legislación que proteja mejor los sitios arqueológicos, y regule la evaluación del impacto.

### ¿Qué significó el premio a Investigador de la Nación, recibido en 2015?

Para mí fue impactante. Pero también fue importante para la arqueología y las ciencias sociales en general. Fue una manera de decir a los arqueólogos: “Ustedes son tan importantes como los otros, y el país los valora. La producción de conocimiento original sobre algunos aspectos de la sociedad humana es tan importante como estudiar la molécula X o la resistencia del material Z”. Y fue el emergente de una política en ciencia y tecnología inclusiva. Había una apuesta fuerte a la ciencia toda. En esa etapa, pudimos ampliar nuestro instituto y comprar vehículos, consolidar equipos de investigación y proyectos sostenibles en el tiempo. Para mí el premio fue la culminación de todo eso. En cambio, hoy estamos contando las monedas para cubrir costos básicos que antes se cubrían sin problemas.



NASA/SDO

Efecto Carrington

# La distopía posible

*En 1859, se produjo el más grande evento solar desatado sobre la Tierra reportado hasta hoy. ¿Cómo influyen las manchas solares, auroras boreales, tormentas magnéticas y las fulguraciones en nuestro planeta y qué consecuencias pueden tener estos eventos extremos? La meteorología espacial nos acerca sus respuestas.*



## En esta nota

**Laura Morales.** Licenciada y doctora en Física. Investigadora del Instituto de Física del Plasma (CONICET y Departamento de Física Exactas-UBA). Profesora del Ciclo Básico Común (UBA).

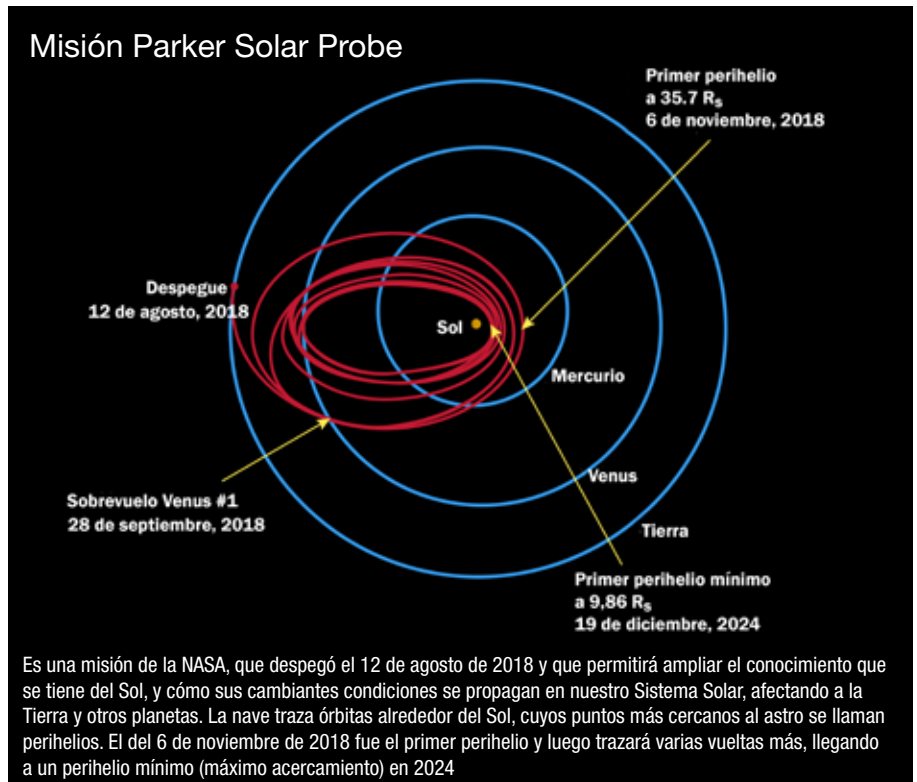
**Marta Rovira.** Licenciada en Física y doctora en Física. Ex presidenta del CONICET y ex directora del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (CONICET - UBA).

**Sergio Dasso.** Licenciado y doctor en Física. Investigador del CONICET. Profesor de los departamentos de Física y de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (Exactas-UBA).

Ciudad de pobres corazones. Por sus entrañas reptaba el subterráneo. Hora pico. El hacinamiento es subhumano. Sin embargo, cada teléfono móvil per cápita, auricular mediante, es capaz de mantener en trance a todas y a todos. Salvo a ella. Está parada pero puede sostener con una mano un libro de cuatrocientas páginas. *El cuento de la criada*. Distopía. Apagón súbito. Los servosistemas mecánicos frenan el subterráneo tanto como para percibir la ley de inercia. “Bueno, aunque la tarifa del transporte público haya subido enormemente, tanto como la del servicio eléctrico, debemos entender, indulgentes, que sigue habiendo cortes a causa del populismo que terminó de gobernar hace muchos años”, no razonan todas y todos. Salvo ella que ve lo que nadie ve. “¿Por qué todas las pantallas de las decenas de celulares cercanos se apagaron por unos segundos y se prendieron simultáneamente?”. Hay algo más que un corte, sospecha y, por un momento, imagina un mundo súbitamente privado de la tecnología umbilical. El 2 de septiembre de 1859, el astrónomo inglés Richard Carrington se preguntó algo parecido: “¿por qué todos los telégrafos fallaron simultáneamente ayer?” y temió: “¿qué sería el mundo sin la telecomunicación?”. Carrington y la mujer del metro conocieron, oportunamente, la respuesta. El Sol.

## Rara, como arrebatada

“En la mañana del jueves 1° de septiembre, durante mi observación habitual de la forma y las posiciones de las manchas solares, observé una aparición que creo es extremadamente rara. La imagen del disco solar se proyectó, como de costumbre, en la placa de vidrio con el filtro de color pajizo pálido, a una distancia y bajo una potencia tal que presentó una imagen de



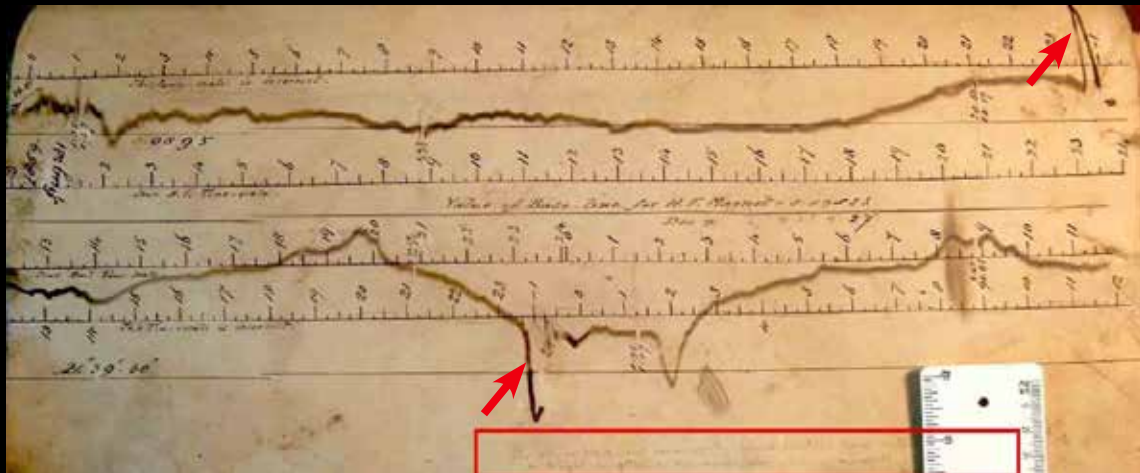
aproximadamente once pulgadas de diámetro. Me había asegurado de tomar los diagramas de todos los grupos y puntos de manchas solares separadas cuando, dentro del área del gran grupo norte —de inusual tamaño—, brotaron dos parches de luz intensa y blanca. Mi primera impresión fue que, por casualidad, un rayo de luz había penetrado por un agujero de la pantalla pegada al cristal-objeto ya que el brillo era completamente igual al de la luz solar directa. Sin embargo, al girar el asa del equipo para intentar mover la imagen, descubrí que yo era testigo desprevenido de un asunto muy extraño. Anoté el dato del cronómetro y, al ver que ese arrebato luminoso aumentaba rápidamente, me apresuré a llamar a un colega para que también fuera testigo de esa rara exposición pero, al regresar un minuto después, descubrí mortificado que ese extraño fulgor ya se había debilitado mucho. Poco después, el último rastro desapareció y, aunque mantuve una vigilancia estricta durante casi una hora, no se produjo ninguna repetición de esas características”, comunicó Carrington a la Royal Astronomical Society del Reino Unido en 1860.

Estudios contemporáneos del informe de Carrington develaron el misterio. Lo que Carrington y otros observaron, entre fines de agosto y los primeros días de septiembre de 1859, fue el más grande evento solar desatado sobre la Tierra que jamás pudo reportarse antes: manchas solares, auroras boreales, tormentas magnéticas diarias y, la espectacular *fulguración* blanca del día 1°.

## A fulgurar, mi amor

La prestigiosa astrónoma Marta Rovira, en su libro *El Sol*, explica: “La atmósfera solar es tan caliente que, en la mayor parte de ella, el gas que lo forma se encuentra en un estado de *plasma*. Un plasma es un gas a tan altas temperaturas que, pese a ser eléctricamente neutro, contiene electrones e iones libres que no forman estructuras atómicas. Los plasmas son buenos conductores de la electricidad y muy sensibles a los campos magnéticos externos. En la corona solar el plasma no queda atrapado por la gravedad de la estrella y puede expandirse a planetas lejanos. La presión de radiación, que contrarresta a la fuerza gravitatoria de la masa estelar, depende de la temperatura y de la densidad y compite con la presión de los campos magnéticos presentes, que es proporcional al cuadrado de la intensidad de los mismos.”

En esta compleja danza plasmática de presiones y campos en el Sol, las fulguraciones son emisiones de grandes cantidades de energía originadas en una región relativamente pequeña de la atmósfera solar y en intervalos que pueden ir desde minutos hasta horas. Durante estos procesos, la energía magnética se convierte en radiación y en energía cinética de las partículas. La razón del uso del término *fulguración* reside en el carácter repentino de su aparición, en su intenso brillo y en lo variable de su intensidad. La energía liberada en una fulguración puede equivaler a diez millones de erupciones volcánicas terrestres.



Registro de la componente horizontal del campo magnético de la Tierra desde el Observatorio Kew (Reino Unido) del 1 al 2 de septiembre de 1859, que muestra el pico magnético a las 11.15 del 1 de septiembre y la gran tormenta geomagnética que siguió 17,6 horas más tarde e hizo que el registro se fuera de escala. (Cliver et al., 2004).

Justamente fue Carrington el primero en ligar este fenómeno con la tormenta geomagnética que llegó a la Tierra catorce horas y diecisiete minutos después de haber observado su fulguración histórica en 1859.

Laura Morales, es una de las principales expertas argentinas en física solar y explica: “No sucede siempre pero, bajo ciertas condiciones, las fulguraciones que ocurren en la atmósfera solar pueden dar lugar a lo que llamamos *eyecciones coronales de masa* –CME por sus siglas en inglés– en una escala de magnitudes muy amplia”. Las CME fueron identificadas mucho antes de ser denominadas como tales por su responsabilidad en las tormentas geomagnéticas. La pérdida de estabilidad de las estructuras del campo magnético coronal sería la mejor candidata para la eyección de una CME. En tanto plasma confinado gravitatoria y magnéticamente que logra eyectarse de manera autónoma, por ejemplo en un viaje hacia la Tierra a velocidades algo menores que la del viento solar, las CME son fenómenos astrofísicos tan apasionantes como inquietantes. La interacción de una CME con el campo magnético terrestre puede provocar severos efectos no deseados en instalaciones eléctricas y sistemas de comunicaciones.

Morales lo explica: “La ionosfera terrestre, como fluido, tiene cargas y corrientes eléctricas en equilibrio. Desequilibrar ese sistema con un campo magnético variable necesariamente genera corrientes inducidas no previstas, por ejemplo en los cableados. Afectar un dispositivo que funcione con un campo magnético constante, mediante variaciones de ese campo, implicará la aparición de nuevas corrientes que pueden, por ejemplo,

afectar severamente el sistema de transporte de electricidad.” El 9 de marzo de 1989, una CME que se dirigió directo a la Tierra creó una tormenta geomagnética que dañó la red eléctrica de la provincia canadiense de Quebec, afectó el rendimiento de varios satélites en órbita polar y creó auroras observadas en el sur de Florida.

Morales, doctorada en Canadá, trabajó en su post doctorado en la Agencia Espacial de ese país elaborando modelos numéricos a partir del sensado remoto de campos magnéticos a lo largo de ese extensísimo territorio boreal de América del Norte. “Como para Canadá es prioritario estudiar la correlación entre las auroras y las tormentas geomagnéticas que inducen corrientes en las líneas del suministro eléctrico, la Agencia Espacial ha instalado decenas de magnetómetros bien al norte, en tierras muy deshabitadas. En tanto necesidad geopolítica, el gobierno subvenciona a las pequeñas comunidades de esas inhóspitas regiones a cambio de preservar y mantener los magnetómetros”, relata Morales. El problema de todos los países ubicados a esas latitudes es que los cableados necesariamente deben ser aéreos: no hay manera de perforar trazados subterráneos en superficies cubiertas de hielo. “Es tan significativa esta dificultad que, aún en ciudades meridionales como Montreal, hay que esperar el verano para sepultar a los fallecidos del año”, acota Morales. Para Canadá, cuya principal fuente energética es la hidroeléctrica –tanto para el autoabastecimiento como para la exportación a Estados Unidos–, la previsión de la vulnerabilidad geomagnética del sistema de transporte es de vital importancia. Desde el gran apagón de 1989, el estado y las compañías de electricidad

canadienses desarrollaron sofisticados protocolos de protección de sus redes que, de todas maneras, no tuvieron necesidad de implementar aún.

## Es la economía, estúpido

“Si fallara completamente una red eléctrica regional debido a un escenario extremo del clima espacial podría haber una interrupción considerable de la economía mundial”, dijo en enero de 2017 el analista Edward Oughton de la Universidad de Cambridge (Reino Unido). Evidentemente, la falta de energía primaria podría provocar la interrupción de otros variados sistemas críticos de la infraestructura social.

Algunos expertos dicen que una tormenta solar severa llevaría a un apagón regional lo suficientemente breve como para reanudar razonablemente rápido las operaciones con normalidad. Sin embargo, los pesimistas advierten que habría una destrucción generalizada de equipos con apagones que durarían meses. Comenzaría afectando el suministro eléctrico pero terminaría desquiciando toda la producción económica mundial. Oughton agrega: “Actualmente nos faltan pruebas sobre la globalidad de las consecuencias de un evento severo, de ahí que haya un debate sobre la duración de la interrupción. Hay acuerdo en que, de mínima, podríamos perder el suministro eléctrico global durante un par de días”.

Según las estimaciones de Oughton, en el escenario más extremo, los Estados Unidos perderían más de cuarenta mil millones de dólares diarios por apagones, más otros siete mil millones por la ruptura de la cadena de



## Para ver y leer más

*El Sol.* Marta Rovira, Colección Ciencia Joven, EUDEBA: 2007.

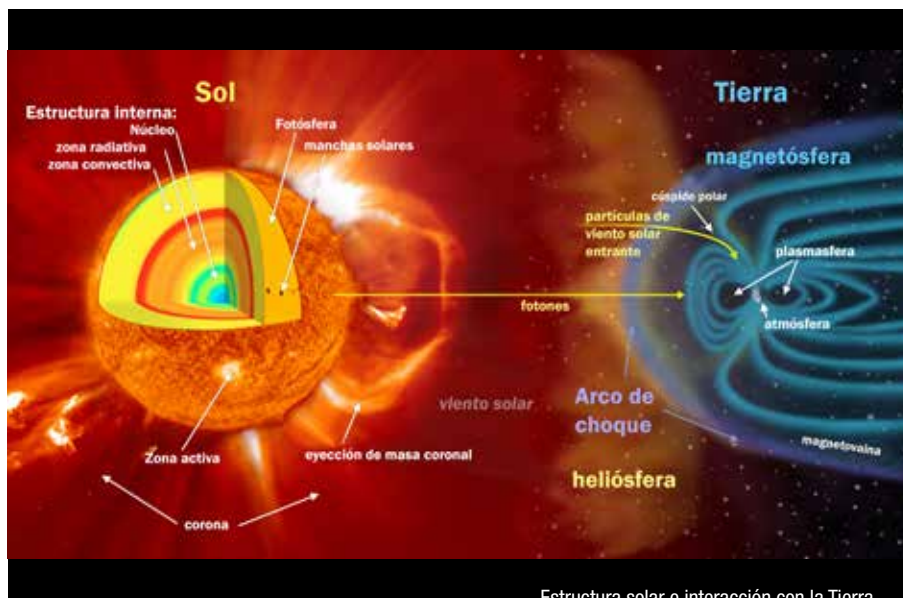
*Los enigmas del Sol.* Sergio Dasso, Ediciones Cooperativas: 2005.

Departamento de Física de la Universidad de Oslo:

[https://sohowww.nascom.nasa.gov/classroom/nordlys\\_english.mp4](https://sohowww.nascom.nasa.gov/classroom/nordlys_english.mp4)

Pronóstico del Clima Espacial (DCAyO. Exactas-UBA y SMN):

<http://spaceweather.at.fcen.uba.ar>



Estructura solar e interacción con la Tierra.

suministro internacional. Dos tercios de la población estadounidense sufrirían las consecuencias de primera mano. En promedio, el costo económico directo, por la interrupción de la electricidad, sería el 49% del costo macroeconómico total.

En 2012, el astrofísico Pete Riley de la consultora *Predictive Science* (San Diego, Estados Unidos) estimó, en una publicación de la revista *Space Weather*, la probabilidad de que un evento solar de cierta magnitud tenga lugar en un determinado intervalo de tiempo futuro. Particularmente, Riley calculó que un nuevo escenario de tipo Carrington podría darse con una probabilidad de aproximadamente el 12% en la década que finaliza en 2022. El problema hoy podría ser, quizás, que la experiencia de Carrington no alcanzará para dimensionar los efectos socioeconómicos: los telégrafos están en la prehistoria del actual sistema de comunicación globalizada.

Una de las características del Sol es la de tener un comportamiento aproximadamente periódico cada veintidós años. La cantidad de manchas y el área solar que cubren varían con un hem ciclo de unos once años. Morales opina: “Más allá de la magnitud del evento, no me cabe duda de que seremos testigos de uno con alto impacto sobre la economía mundial durante alguno de los próximos máximos de actividad del ciclo solar” y agrega: “Cualquier programa de reposición a su estado anterior de redes eléctricas colapsadas, en una escala de seis meses, será siempre más costoso que la inversión en medios científico tecnológicos para disponer de más y mejor información preventiva”.

## Los que sí pueden mirar directamente al Sol

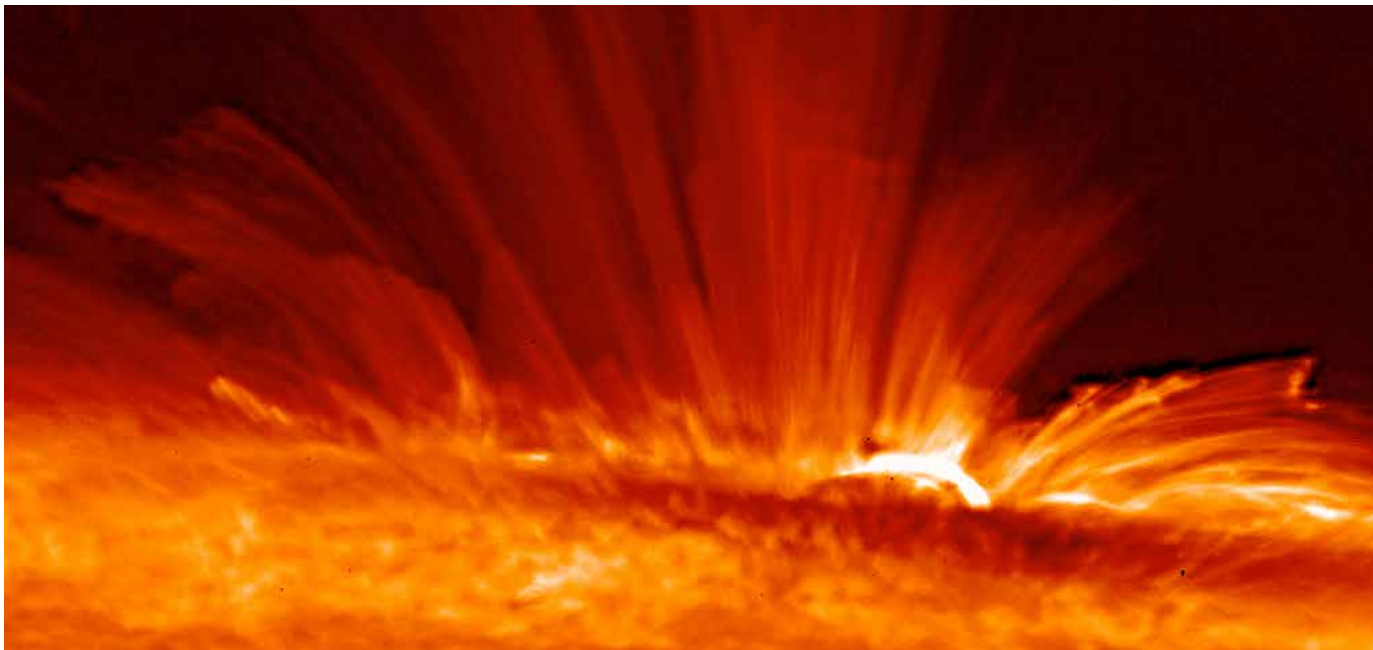
Morales explica: “Debido a la gran complejidad de la corona solar –por la naturaleza turbulenta de su régimen– no es sencillo predecir varios de los fenómenos que influyen en el clima espacial. En particular, las fulguraciones son difíciles de anticipar. Sin embargo, podemos estimar muy bien cuánto tardará una CME en alcanzar la Tierra y así adoptar medidas preventivas para disminuir los daños sobre equipos e instalaciones y riesgos sobre personas”.

Pese a la dificultad para la predicción eficaz, la Agencia Espacial Europea planea lanzar un satélite para 2023 que permita mejorar drásticamente los pronósticos de tormentas solares y brindar alertas tempranas sobre aquellas CME que viajan directo a la Tierra. Los Estados Unidos también disponen de satélites para monitorear el clima espacial tales como el Observatorio del Clima del Espacio Profundo y el satélite geoestacionario GOES. Estos sistemas de monitoreo, por ejemplo, en 2003 y 2012, detectaron CME mucho más intensas que la del evento Carrington, pero en direcciones de propagación –afortunadamente– diferentes a la que une a la Tierra con el Sol.

El servicio *Space Weather Prediction Center* de la agencia norteamericana *National Oceanic and Atmospheric Administration* publica en la web todos los datos que recoge el GOES entre los cuales, por ejemplo, se destacan las curvas del flujo diario de rayos X que son específicas para inferir fulguraciones. Las fulguraciones se clasifican de

acuerdo con el brillo de sus rayos X. Hay tres categorías. Las de clase X corresponden a eventos importantes capaces de desencadenar apagones de radio en todo el planeta y tormentas de radiación de larga duración. Las de clase M son de tamaño mediano y pueden causar apagones de radio breves en las regiones polares de la Tierra. Las tormentas de radiación menores a veces siguen una fulguración de clase M. En comparación con los eventos de clase X y M, las fulguraciones de clase C son pequeñas y con pocas consecuencias notables en la Tierra. En la escala también figuran los niveles A y B dentro de los cuales se ubican las señales normales que no entrañan riesgos. Estos reportes son fundamentales, entre otras cosas, para proteger a las y los astronautas de las estaciones espaciales y para evitar los vuelos transpolares del norte que son muy vulnerables a los efectos de eventos solares. Las asistentes de vuelo de las aerolíneas que se encuentran embarazadas no pueden abordar las aeronaves si los reportes indican valores peligrosos de la radiación X.

“El Sol, visto desde la superficie de la Tierra o desde el satélite SOHO orbitando entre la Tierra y Sol, proveen una imagen bidimensional y parcial. Sin embargo, el 7 de diciembre de 2018, la novedosa sonda Parker acaba de convertirse en el instrumento que logró la mayor aproximación al Sol en la historia de la humanidad. Durante su misión realizará veinticuatro aproximaciones en las cuales enviará mediciones que podrían ser decisivas para comprender mejor la dinámica de la atmósfera solar”, informa Morales.



## El Sur también existe

La especialidad de Morales, como física solar, es el calentamiento de la corona solar, las fulguraciones y los precursores de las tormentas geomagnéticas. La investigadora explica: “Una vez que el Sol expulsa la masa de plasma, en forma de CME, esta se moverá a, aproximadamente, la velocidad del viento solar –de 300 a 500 km/s–. Para nosotros es importante conocer la orientación e intensidad de la CME para saber si impactará en la Tierra y, en ese caso, con qué intensidad. En este sentido, cabe destacar que Exactas-UBA cuenta con un portal informativo de clima espacial operado por el físico Sergio Dasso” (Ver Recuadro *Para ver y leer más*).

Cuando una CME atraviesa la magnetosfera terrestre se abre la puerta para la entrada de partículas, radiación, campos magnéticos interactuantes y la inducción de corrientes en conductores eléctricos. En ambas regiones polares, las auroras son una prueba de la ocurrencia de la interacción entre la CME y el escudo protector terrestre. Morales agrega: “En el hemisferio sur no observamos auroras con tanta asiduidad como en el norte debido a la distribución de los continentes y al hecho de que, en nuestro planeta, la latitud geográfica y la magnética no coinciden”. De todas maneras, personal de la Base General Belgrano de la Antártida Argentina logró fotografiar la aurora de una CME detectada en 2018.

Desde el punto de vista de un evento solar con consecuencias económicas globales, el impacto sobre las economías del hemisferio sur no sería incoherente o novedoso respecto a la actual desigualdad de poderes imperante. Por ejemplo, la reposición de transformadores caídos estará relacionada con el ritmo de producción de sus fabricantes y del flete a cada lugar que lo requiera. Imaginemos qué hemisferio sufrirá las consecuencias de la libertad del mercado de los transformadores o en qué país podrá haber una nueva causa para que diverja la cotización del dólar...

## Fuera de la Tierra también se consigue

En otros planetas, ya sea del sistema solar o en órbita alrededor de otras estrellas, las agresiones de sus fuentes energéticas no son improbables. El 23 de diciembre de 2006, la sonda Venus Express observó el impacto de una CME en Venus, que, al igual que Marte, carece de un campo magnético interno detectable.

Jon Linker, otro investigador de Predictive Science, opina: “Los eventos extremos, son por definición, raros. Cuanto más extremo sea el evento, menos experiencia previa tendremos y, probablemente, nuestra comprensión de los procesos físicos aún tendrá baches significativos”. La observación de Carrington es el ejemplo canónico de un evento extremo desde una perspectiva geomagnética en la escala de tiempo de cien años. Linker continúa: “la complejidad de la atmósfera solar y nuestro

conocimiento incompleto, por ahora, nos juegan en contra: ¿cómo podemos estimar el posible comportamiento del Sol en escalas de tiempo largas?” y concluye: “Para estimar la historia del Sol hay que mirar otras estrellas”. Por medio de los datos de la sonda Kepler, se observaron ochenta y tres mil estrellas durante ciento veinte días de 2012. Kepler encontró trescientos sesenta y cinco super fulguraciones en ciento cuarenta y ocho estrellas semejantes al Sol. La tasa de ocurrencia fue de una vez cada ochocientos años para destellos de una cierta energía y una vez cada cinco mil años para destellos de una energía de un orden de magnitud mayor.

Laura Morales reflexiona: “Si la civilización humana considera como posibilidad futura su continuidad en otros planetas entonces amerita hoy conocer muy bien los efectos de los soles sobre sus planetas: ¿cómo perdieron su atmósfera?, ¿cuál fue la relación con sus eventuales campos magnéticos? Estudiar estos temas es tan importante hoy que ya existe la meteorología espacial de sistemas no terráqueos”.

## Desenchufada

“Quizás, durante un gran apagón mundial sin comunicaciones globalizadas, los libros en papel vuelvan a ser uno de nuestros mejores recursos para recuperar algo de espíritu crítico”, reflexiona la mujer mientras sube lentamente las escaleras del subterráneo rodeada de pobres corazones desenchufados.



# 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 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

Humor por Daniel Paz

Del "1984" de Orwell

A TRAVÉS DE UN COMPLEJO  
SISTEMA DE VIGILANCIA, EL  
GRAN HERMANO SABE  
QUÉ HACE Y QUÉ PIENSA  
CADA PERSONA

¡¡ QUÉ  
HORROR !!



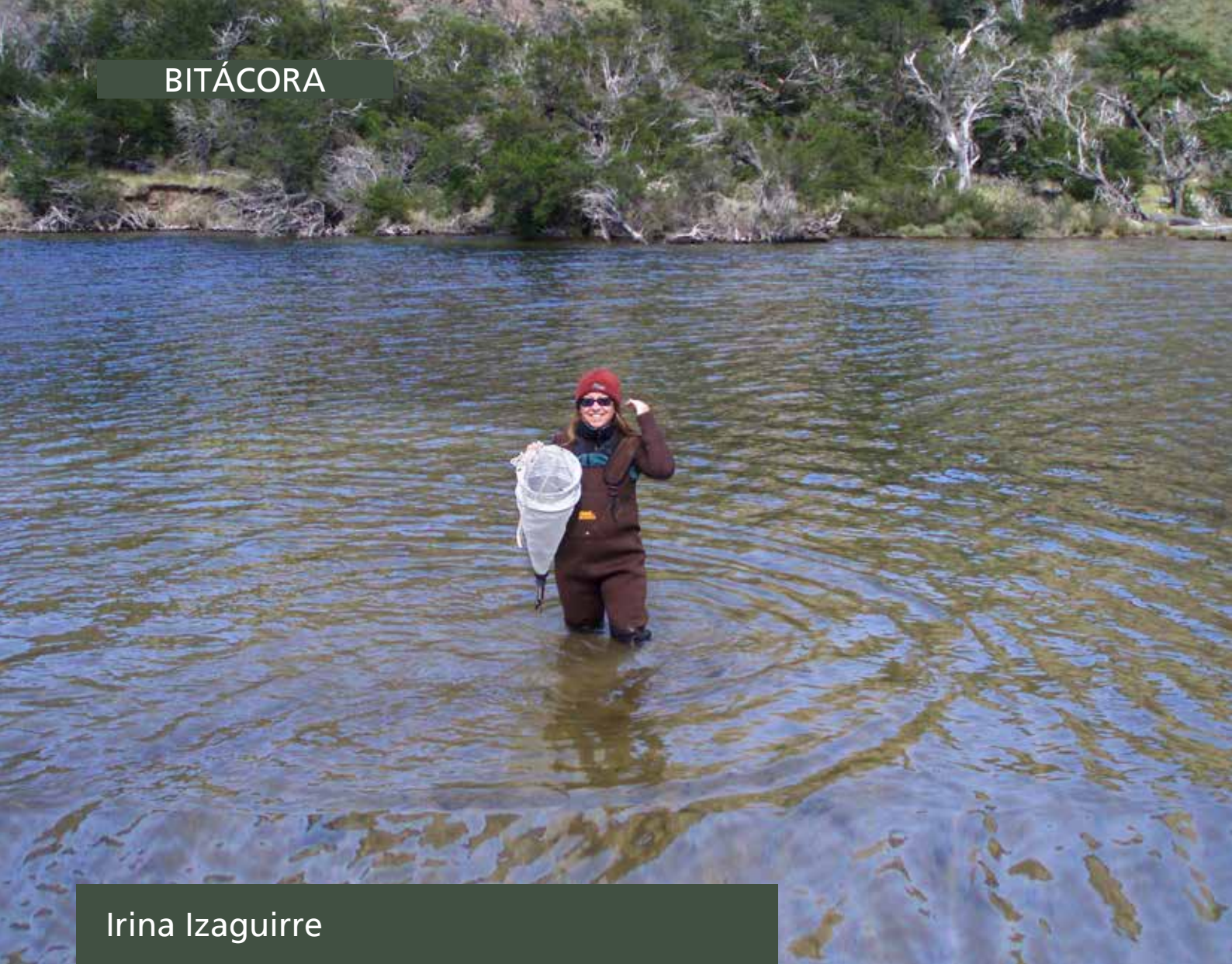
a la Internet de las Cosas

TU HELADERA, TU TELEVISOR Y  
TU MÓVIL ESTARÁN CONECTADOS  
Y GOOGLE SABRÁ QUÉ COMES,  
QUÉ MIRÁS, DÓNDE ESTÁS Y  
CON QUIÉN HABLÁS

¡¡ GENIAL !!







Irina Izaguirre

# Mujer de agua

Siempre supo que lo suyo era la biología acuática, que la llevó a la Antártida durante doce temporadas y a incontables salidas de campo en los Andes, la Patagonia, el Litoral y la región Pampeana para estudiar sus arroyos, lagos, lagunas y ríos. Ella es Irina Izaguirre, directora de uno de los grupos de investigación del Laboratorio de Limnología de Exactas, y aquí comparte su intensa vida de campañas científicas.

No es política, pero vive gran parte del año en campaña. Ella sigue su pasión. Siempre le atrajo el agua. “Quería ser bióloga marina”, confiesa, hasta que se zambulló en la limnología. “Es como la oceanografía de cabotaje –ríe– porque los cuerpos de agua de estudio son más pequeños, continentales”. Fue amor a primera vista lo que la llevó a sitios recónditos de la Argentina, en los Andes, el Litoral, la región Pampeana, la Patagonia, y a permanecer doce veranos –casi tres años–, en la Antártida, donde espera volver.

Vive en Buenos Aires pero su hogar está junto a un río, lago, laguna, chorrillo o arroyo pequeño. “Me encantan, me encantan”, dice, y le cambia el timbre de la voz por la emoción. Viaja a donde sea para hurgar seres muy pequeños de ese mundo acuático –algas microscópicas o fitoplancton–, el primer bocado de la cadena alimentaria del planeta. Y si para ello debe ir al fin del mundo, allí va Irina Izaguirre, doctora en biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos

Cecilia Draghi - cdraghi@de.fcen.uba.ar  
Fotos: gentileza Irina Izaguirre





En la región chaco-pampeana, Izaguirre estudia los balances de gases para evaluar la contribución de las lagunas al efecto invernadero.

Aires, donde dirige uno de los grupos de investigación en el laboratorio de Limnología.

Esta científica del siglo XXI se siente como una exploradora del 1700 cuando pisa el continente blanco, porque hay mucho por descubrir en esta tierra helada, provocadora de sensaciones encontradas. “Cuando fui por primera vez a la base Marambio –describe–, me decepcioné tremendamente. Porque es lisa, chata, llena de galpones con nieve medio sucia y encima, un frío tremendo. ‘¡Ay no!’, dije. Luego nos subieron al barco rompehielos Almirante Irizar y, más tarde, con un helicóptero nos dejaron en la Base Esperanza. ‘Esto no puede ser más lindo’, pensé. Es una pequeña aldea rodeada de montañas, un glaciar, el mar... una belleza”.

Esa ambivalente bienvenida polar había estado antecedida por el vuelo en “la chancha”, como se llama cariñosamente al Hércules, que no es “ni lindo ni cómodo”, sino parecido a los aviones de las películas de guerra, con un interior rústico repleto de cables y caños, según describe en su libro “Antártida”, escrito junto con Gabriela Mataloni. Tras casi cuatro horas a bordo, en las que el diálogo debe sobrepasar el atroz ruido de los motores, y no pocos sacudones sobre el cruce del pasaje de Drake, finalmente la aeronave aterriza en Marambio. La compuerta de carga trasera se abre y se comienza a sentir la primera ola de aire fresco de modo intenso, aunque no sería la peor.

La temperatura más extrema, que le cortó la respiración a esta investigadora del

CONICET, fue de 32°C bajo cero de sensación térmica. “Fue horrible. Una de las campañas se había alargado mucho y nos quedamos hasta abril. Uno piensa que, por debajo de los 4°C bajo cero, se siente lo mismo. Pero no”, advierte, desde su laboratorio en la porteña Ciudad Universitaria, y enseguida agrega: “El frío a esos niveles es lacerante, como de cuchillos que te atraviesan. La gota que cae de la nariz se congela y se forma como una estalactita. Ninguna parte del cuerpo debe quedar al descubierto, porque en minutos se puede sufrir principio de congelamiento”.

## Gran hermano

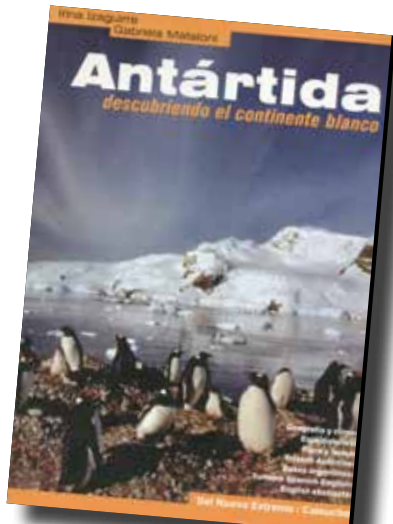
Hasta ese primer viaje, ella nunca había estado tres meses alejada de su familia y amigos. Y se hizo todas aquellas preguntas que se haría cualquiera: ¿Cómo pasaría el día, qué comería, soportaría la convivencia? “Una completa aventura”, escribiría luego, porque no se parecía en nada a todo lo conocido. La combinación de ambiente extremo, y estar lejos de los afectos y muy cerca de extraños –con quienes compartir las 24 horas durante varios meses– era un enigma a develar.

“La Antártida es un mundo ficticio, como un Gran Hermano. Cuando se vuelve a la realidad es otra cosa. Ahí no se maneja plata, ni se hacen compras, no hay tránsito, ni se pone llave a la casa, se está siempre con la misma gente. Las cuestiones políticas del país cobran otra dimensión, no son tan conflictivas. Se vive en otro planeta. Si uno permanece mucho tiempo, la vuelta es muy fuerte, de nuevo las bocinas, y las

mismas divisiones. Los primeros días del regreso, uno se siente descolocado”, resume, con el recuerdo de una vivencia que le cambió la vida.

Hay un antes y un después de ese viaje, porque los contrastes son fuertemente movilizados del ánimo y el alma. Aun en una base lo más parecida posible a la vida comunitaria, como Esperanza, la experiencia resulta un verdadero desafío. Ubicada en la punta de la península Antártica, la habitan todo el año familias con niños que asisten a la escuela e intentan seguir la rutina habitual de cualquier lugar de la Argentina. Una serie de casitas pintadas de naranja le dan un aspecto de aldea. Todas tienen faroles externos que durante la penumbra antártica –de 2 a 6 de la mañana en enero– “las iluminan con suave luz amarillenta, confirniéndole el aspecto de un pueblito de cuento”, relata en su libro.

En una de esas pintorescas viviendas, que cada morador completa con sus fotos y detalles personales, Irina compartió su estadía con colegas, como la doctora en biología Haydée Pizarro. “Un día con Haydeé nos dijimos que estudiaríamos el principal chorrillo de Esperanza durante 24 horas, porque queríamos ver su cambio diario”, precisa. Temprano a la mañana, ambas se organizaron para tomar muestras de ese curso de agua dulce que en días soleados es muy caudaloso, pero que hacia la noche se puede congelar. “Si bien elegimos una jornada de buen tiempo, el clima en la Antártida es muy variable. Empezamos con un sol radiante –narra–, pero a la noche neviscaba, y un viento que no se podía creer. Cada



En el año 2000, Izaguirre junto con su compañera Gabriela Mataloni editaron *Antártida, descubriendo el continente blanco*. Allí relatan la experiencia de años de campañas de investigación en la Antártida, junto con información sobre clima, flora, fauna y los asentamientos permanentes de misiones estratégicas y científicas.



La Reserva Natural Otamendi es un extenso humedal que se encuentra en el Noroeste de la provincia de Buenos Aires. Otra de las zonas predilectas de estudio para los limnólogos.

tres horas, nos despertábamos para ir al chorrillo, que quedaba a 600 metros de la casa. Tremendo frío, te patinabas por el hielo, ¡¡fue una tortura!!”.

Con varias capas de ropa, vestirse lleva su tiempo. Hasta dos pares de guantes se usan: uno grueso externo, y otro más fino e interno, para poder manipular el instrumental. “Igual es incómodo. En los lagos las temperaturas son muy bajas. Hasta la red se congela, y queda como un cono duro”, grafica. Y a esto se le suma el inagotable viento.

Sin embargo, los peores climas son los generados por los humanos. “El tema es que allá con cosas muy nimias, pequeñas, se arma una bola de nieve. Así como hay momentos maravillosos y se forman amistades increíbles; existen otros donde la tensión se acumula por días de mal tiempo, que obligan a permanecer adentro, aguantar la música preferida de tu colega o que haya dejado todo sucio en la cocina. Todo esto puede llevar a desquitarse por cosas tontas. Por eso, a uno le hacen un test psicológico antes de admitirlo. Se debe ir dispuesto a no chocar por situaciones que se pueden evitar. Vivir todo como un conflicto es agotador”, reflexiona.

Ellos también son objeto de estudio por quienes investigan la psicología antártica ante las condiciones de aislamiento habituales en esas australes latitudes. “Lo más complicado es la sensación de que uno no se puede

ir. Si se enferma alguien de tu familia en el continente —ejemplifica— es muy difícil salir (por la complejidad del transporte). En general, no se dan las malas noticias porque no se puede hacer nada allá”.

## De blancos y negros

Estar atrapada en ese desierto helado puede llevar a ver todo negro en ese paisaje inmaculadamente blanco, pero también, al disiparse esos malos momentos, surge otra sensación cautivante: la de ser una de las pocas personas que pisa esas tierras escasamente transitadas del planeta. Y hasta ser protagonista de un baño en esos mares agitados, como le ocurrió a Irina junto con otras dos investigadoras. Fue en la isla volcánica de Decepción, que “impacta por su extraña belleza, debido a las fumarolas y los suelos calientes que le confieren un aspecto misterioso con vapores envolventes”, pincela.

Esta tierra que forma parte del archipiélago de las Shetland del Sur tiene aspecto similar a la letra “c”, y deja ingresar el mar por esa parte inconclusa del fallido círculo. “El estrecho por el cual se ingresa a estas aguas interiores se denomina Los Fuelles de Neptuno, debido al particular sonido que produce el viento al pasar entre los altos muros rocosos”, indican Izaguirre y Mataloni.

¿Cómo es hacer playa allá? “Un día espectacular en Decepción nos fuimos en un bote inflable, con las salidas de baño y malla, hasta una franjita en ese mar

interior donde se mezclan aguas a bajísima temperatura —donde no es posible sobrevivir más de un minuto—, con otras a más de 100°. Una debe quedarse quieta en la zona tibia, porque, si no, viene la ola helada o hirviendo. Al salir hay que abrigarse, porque hace 3°. Es increíble. Allí van muchos turistas de los cruceros que visitan la Antártida”, menciona.

Extrema, contrastante, desafiante, la Antártida pone a prueba a sus visitantes. “La amás o la odiás. Algunos encuentran allí su lugar en el mundo. Son los antárticos, y nos reconocemos entre nosotros porque comprendemos la experiencia vivida, que es intransferible. El antártico antártico es casi una nueva especie”, bromea.

## Patagonia profunda

En el continente blanco, el tiempo rinde tanto como sus días, de casi 24 horas de luz, porque “al no tener que viajar, ni cocinar —dice—, se aprovechan mucho las jornadas para procesar muestras y escribir *papers*”. También, la rutina científica es intensa, pero distinta, en medio de la provincia de Santa Cruz. En este caso, uno de los destinos es la meseta del lago Strobel, ubicada a 115 kilómetros de la localidad más cercana, Gobernador Gregores. Luego de cruzar la Meseta del Viento, el equipo de investigadores arriba en camionetas cuatro por cuatro a alguna estancia próxima al lugar de estudio, que hará las veces de posta durante la campaña de dos o tres semanas.





Cada día, parten temprano por caminos inaccesibles hacia los distintos lagos, a tomar muestras de zoo y fitoplancton que serán analizadas luego de su regreso, en laboratorios porteños.



Irina Izaguirre

De allí, todos los días temprano partirán por “camino bastante inaccesibles, con poca huella” hacia los distintos lagos de la meseta, a tomar muestras de fito y zooplancton, que serán analizadas en gran parte en los laboratorios porteños, a su regreso. De 8 a 16 horas aprovechan la luz para trabajar en el lugar, en el medio de la nada. “La Patagonia profunda, como la llamo, es un lugar bastante aislado. Aunque no es como la Antártida porque aquí hay posibilidades de salir por tu cuenta. En esas inmensidades de estepa deshabitada, existe una fauna divina. Es como estar en otro planeta”, compara.

La meseta del Lago Buenos Aires es otro objetivo de estudio, situado en el nuevo Parque Nacional Patagonia en el noroeste santacruceño. Allí, la base de operaciones es una casa donada que comparte con otros científicos, voluntarios de la Argentina y de distintos lugares del mundo. “Volvemos del campo, de tomar muestras –relata–, y seguimos analizando en el laboratorio de campaña de la vivienda hasta las 11 de la noche, porque ciertos estudios requieren inmediatez”. Sus compañeros de ocasión se hacen cargo de la cena con las provisiones cargadas en el poblado más cercano. “Hay buena onda”, comenta.

Su equipo, todos discípulos del profesor Guillermo Tell –fundador del laboratorio de Limnología–, es “como una gran familia de lagos y ríos. Nunca nos separamos”, historia.

A veces las muestras que toman son sólidas, solo de sedimentos, porque “en los últimos años, bajó el nivel del agua. Se produjeron secas completas en algunos lagos. Es interesante ver los organismos que dejan huevos de resistencia. Estos pueden esperar años para resurgir cuando vuelvan las condiciones apropiadas. Nosotros los llevamos a una cámara de cultivo en el laboratorio, y crecieron un montón de cosas”, subraya.

## Diez mil lagos

Más cerca, en la región chaco-pampeana, tiempo atrás se puso en marcha el proyecto PAMPA, del CONICET, con boyas diseminadas en distintas lagunas que toman datos meteorológicos y ambientales para estudiar el cambio climático. En estos casos, muchas veces se va y vuelve en el día por su proximidad geográfica. “En esta iniciativa –señala– tenemos algunos problemas de financiamiento. Ahora estamos trabajando con un investigador de la Universidad de Quebec, Canadá, el Profesor Paul del Giorgio, y la doctora Laura Sánchez de mi equipo, estudiando si las lagunas pampeanas son fuente o sumidero del efecto invernadero, o sea, si liberan o absorben dióxido de carbono y metano”. Ambos componentes que, por sus altas concentraciones en la atmósfera, inciden en el calentamiento global.

“¿Estas lagunas –plantea– están contribuyendo al efecto invernadero, o al contrario, lo están contrarrestando? Nosotros estudiamos los balances de

gases”. Para ello cuentan con la ayuda de distintos clubes de pesca que les facilitan botes para internarse en el agua. “El estudio del gas metano no permite caminar por la laguna, porque se remueve el fondo y se liberan burbujas. Por eso, se requieren embarcaciones”, precisa.

El equipo de científicos instala unos aparatos, colectores de burbujas de metano, y los dejan durante dos o tres días. Luego toman cuenta de las mediciones. “Vamos todas las estaciones del año y nos quedamos dos semanas, con el apoyo de la gente del lugar. A cambio, nos piden algunos datos de las condiciones del agua, porque les interesa para la pesca”, comenta.

La provincia de Buenos Aires ofrece un abanico gigantesco de estudio para los limnólogos. “Hay más de diez mil lagunas con más de 10 hectáreas de superficie. Otras 150 mil tienen menos de 10 hectáreas. Es un enorme humedal, con lo cual la contribución al efecto invernadero puede ser muy importante”, destaca.

Ella, una mujer de agua, no oculta su predilección por las lagunas pampeanas, con esos paisajes de cuadro. “Esos atardeceres... ese campo... esa pampa argentina... el sonido de las aves. Las conozco mucho, no a todas, porque son miles. Me encantan, me encantan”, repite, sobre su lugar en el mundo, objeto de estudio de su pasión por la biología acuática.



Tabaquismo

# Humo por vapor

“Esto lo cambia todo” es la promesa del nuevo dispositivo para fumar tabaco sin quemar que lanzó Philip Morris International. Ya se vende en treinta países. En la Argentina no aprueban su uso debido a la falta de evidencia científica, al igual que con el cigarrillo electrónico.

Difícil haber previsto que, de entre todos los actores sociales que luchan por la desaparición del cigarrillo, Marlboro sería el verdugo de Marlboro. Es que Philip Morris International, dueña de esas famosas cajitas blancas y rojas, decidió cambiar el paradigma de la industria tabacalera y virar hacia un mundo libre de humo. Para lograrlo, desarrolló el primer dispositivo electrónico para fumar tabaco sin combustión.

IQOS (*I Quit Ordinary Smoking*), es el nombre del producto creado para cumplir con la promesa “sin humo ni cenizas”, y se presenta como el nuevo héroe de la historia para dejar de fumar. Al igual que el ya conocido, pero aún ilegal en Argentina, cigarrillo electrónico, se ofrece como una alternativa para disminuir o reemplazar el hábito nocivo. Pero las autoridades todavía no le dan la luz verde en el país y cuestionan su seguridad.





Los dispositivos IQOS (sigla que puede traducirse como “Yo dejo de fumar de forma tradicional”) se basan en la liberación de nicotina a partir del vapeo de tabaco prensado.

La característica atractiva de IQOS, cuya traducción es “*Yo dejo de fumar de forma tradicional*”, se basa en que libera nicotina a partir del vapeo de tabaco prensado, lo cual lo posiciona como una opción novedosa entre los cigarrillos tradicionales y los electrónicos.

Esta tecnología fue desarrollada bajo la premisa de que afectaría en menor grado a la salud. Sin embargo, aunque su promoción seduce al consumidor a pensar que es una elección más saludable, todavía no lo ha demostrado.

Como todo héroe, IQOS tiene su antagonista, que en este caso representan las autoridades reguladoras y científicas. El equipo del Programa de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) realizó una revisión de los estudios existentes sobre los dispositivos sin combustión y concluyó que “constituirán una nueva puerta de entrada a la adicción, especialmente en jóvenes y adultos o en ex fumadores que sucumben ante la novedad y renormalizan el hábito”.

La bioingeniera Emilce Vicentin, a cargo de este Programa, explicó que, si bien el tabaco no es competencia de ANMAT, la nicotina como droga sí. Entonces, requiere ser filtrado por el mismo tamiz de evaluación de riesgo que se usó con el cigarrillo electrónico o con los parches de nicotina. “No es que si tiene menos toxicidad está OK. ¿Hay toxicidad? Entonces es nocivo”, enfatizó.

¿Pero por qué se evaluó este dispositivo si aún no fue presentado oficialmente en Argentina? Porque se está utilizando. En Mercado Libre puede conseguirse tanto el IQOS (vale 4200 pesos) como sus cigarrillos descartables. Vicentin afirmó que no se puede tardar mucho tiempo en evaluar estas tecnologías: “Como autoridad sanitaria, si no se toma una decisión, se la está avalando”.

## El objeto

Brillante y suspendido en el espacio, como un cohete a punto de realizar una misión trascendental. Así se presenta IQOS mediante un video y deja fuera de discusión que fue forjado con la tecnología más refinada y una estética digna de un aparato de Steve Jobs.

Se compone de un pequeño cargador y una pipa delgada ultramoderna en la que se insertan los *Heets*, que son similares a los cigarrillos comunes pero más cortos y con otra composición química.

La pipa contiene una batería recargable, un regulador de temperatura y una pequeña lámina metálica que funciona como fuente de calor donde se incrustan los *Heets*.

Esa lámina calienta el tabaco entre 300°C y 350°C sin llegar a quemarlo, eludiendo así la pirólisis o proceso de calentamiento a altas temperaturas que precede al incendio de un material. Según el fabricante, con esto se evitaría la liberación de productos tóxicos, además de desprender vapor en vez de humo.

Sin embargo, el equipo de Vicentin resalta en su análisis que los compuestos volátiles que se originan por la gasificación o la evaporación de las sustancias, algunas cancerígenas como el formaldehído, “podrían causar a largo plazo lesiones en el hígado, riñones y sistema nervioso central, mientras que a corto plazo irritación de los ojos y vías respiratorias, dolor de cabeza, mareos, fatigas y náuseas”.

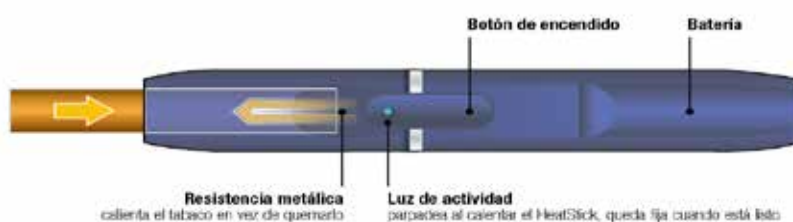
## El destinatario

Fumar es la principal causa prevenible de enfermedades crónicas y muerte en el mundo, según la Organización Mundial de la Salud. En la Argentina, se producen alrededor de 40.500 decesos por año a causa del tabaco, es decir, perecen más de 100 personas por día.

Y a pesar de que en los últimos años el consumo de tabaco bajó considerablemente en nuestro país, aún se calculan tres millones y medio de fumadores, sin contar menores.

Susana Lühning, médica neumóloga y secretaria de la Asociación Argentina de Medicina Respiratoria (AAMR), aseguró que IQOS es un producto dañino para la salud y que toda sociedad científica debería desestimar su uso. La especialista en enfermedades respiratorias advirtió que “cualquier sustituto del cigarrillo, solo posterga la decisión de los fumadores a realizar un intento serio de cesación”. Y agregó: “De los pocos estudios actuales, sabemos que la cantidad de nicotina que se obtiene con el consumo de IQOS es muy similar a la de los cigarrillos normales. Eso implica igual capacidad para generar dependencia y adicción”.

El IQOS tiene un cargador, una boquilla y "cigarrillos" (llamados *heatsticks*) reemplazables. El cargador guarda la boquilla y mantiene la batería de la misma cargada. En la boquilla se coloca el *heatstick* y este se calienta con una resistencia metálica.



Lo que Lühning sostiene también fue abordado en el trabajo de investigación de ANMAT, publicado en la revista *Ciencia Reguladora*: uno de los estudios citados demuestra que las concentraciones de nicotina presentes en los rellenos de tabaco de IQOS solo se reduce un 16% respecto de las de un cigarrillo común.

“Si bien los componentes liberados por calentamiento a temperaturas más bajas pueden ser de menor concentración que en cigarrillos normales –alertó la neumóloga–, son suficientes para producir daño en el usuario”.

## El facilitador

Philip Morris es la empresa tabacalera más grande del mundo. Entre las marcas que comercializa se encuentran su homónima, L&M, Chesterfield y los famosos Marlboro. El año pasado su ingreso neto fue de 7,8 mil millones de dólares, lo que equivale a un dólar por cada habitante de la Tierra.

Le llevó más de una década de investigación y una inversión que superó los 4000 millones de dólares, pero Philip Morris logró dar a luz a lo que sería su innovación: una alternativa que, al reducir los efectos nocivos del tabaco, esquivé las limitaciones e impuestos del cigarrillo convencional.

“IQOS no está indicado para quien quiere dejar de fumar. Tiene riesgos porque contiene nicotina, que es adictiva, pero comparado con el cigarrillo tradicional, no genera ni alquitrán ni las miles de partículas que genera el tabaco debido a la combustión”, aclaró Mario Masseroli, CEO de Philip Morris regional para la revista *Libre Mercado* de España.

En contraposición, el estudio de ANMAT destacó la presencia de la sustancia acenafteno, un aromático cancerígeno que se encontró en una concentración tres veces más alta en el vapor del dispositivo que en los cigarrillos tradicionales.

## El conflicto

Philip Morris declara que “nuestro sueño es que no haya nadie que fume Marlboro”, pero esa “ambición” suena sospechosa: las ganancias de las seis principales compañías tabacaleras del mundo en 2013 superaron las de Coca-Cola, Disney, FedEx, Google, McDonald’s y Starbucks, todas juntas en un mismo año.

Actualmente, IQOS se comercializa de forma legal en treinta países, entre ellos, Colombia, Canadá, Nueva Zelanda, Japón, Rusia y gran parte de los países de la Comunidad Europea.

Estados Unidos aún no autorizó su uso debido a que la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA por sus siglas en inglés) se encuentra en proceso de análisis de los estudios presentados. Philip Morris solicitó inscribirlo como un producto de tabaco sin combustión “menos riesgoso que el cigarrillo”. Y a pesar de que aún no hay

veredicto, el Comité Asesor Científico de Productos de Tabaco de la FDA –cuyas recomendaciones no son vinculantes– descartó todas las declaraciones promocionales del dispositivo que la empresa presentó y negó que sus alegaciones se traduzcan en una verdadera reducción de los índices de morbilidad o mortalidad de los fumadores.

En nuestro país, la comercialización de IQOS –así como la del cigarrillo electrónico– se encontrará restringida hasta que se conozca más sobre ellos. Los únicos estudios que demuestran que es menos dañino para los fumadores tradicionales fueron realizados por la misma empresa. El artículo del equipo de Vicentin indica que, dado que la evidencia no está disponible ni fueron controlados por un organismo sin conflictos de intereses, “no es posible asegurar que estos dispositivos sean menos tóxicos”.

Según los investigadores de ANMAT, IQOS “es un nuevo dispositivo que no pretende la deshabituación sino la sustitución del cigarrillo tradicional”. Si se cumple esta advertencia y la promesa de Philip Morris, no habrá más Marlboro ni encendedores ni ceniceros, pero el negocio de las tabacaleras seguirá dando lumbre, como una colilla que no se termina de apagar.



Genética y genealogía

# El secreto de tus genes

Antepasados, enfermedades, paternidades ocultas y hasta crímenes empiezan a develarse gracias a páginas de genealogía en la Red.

Nancy López - nancylopezoo@hotmail.com

La genealogía, aquella rama del saber que reconstruye la compleja trama de los vínculos familiares, tradicionalmente ha sido una inquietud de nobles, reyes y nuevos ricos, deseosos de trazar un linaje que enalteciera la prospaña familiar. Pero los tiempos han cambiado, y también el pueblo llano recibió la llamada de los ancestros, en algunos casos como pasatiempo, en otros como pasión.

Con la masificación creciente de Internet, se han desarrollado páginas de genealogía colaborativa, desatando un fenómeno a nivel planetario donde el interés personal y la curiosidad científica se potencian, y a veces confrontan. Estos sitios se han transformado en un puente entre los cajones de documentos familiares y la Nube, ese espacio poético e incierto donde todo está a la mano, pero también deja de ser privado.

La web posibilita no sólo conectarse con parientes desconocidos, sino también conocer los orígenes étnicos, raciales y geográficos. Para ello, millones

de usuarios han estado dispuestos a aportar no sólo datos familiares, sino también información genética.

## El árbol y el bosque

Yaniv Erlich, genetista e informático de Columbia University, dirigió un monumental estudio realizado por investigadores estadounidenses e israelíes que permitió anudar grupos familiares integrados por trece millones de personas, conectadas a través de once generaciones, en un único árbol genealógico, el más grande hasta la fecha. Cuando la página detecta coincidencias (parientes que se replican en distintos linajes), ofrece la posibilidad de enlazarlos.

Esto se hizo fundamentalmente a través de la base de datos pública Geni ([www.geni.com](http://www.geni.com)), dependiente de MyHeritage, una plataforma privada de la que Erlich es director científico. El estudio fue publicado este año por la revista *Science*. Se desarrolló así





AVFlickr

Islandia, con una población de poco más de 330 mil habitantes, ha desarrollado una comunidad altamente endogámica donde casi todos son parientes.

un mapa interactivo que posibilitó seguir la historia de las migraciones, matrimonios, fertilidad y posible herencia de la longevidad durante los últimos 500 años, especialmente en familias de habla inglesa, los clientes más usuales de MyHeritage.

Toda esta información fue analizada empleando la Teoría de Grafos. En Ciencias de la Computación, un grafo es un dibujo que permite representar puntos que se conectan. En este caso, facilita detectar ancestros comunes, “limpiar” y ordenar la información. Carlos Diuk, científico de datos (UBA), explica que “un árbol genealógico es un tipo de grafo que permite utilizar algoritmos para calcular distintas estadísticas relevantes, por ejemplo, el grado de consanguinidad”. Los casamientos entre parientes eran usuales hasta el siglo XIX, y el presente análisis permite ver cómo las migraciones y los cambios culturales influyeron paulatinamente en la conformación de parejas más exogámicas.

Fechas de nacimiento y defunción, así como muestras genéticas aportadas por los usuarios vía correo postal previa compra del kit correspondiente, permitieron complementar y validar los resultados. Todos estos datos están disponibles para futuros estudios científicos a través de FamiLinX

(familinx.org), una web creada por Erlich y sus colaboradores.

## La isla del tesoro

Además de una naturaleza cautivante, Islandia posee una riqueza inesperada: una población de poco más de 330 mil habitantes que comparten una genética homogénea, y registros que permiten remontar sus árboles genealógicos al inicio de su historia. Esta isla ha desarrollado una comunidad altamente endogámica donde, sin exagerar, se puede afirmar que casi todos son parientes. Esto posibilitó una enorme base de datos genealógica que resultó en una *app*: *El libro de los Islandeses*, donde figuran aproximadamente el 80% de las personas que han vivido en la isla a lo largo de la historia. Allí, cualquier ciudadano puede consultar por el grado de parentesco que lo une con cualquier otro.

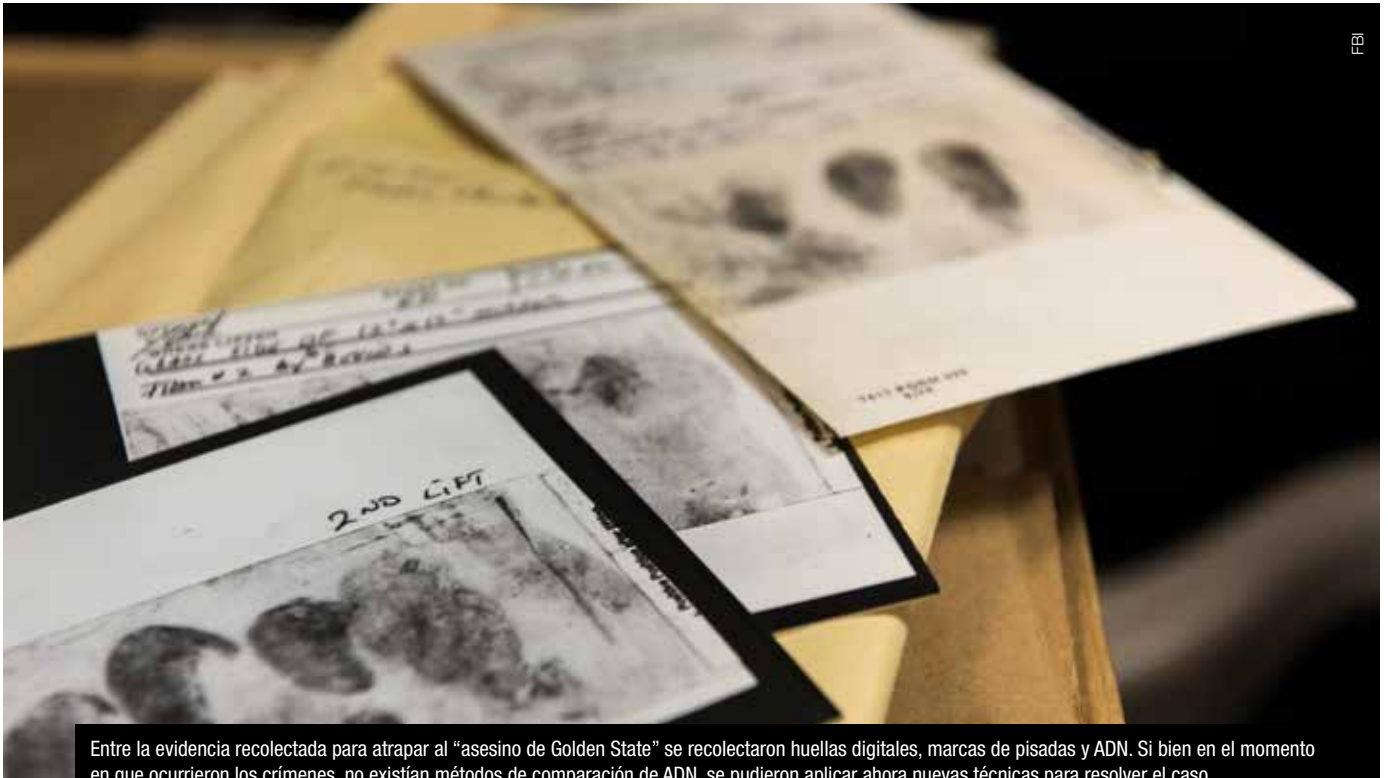
Pero no sólo de curiosidad familiar vive el hombre: casi la mitad de los islandeses han donado muestras de ADN (propuesta votada en un referéndum y aprobada por el parlamento en 1998) con el objeto de investigar diversas dolencias. La empresa *deCODE genetics* fue la encargada de la investigación, lo que posibilitó un archivo excepcional para el estudio de enfermedades (entre otras cáncer, trastornos cardiovasculares, artrosis, Alzheimer, y esquizofrenia) y posible diseño

de tratamientos. “Este trabajo es una demostración del poder único que tiene la secuenciación para saber más sobre la historia de nuestra especie y contribuir a los nuevos métodos de diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades”, declaró Kári Stefánsson, fundador de *deCODE genetics*.

Mariana Herrera, directora del Banco Nacional de Datos Genéticos, confirma que estas fuentes de datos son esenciales, pues “son la base para los que trabajamos en genética de poblaciones y en genética de enfermedades”, y destaca que su importancia crece cuando hay que diagnosticar casos difíciles, enfermedades raras, ya que permite contrastar las variantes genéticas de un individuo con frecuencias poblacionales. ¿Podría esta experiencia replicarse en otros países? Viviana Bernath, directora de Genda (laboratorio de diagnóstico de enfermedades genéticas de Argentina), opina que “sería muy bueno, siempre que a cada persona que entregue sus datos se le explique para qué los deja y firme un consentimiento. Hoy, la genética más que nunca se nutre de bases de datos. Cuanto más grandes y abarcativas sean, mejor”.

La genética islandesa apunta así a consolidar la medicina personalizada del siglo XXI, capaz de brindar un





Entre la evidencia recolectada para atrapar al "asesino de Golden State" se recolectaron huellas digitales, marcas de pisadas y ADN. Si bien en el momento en que ocurrieron los crímenes, no existían métodos de comparación de ADN, se pudieron aplicar ahora nuevas técnicas para resolver el caso.

tratamiento específico a partir de la lectura del genoma de cada persona.

## Crimen y castigo

Millones de personas han cedido muestras de ADN a páginas de genealogía, con el objeto de detectar familiares o rastrear sus orígenes. En muchos casos, también, para conocer el riesgo a padecer enfermedades. Y la inteligencia de unos investigadores policiales encontró en estas plataformas un aliado impensado para investigar crímenes irresueltos del pasado.

En abril de 2018, el *New York Times* informó que un grupo de investigadores descubrió la identidad del "asesino de Golden State", acusado de 45 violaciones y 12 asesinatos entre 1976 y 1986, tras enviar a la página GEDMatch material genético preservado de la escena del crimen. Al encontrar un perfil parcialmente coincidente, los agentes siguieron la pista familiar hasta dar con Joseph James DeAngelo, un ex policía de 72 años.

En Estados Unidos, el FBI tiene un Banco Genético de criminales convictos y muestras de ADN de delitos no resueltos, pero es inconstitucional tomar muestras genéticas sin permiso de un juez. Aquí no necesitaron hacerlo. La web es pública y abierta. Tres asesinos más han sido atrapados con el mismo método desde entonces, y esto es sólo

el principio. Para Herrera, sin embargo, hay que ser cautos con estos resultados, en particular porque "la posibilidad de falsos positivos aumenta proporcionalmente con el aumento de la base de datos", corriendo el riesgo de imputar a un inocente. Por otro lado, considera que se debe justificar estadísticamente la cantidad de casos resueltos por este método.

Más allá de las dudas éticas y metodológicas, la era de la genealogía forense acaba de comenzar.

## La caja de Pandora

Las bases de datos genéticos de las páginas de genealogía colaborativa encuentran usos novedosos e inesperados, no siempre agradables y no exentos de dilemas éticos. En la familia, ya se sabe, no son todas alegrías. Alguien puede encontrarse con que el abuelo resultó asesino serial en sus años mozos, otros descubren deslices de mamá (o papá), hermanastros de los que no se tenía conocimiento. Se sabe ahora, el 10% de las personas no son hijos de los padres que los reconocieron.

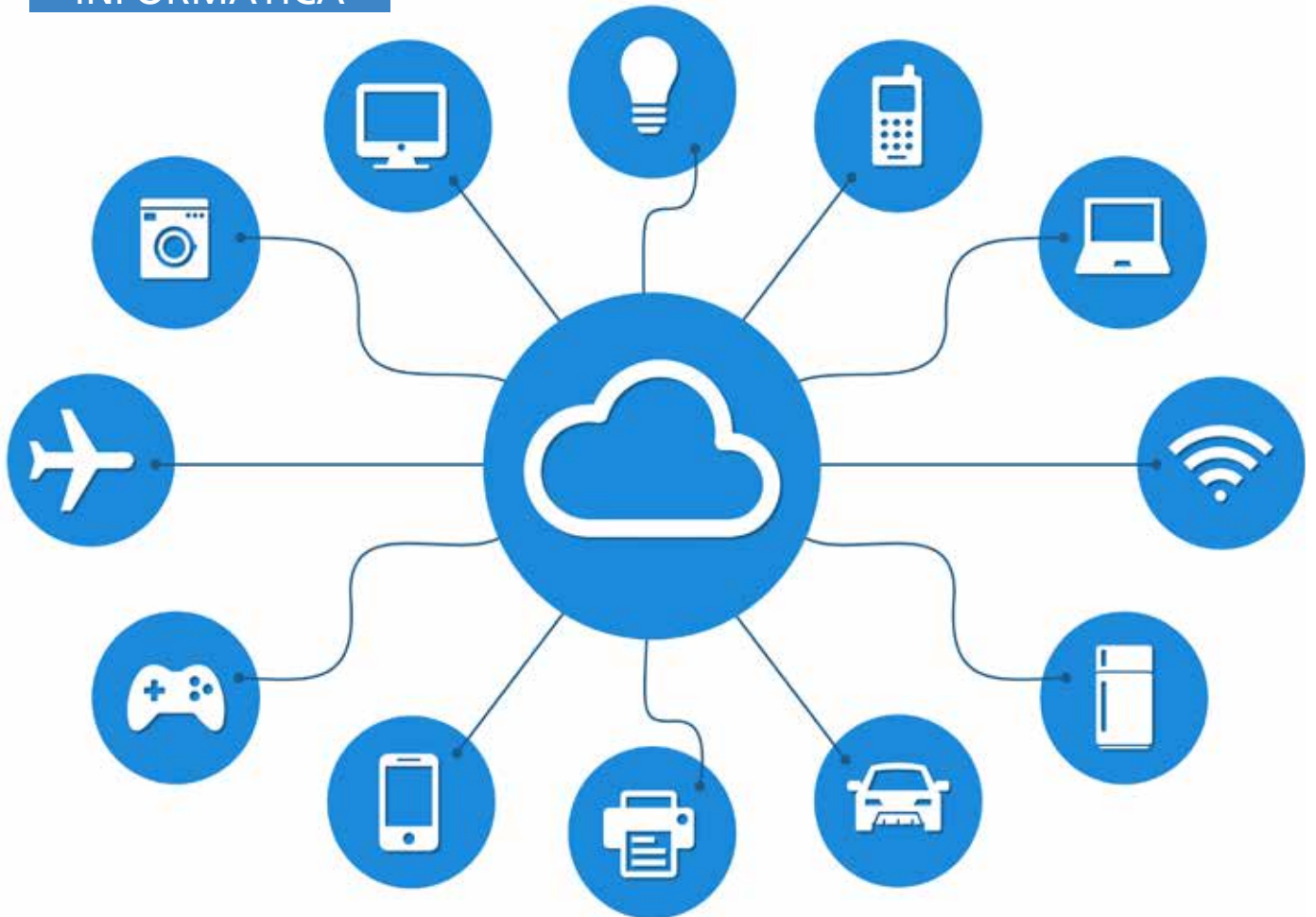
Genética y Genealogía son hoy dos campos que se nutren y retroalimentan mutuamente para darnos una visión más clara de quiénes somos y de dónde venimos. Permiten redefinir identidades, conectarnos, aportar novedades

sobre nuestro recorrido como especie, reescribir la historia. Facilitará también el camino a una medicina más precisa y personalizada, e incluso resolver antiguos crímenes.

Pero también, como toda la información en Internet, tiene un lado oscuro: lo privado queda expuesto, lo más íntimo (historias, fotos, el ADN mismo) es exhibido y pasible de ser utilizado e investigado.

Los acuerdos son claves, especialmente cuando las páginas, como 23andMe, informan sobre enfermedades. Bernath recalca: "La realidad es que las empresas ofrecen independientemente estudios de genealogía y de riesgo de enfermedades. Las personas firman consentimientos. Nadie usa información no consentida. La política de datos hoy es seria". Aclara que el uso de la información es anónimo y, a su parecer, es un mito su posible uso para, por ejemplo, la discriminación laboral. Para Herrera, "los consentimientos tienen que ser muy rigurosos respecto de explicarle a la persona qué es lo que van a hacer con sus datos genéticos", así como también subraya la importancia de educar a la gente para que lea la letra chica de lo que está firmando.

Los acuerdos internacionales y las leyes de cada país tendrán que dar la última palabra. Mientras tanto, qué compartir y qué no, esa es hoy la cuestión.



Internet de las Cosas

# El futuro de las comunicaciones

¿Es posible interconectar diferentes dispositivos en red y, al mismo tiempo, volverlos inteligentes y autónomos para que intercambien información que ayude a la toma de decisiones? Esta pregunta marca el desafío de la denominada Internet de las Cosas (IoT), un concepto clave de la transformación digital que llegó para quedarse.

¿Podrá una heladera notificarnos la fecha de vencimiento de los alimentos, o un lavarropas avisarnos que no es el mejor momento para lavar porque el pronóstico anuncia lluvia? ¿Sabrá la cafetera cómo preparar automáticamente el café preferido de cada miembro de la familia? ¿Está configurado el teléfono móvil para indicarnos los lugares libres de estacionamiento? ¿Será viable que un cinturón mida nuestro Índice de Masa Corporal y nos indique que es necesario comenzar una dieta? Aunque estos diversos interrogantes parecen propios de la ficción, paulatinamente el fenómeno de *Internet de las cosas* (*Internet of Things* o IoT, por sus siglas en inglés) los está volviendo realidad.

IoT constituye un nuevo concepto que trata de acoplar y unir tecnologías que interconectan objetos personalizados para hacerlos inteligentes, facilitar su uso intensivo y optimizar el tiempo de acuerdo a las necesidades de las personas.

Técnicamente se trata de una red de objetos físicos –vehículos, máquinas, dispositivos, electrodomésticos y otros– que utiliza sensores, plataformas



## En esta nota

**Juan José Cazila.** Ingeniero de Sistemas y Comunicaciones en CISCO Systems de Argentina, con responsabilidad sobre diversas cuentas globales. Analista de sistemas.

**Esteban Mocskos.** Profesor del Departamento de Computación y responsable de operaciones del Centro de Cómputos de Alto Rendimiento (CeCAR) de Exactas-UBA. Investigador de CONICET en el Centro de Simulación Computacional. Doctor en Ciencias de la Computación.

**Alejandro Repetto.** Socio y director de Tecnología de Inipop. Socio y director ejecutivo de NETI Makerspace. Ingeniero en Informática.

**Pablo Vittori.** Director de Estrategia de Inclusion - The Cloud Company. Emprendedor en diversos proyectos tecnológicos. Ingeniero y analista de sistemas.



Paneles que simulan la automatización de distintos ambientes de un hogar, a través de tecnología IoT.

e interfaces de programación de aplicaciones (API) para conectarse e intercambiar datos por Internet. A través del sistema de identificación por radiofrecuencia, IoT logra integrar un chip de pocos milímetros en cualquier objeto de un espacio específico (casa, empresa, ciudad) para procesar y transmitir información constantemente.

El término IoT fue acuñado por primera vez en 1999 por parte de Kevin Ashton, empresario e investigador del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Ashton tuvo una idea disruptiva: colocar sensores conectados a la red en los productos de P&G. La idea fue confusa al principio pero lo suficientemente sólida para luego poder desarrollar investigaciones en el MIT sobre identificación por radiofrecuencia y sensorización, que más tarde tuvieron su relevancia. Recién diez años después, en 2009, IoT se fue popularizando sobre todo a través del uso del término en las redes sociales y comunidades de tecnología.

En la actualidad, IoT se está convirtiendo en uno de los disparadores de la transformación digital y la computación “ubicua” global: la informática se integra al entorno de cada persona, de manera que las computadoras, sensores y dispositivos en red no necesariamente se perciben como objetos diferenciados, apareciendo en cualquier lugar y en cualquier momento.

Según la consultora especializada IDC, se prevé que para el año 2020 existirán 200.000 millones de objetos conectados a redes y que serán parte de nuestra vida cotidiana. Al mismo tiempo, se estima que IoT generará ingresos por más de 7000 millones de dólares a escala mundial.

El fundamento de IoT es ayudar a las comunidades, industrias y gobiernos a tomar mejores decisiones, contando con información útil en tiempo real.

De este modo, IoT resulta de valor agregado en manufactura, energía, transporte, consumo, finanzas, etcétera. También progresivamente es implementada en las áreas de salud, educación, medio ambiente y gobierno (especialmente a través del desarrollo de “ciudades inteligentes” o *smart cities*).

## Internet está en todo

IoT depende de una serie integral de infraestructuras y herramientas tecnológicas. Para comprender la estructura de un proyecto de IoT deben mencionarse tres componentes centrales:

**Arquitecturas y plataformas:** las arquitecturas y plataformas en la Nube –servicios *Cloud* de almacenamiento y procesamiento de información a través de Internet– unifican las tecnologías operables en el mundo real con los dispositivos y sensores conectados a esa infraestructura.

**Generación de datos:** los dispositivos inteligentes generan miles y millones de datos de IoT que se analizan y aprovechan en tiempo real para mejorar la toma de decisiones. En este caso contribuyen los análisis predictivos en Big Data y técnicas de aprendizaje automático para sumar contexto a los datos y posibilitar así nuevas acciones sin intervención humana.

**Internet de las Cosas Industrial y M2M:** en fabricación y manufactura IoT se transforma en Internet de las Cosas Industrial (IIoT), también conocida como industria 4.0. Usa tecnología de máquina a máquina (M2M) para dar soporte a todo tipo de cosas, desde monitoreo remoto y telemetría hasta mantenimiento predictivo.

“Internet de las cosas surge por cuatro necesidades puntuales de empresas y gobiernos: la reducción de costos operativos, la mejora de la productividad, el incremento de la seguridad tanto industrial como laboral y la mejora de la experiencia de usuarios y ciudadanos destinatarios de servicios”, detalla Juan José Cazila, ingeniero de sistemas en Cisco Systems y uno de los principales especialistas de IoT en el país.

Cazila señala que la irrupción de IoT en la vida cotidiana influye sobre hábitos de consumo y comportamiento social. “Más allá de si lo tecnológico determina lo social o es al revés, siempre resulta productivo que la tecnología, y en



La IoT es una red de objetos físicos –vehículos, máquinas, dispositivos, electrodomésticos y otros– que utiliza sensores, plataformas e interfaces de programación de aplicaciones (API) para conectarse e intercambiar datos por Internet.



este caso Internet de las Cosas, ayude a mejorar la calidad de vida de las personas”, reflexiona.

“En Cisco desarrollamos una plataforma analítica de correlación de eventos, que integra información de diversas fuentes para que las empresas y gobiernos puedan tomar decisiones efectivas en tiempo real. Por ejemplo, la hemos implementado en empresas petroleras y de manufactura, cuyo objetivo es conocer la localización exacta de los empleados y a partir de sensores detectar si hay alguna persona en un área de riesgo, y puede peligrar su seguridad. A partir de esta acción, la plataforma puede interpretar los datos y generar medidas preventivas de alerta para proteger a los empleados”, puntualiza el ingeniero.

## Problemas y soluciones

Uno de los problemas técnicos propios de IoT tiene que ver con el procesamiento de los datos masivos: si el procesamiento es más eficiente en forma centralizada o distribuida. En este contexto, en Exactas-UBA se está desarrollando un proyecto de investigación sobre *Fog Computing* o Computación “en la niebla”, un modelo de cómputo donde los mismos dispositivos de red son puntos de acceso para aumentar la velocidad del procesamiento de los datos, aliviando así el tráfico de la nube (*Cloud Computing*) en parte del trabajo centralizado y logrando una experiencia de uso más fluida e inmediata. “La pregunta que estamos tratando de

resolver es si se puede correr una aplicación que viene funcionando desde hace quince años en paralelo con grandes clústers, pero ahora en un entorno distinto: una infraestructura con cientos o miles de sensores distribuidos en una ciudad con una conectividad heterogénea e inestable, ya que a veces se conectan y a veces no. Con este propósito utilizamos una herramienta de simulación”, explica Esteban Mocskos, profesor del Departamento de Computación de Exactas-UBA y responsable de operaciones del CeCAR de dicha facultad.

Mocskos analiza qué modificaciones técnicas se pueden realizar sobre los algoritmos que controlan la aplicación para que resulte más eficiente. Está realizando el trabajo de simulación computacional junto a Maximiliano Geier, becario de doctorado de Exactas-UBA, e investigadores de la Universidad de Zúrich. Otro de los proyectos encarados por el investigador es el estudio de la tecnología celular denominada NB-IoT (*Narrowband IoT*), un nuevo standard 4G que permite disponer de muchos sensores transmitiendo al mismo tiempo en la red de telefonía móvil sin interferir con las comunicaciones usuales de los usuarios y a un bajo costo de transmisión.

Por su parte, la red de emprendedores avanza para generar iniciativas y soluciones en diversos planos de la IoT. Uno de los emprendimientos que se destacan es Inipop, una *start up* que desarrolla proyectos para empresas y gobiernos. Actualmente presta servicios para el Gobierno de la Ciudad en el sensorizado

ambiental de la Ciudad de Buenos Aires. “Instalamos cien cajas concentradoras, que son pequeñas estaciones meteorológicas interconectadas y distribuidas para proveer información de distintos puntos de la ciudad, como variaciones de temperatura, probabilidades de tormentas, etcétera. También sensores ópticos y acústicos que sirven para contabilizar la cantidad de vehículos y de personas que transitan por Buenos Aires”, detalla Alejandro Repetto, director de tecnología de Inipop.

Antes del proyecto, la Ciudad tenía solo tres grandes estaciones meteorológicas que podían proveer información global pero poco representativa de lo que sucedía en cada barrio de la ciudad y de las consecuencias de problemas ambientales más localizados como inundaciones. “Este proyecto es analítico y permite cruzar datos de muchas variables de las cien estaciones, por ejemplo, si llovió mucho en Núñez y en Belgrano, probablemente Palermo se inunde y habrá que tomar medidas preventivas”, subraya Repetto.

Inipop también está desarrollando un proyecto de estacionamiento inteligente en la zona de Once. Abarca 200 sensores de bajo consumo y cinco cajas concentradoras que pueden proveer información sobre cómo se usan realmente las zonas de carga y descarga y optimizar el estacionamiento de los vehículos.

Otro caso interesante es *Inclusion - The Cloud Company*, una firma que desde hace diez años se dedica a soluciones





En un entorno IoT la informática se integra al entorno de cada persona, de manera que las computadoras, sensores y dispositivos en red no necesariamente se perciben como objetos diferenciados.

de transformación digital para consumo masivo y energía. “Desarrollamos un producto específico para mantenimiento de plantas industriales que puede integrarse a dispositivos móviles e interconectarse con los sensores de las plantas para su monitoreo en tiempo real”, comenta Pablo Vittori, director de Estrategia de Inclusión. Recientemente incorporaron el uso de drones, “están siendo usados en empresas de transporte de energía para relevar líneas de alta tensión pero son aplicables a cualquier industria con espacios de difícil acceso”, complementa Vittori.

## El panorama en Argentina

A nivel local aún existen obstáculos para poder avanzar en proyectos sustentables de Internet de las Cosas. Uno de ellos pareciera ser lograr una sinergia entre actores estratégicos. Según Mocskos, “en general con aquellos proyectos destinados a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, es difícil la conexión entre gobiernos, universidades y empresas. Estamos en una etapa donde todavía no intervienen las universidades ni el CONICET. Más bien suele haber iniciativas de IoT en distintos niveles de Gobierno, municipales o provinciales, con pruebas piloto o compra de un producto comercial para un tema específico”. El investigador señala que aún no está claro cuál es el beneficio que obtendría el país con estos proyectos.

Por su parte, algunos de los emprendedores en IoT se refieren al complejo

acceso a las tecnologías necesarias como así también a la capacitación en el sector. “Nuestra principal limitación es el acceso a tecnología de base, sobre todo kits de electrónica y componentes. En Estados Unidos es sencillo acceder pero en nuestro país no lo es”, opina Vittori. Y agrega “existen muchos proyectos en agro e industria, pero faltaría más difusión y capacitación sobre la temática en instituciones educativas, especialmente en colegios industriales”.

“Producir *hardware* en Argentina no es fácil. Nosotros diseñamos prototipos y planos en el país y luego, según el volumen de producción, los mandamos a fabricar en el exterior. También hay problemas con los componentes importados porque quedan demorados en la aduana”, afirma Repetto. Y complementa “tenemos un potencial enorme con nuestros ingenieros y técnicos en Argentina. Pero se necesitarían más políticas de Estado para ayudar a que el área crezca”.

No obstante, Internet de las Cosas también involucra al *software* y existen visiones diferentes con respecto al peso que realmente tiene el *hardware* en este asunto. “El motor más importante de IoT no es el *hardware* sino el *software* y Argentina tiene un potencial tremendo con su comunidad de desarrolladores y el *software* que produce y exporta anualmente al mundo. Somos un país ideal para expandir el mercado”, sostiene Juan José Cazila. Para el especialista, uno de los pilares de Internet de las

Cosas es la innovación, pero bien entendida: “Es fundamental comprender que la innovación no es solo tener una idea o una invención sino cómo esa invención cumple un proceso de desarrollo y madurez dentro del mercado para que esa solución específica sea exitosa. Depende de poder sustentar competitivamente ese cambio en el tiempo, como proceso organizativo”.

Más allá del panorama esbozado, los referentes coinciden en algunos puntos claves para que el fenómeno IoT pueda crecer localmente:

- Unificar la interoperabilidad utilizando los mismos estándares y protocolos para toda la industria (generalmente publicados por la Asociación Mundial de Ingeniería IEEEE).
- Prestar más atención a los temas de seguridad informática, sistemas de validación y cifrado de los datos en red.
- Impulsar el área a través de la capacitación, difusión y el desarrollo de laboratorios de innovación y trabajo colaborativo (por ejemplo: NETI).
- Fomentar políticas de Estado de apoyo económico y tecnológico al sector, especialmente a empresas de base tecnológica y *start up*, y generar una sinergia entre los actores del proceso: Gobierno, Institutos de Investigación y Universidades e Industria en general.

Ciencia y literatura

# Neuronas, monstruos y electricidad

## De la realidad a la ficción y viceversa

Frankenstein, la famosa novela de Mary Shelley, se gestó en el mismo tiempo en el que una afebrada discusión científica sentaba las bases de la electrofisiología de los sistemas nerviosos. Un debate de vida o muerte.





## El origen de una leyenda

Hace dos siglos veía la luz una de las obras literarias más célebres de la historia. A pesar de haber llegado al público a los pocos años de iniciado el siglo XIX, esta afamada novela aun hoy sigue generando debates acerca de los problemas éticos que conlleva la investigación científica, especialmente aquellos relacionados con la responsabilidad que deberían asumir los científicos sobre el destino de sus descubrimientos.

Más de doscientos años atrás, exactamente un 1º de enero de 1818, nacía la novela *Frankenstein o el moderno Prometeo*, una obra hábilmente elaborada por la brillante imaginación de Mary Wollstonecraft Shelley, quien dos años antes, y con apenas diecinueve años de edad, pergeñó esta ficción enmarcada dentro de la novela gótica de terror, pero con un contenido que va más allá de los límites que definen a las categorizaciones literarias.

Uno de los protagonistas de esta novela, Víctor Frankenstein, se convirtió—sobre todo desde su paso a la pantalla grande— en el estereotipo del científico loco, grandilocuente, que se cree más cerca de Dios que de los hombres, una imagen que al día de hoy se conserva en la imaginación de muchas personas que le temen al inexorable avance de los descubrimientos científicos, sobre todo aquellos que asoman como una amenaza para la vida en la Tierra, como la energía nuclear o la manipulación y clonado de genes.

Pero muy pocas personas, fanáticos del terror y la ciencia ficción o no, saben que gran parte de la inspiración de Mary Shelley provino de descubrimientos científicos destacados de su época, y que, incluso, la figura del perturbado Víctor sería el reflejo de un científico de carne y hueso de los primeros años del siglo XIX.

Si bien la historia de la criatura y su creador ha sido inmortalizada por el cine en cientos de ocasiones, el nacimiento de la novela fue pocas veces reflejado fielmente en la pantalla grande. Basta decir que un grupo de escritores que vacacionaba en Suiza—entre ellos Mary, su esposo Percy Shelley, John



Luigi Galvani fue un médico, fisiólogo y físico italiano de fines del Siglo XVIII que postuló la noción de “electricidad animal”, luego llamada galvanismo en su honor.

Polidori y Lord Byron— se sometieron a un desafío que consistía en determinar quién de ellos podría crear la historia más aterradora durante “el año sin verano” de 1816. Con el correr de los días la inspiración parecía eludir a Mary Shelley, hasta que su musa llegó de la mano de un sueño, en el que imaginaba que su hija recientemente fallecida volvía a la vida. Muchos creen que ese sueño fue alimentado por los novedosos resultados científicos que habían llegado a oídos de toda la sociedad europea, y que fue uno de los tópicos más atractivos de las largas conversaciones entre los literatos atrapados por el mal clima en una villa frente al Lago Ginebra.

¿Y qué experimentos fueron capaces de alcanzar tanta popularidad a principios del siglo XIX, en una época en que la divulgación científica no gozaba de buena salud, y en la que los científicos se encerraban en sus laboratorios y exponían sus descubrimientos en salones ocupados exclusivamente por colegas? Solo algo tan impresionante como volver materia muerta a la vida podría causar tal efecto de propagación, y justamente de eso se trataba.

### De los espíritus a la electricidad

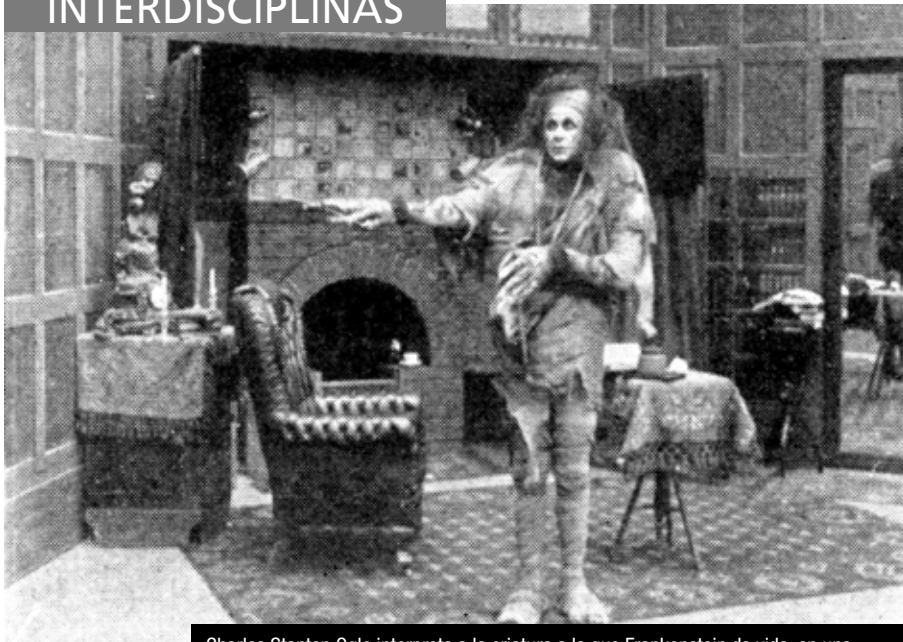
El culpable de esta revolución científica, aunque no de su popularización, fue el investigador italiano Luigi Galvani, quien a finales del siglo XVIII descubrió, algunos dicen por accidente, que la electricidad era capaz de inducir la contracción muscular de partes muertas de animales, particularmente las patas de aquellas criaturas con las que el

imaginario popular identifica la imagen de Galvani: las ranas.

Durante miles de años se creyó que los sistemas digestivo, circulatorio y nervioso participaban en la producción de “espíritus animales”. Desde Hipócrates, casi dos mil quinientos años atrás, pasando por Descartes en el siglo XVII, y hasta los descubrimientos de Galvani, se pensaba que estos “espíritus” permanecían almacenados en los nervios y vasos sanguíneos, y que eran liberados para contraer los músculos cuando fuera necesario.

No fue hasta finales del siglo XVIII que estas ideas comenzarían a cambiar, a partir de la publicación del trabajo de diez años de Galvani, donde el investigador italiano postuló la existencia de una “electricidad animal”, inherente a los seres vivos y que no tenía nada que ver con ningún tipo de “espíritu”, sino que era generada en los mismos nervios o en los músculos. Luego de la muerte de Galvani, a esta “electricidad animal” se la llamó en su honor *galvanismo*, que fue el nombre con el que llegó a los oídos de Mary Shelley, y que es mencionado en la edición de su novela publicada en 1831.

Por esa época otro científico italiano, Alessandro Volta, apoyó los novedosos resultados de su coterráneo, pero en poco tiempo se convirtió en su peor enemigo. Volta, que trabajaba con metales y electricidad, sugirió que las ranas solo servían como detectores de corrientes eléctricas generadas por el contacto entre dos metales, material del que eran los instrumentos que se utilizaban en



Charles Stanton Ogle interpreta a la criatura a la que Frankenstein da vida, en una versión fílmica de 1910 de la obra de Shelley.

esos tiempos para aplicar la corriente a nervios y músculos. Galvani probó que Volta estaba equivocado al generar contracciones en los músculos de las patas de rana tocándolos directamente con la punta de un nervio aislado, sin utilizar ni una sola pieza de metal. A pesar de estos resultados, Volta siguió apoyando su teoría de la “electricidad bimetálica” y negando la “electricidad animal”, incluso hasta después de la muerte de Galvani en 1798.

A pesar de esta lucha de egos, el mismo Volta demostró más tarde que estaba parcialmente equivocado, ya que pudo generar electricidad a partir de discos de metales diferentes, pero que no hacían contacto entre sí, sino que estaban separados por pedazos de tela humedecidos en ácido. Ese invento del año 1800 marcó uno de los descubrimientos que más contribuyeron a los estudios de la electricidad, ya que se trató de la primera batería de la que la humanidad tiene registro.

Hicieron falta algunos años más para probar la existencia de la electricidad en los seres vivos, y fue gracias al invento de Emil du Bois-Reymond, quien con una aguja magnética que era capaz de moverse cuando la electricidad pasaba a través de un circuito de alambre, creó el primer aparato capaz de registrar corrientes eléctricas y al que bautizó *galvanómetro*. En 1842 otro científico italiano, Carlo Matteucci, utilizó este instrumento de medición para determinar por primera vez corrientes eléctricas entre dos músculos seccionados, probando que la teoría de Galvani sobre la electricidad inherente en los seres vivos era correcta.

Pero la popularización del *galvanismo* no llegó de la mano de quien le diera su nombre, sino de un físico italiano, sobrino de Galvani, llamado Giovanni Aldini, quien llevó los experimentos de su tío a un nivel rayano en lo circense. En la Londres de 1803, y ante numeroso público, Aldini aplicó electricidad a diferentes partes del cuerpo del cadáver de un condenado a muerte. Para

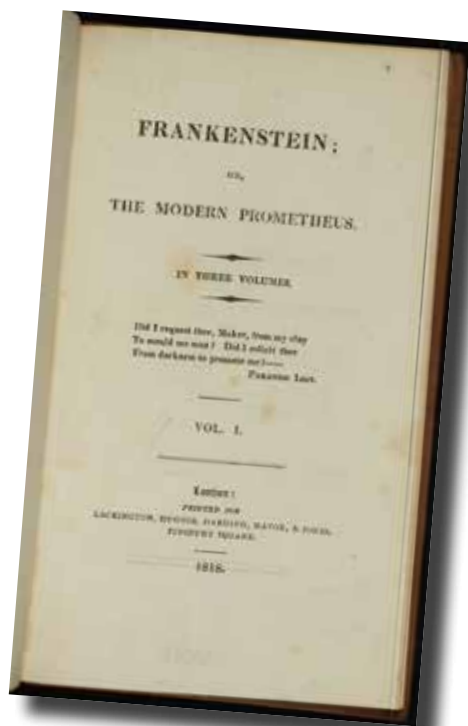
sorpresa del amplio auditorio, piernas y brazos comenzaron a sacudirse, y la cara del reo comenzó a hacer gestos grotescos, causando una batahola de gritos, desmayos y hasta una muerte entre los impresionados concurrentes.

Si bien este experimento sería actualmente considerado antiético, en aquella época se creía que este tipo de tratamientos podrían ser usados para resucitar a quienes fallecieran por ahogamiento, y que posiblemente podría ayudar a las personas con problemas mentales, algo que lamentablemente se puso en práctica durante muchas décadas a partir de los experimentos de Aldini y muchos de sus colegas.

Existen quienes opinan que Aldini fue la inspiración para que Mary creara a su Víctor Frankenstein, y que el deseo de volver a ver a su hija junto con la posibilidad que la electricidad fuera una fuente de vida, crearon el cóctel perfecto para el nacimiento de su famosa novela. De cualquier manera Mary no se dejó influenciar por estos hechos y sus fuertes deseos, ya que si bien en su historia el científico logra su cometido, el abandono irresponsable por parte de Víctor y el rechazo a su creación por parte de la sociedad debido a su abominable aspecto, convierten a la criatura sin nombre en un ser cruel y vengativo, a pesar que al principio se lo muestra bondadoso, inteligente y hasta más humano que su creador.

## Imaginando el futuro

Hoy podemos afirmar sin ninguna duda que Galvani fue un visionario. Postuló que el *galvanismo* era el resultado de la acumulación de cargas positivas y negativas en las superficies externa e interna de los nervios o de las fibras

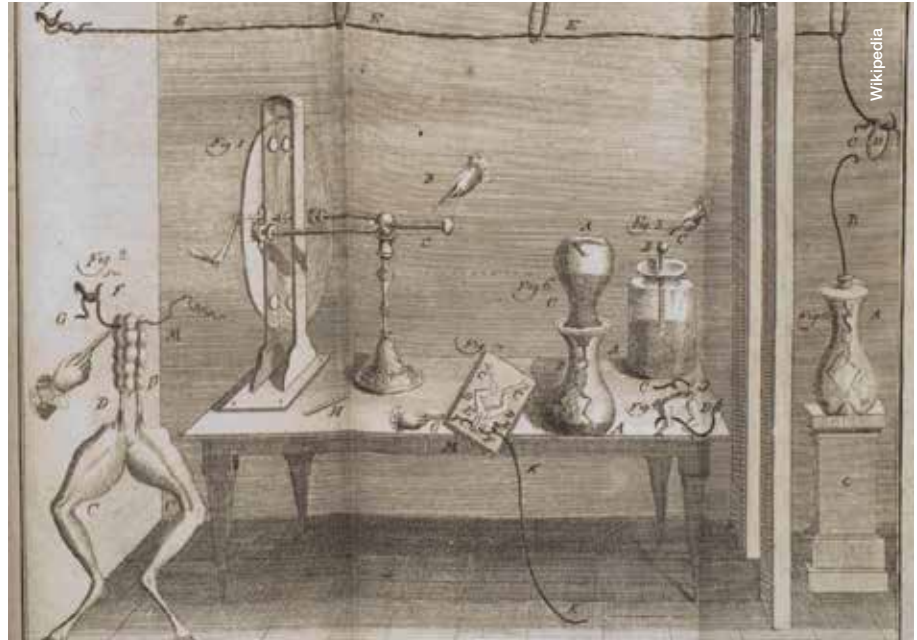


Portada de la primera edición de *Frankenstein o el moderno Prometeo*, de Mary Shelley, publicada en 1818.





Golding Bird (1849)



Wikipedia

Los experimentos de Luigi Galvani y, posteriormente, de Giovanni Aldini a principios del Siglo XIX, se presuponen como la inspiración de Mary Shelley para la creación de su obra *Frankenstein o el Prometeo moderno*.

musculares, similar a como ocurría en uno de los pocos aparatos de su época capaz de producir descargas eléctricas artificiales, conocido como *botella de Leyden*, la cual podía almacenar la carga producida por un generador de electricidad. Para explicar cómo esas cargas acumuladas podían fluir para movilizarse a lo largo de la fibra nerviosa, Galvani asumió que debían existir “poros” que permitieran el intercambio de cargas entre ambas superficies.

¿Y por qué decimos que era un visionario? Justamente porque hoy sabemos gracias a la *electrofisiología* —que estudia las propiedades eléctricas de las células y tejidos y es la heredera directa del *galvanismo*— que los impulsos nerviosos se trasladan a lo largo de nuestro cuerpo mediante el intercambio de cargas positivas y negativas —principalmente representadas por dos elementos químicos con cargas eléctricas, el sodio y el potasio— entre el exterior y el interior de la superficie de las neuronas que forman parte de nuestros nervios.

Las *neuronas* son unas células muy especializadas, cuyo principal papel es transmitir información dentro de nuestro cuerpo. Esa información puede ser interna —todo lo que pasa dentro de nosotros— o externa, como los estímulos que recibimos de lo que nos rodea, a través de imágenes, sonidos, olores, sabores y del tacto (calor, frío, presión, dolor, etcétera). Para transmitir esos estímulos y permitir que el cerebro los procese y tome una decisión (por ejemplo contraer los músculos del brazo para sacar una mano que se está

quemando al tocar una plancha caliente), las neuronas se valen de largas prolongaciones que se llaman *axones*, que corren a lo largo de nuestro cuerpo formando las fibras nerviosas que Galvani estimulaba en sus experimentos.

Estos axones funcionan como verdaderos cables que transportan la información mediante impulsos eléctricos. Tal como lo predijera Galvani, existe una diferencia de carga eléctrica entre el exterior y el interior de los axones, siendo más positiva afuera que adentro. Esto se mantiene en equilibrio gracias a *bombas impulsoras* y *canales* (el equivalente de los “poros” de Galvani) que se encargan de mantener una alta concentración de potasio en el exterior. Ante la presencia de un estímulo, se activan otro tipo de *canales* que hacen que una gran cantidad de sodio ingrese al axón, haciendo que ahora el exterior tenga una carga más negativa. Este cambio de polaridad tiende a restablecerse con la inmediata salida de potasio, al mismo tiempo que en la siguiente sección del axón comienzan a activarse las bombas que ingresan sodio, por lo que la corriente eléctrica (medida como un cambio de polaridad entre el exterior y el interior celular) se va trasladando a lo largo del axón a medida que se activan y desactivan las bombas de sodio y potasio. Una vez que se alcanza el extremo de un axón (que en nosotros puede llegar al metro de largo), el mensaje se transfiere a través de señales químicas a la siguiente neurona hasta llegar a su destino final, que en el caso de las ranas de Galvani era el músculo, el cual se contraía al recibir el estímulo eléctrico.

Todo esto que hoy sabemos a nivel microscópico demuestra que con varias décadas de antelación a la actual definición de célula, e incluso muchísimo antes de determinarse la existencia de canales microscópicos en la superficie celular, Galvani fue capaz de predecir el funcionamiento del sistema nervioso tal como lo conocemos hoy. Más de un siglo y medio tuvo que transcurrir desde los descubrimientos del científico italiano para que, en 1952, Alan Hodgkin y Andrew Huxley demostraran que existe un estado de desequilibrio de cargas entre el exterior y el interior de las fibras nerviosas, y que estas al ser impermeables necesitan de la presencia de *canales* para que la electricidad pueda fluir a través de estas fibras.

A diferencia de Victor Frankenstein, Luigi Galvani se hizo cargo de sus descubrimientos y los defendió a capa y espada contra los embates de Volta y otros de sus colegas. Su intuitiva y visionaria mente fue la piedra fundacional de la electrofisiología que conocemos hoy en día, la cual ha pavimentado el camino que nos está llevando a un conocimiento cada vez más profundo sobre el funcionamiento de nuestro sistema nervioso.

Quiera el tiempo que todo lo que descubramos sobre nuestro cerebro sea utilizado con responsabilidad y para bien de la humanidad. No sea cosa que seamos víctimas del error que mucha gente sigue cometiendo con la famosa novela de Mary Shelley, pensando que el título de la misma se refiere al nombre del monstruo, para al final darnos cuenta de que no estábamos tan equivocados como creíamos.



NO A LA EXTINCIÓN  
DE LA CIENCIA ARGENTINA

MESA COORDINADORA PLENARIO NACIONAL DDI CONICET



CABILDO ABIERTO

# Los científicos quieren saber de qué se trata

Frente a la desfinanciación del sistema, directores y directoras de institutos del CONICET alzaron su voz para exigir mayor presupuesto y revertir la crisis del sector, en la certeza de que "sin ciencia no hay futuro".



Ha sido otro semestre complejo para la comunidad científica argentina, acentuada por un brutal proceso de desmantelamiento del sistema de ciencia y tecnología, traducido en una profunda sangría presupuestaria y en un fuerte ajuste salarial y de los fondos para investigación. La situación, insostenible, generó reacciones inéditas. Algunas individuales y por lo tanto efímeras, como la de la bióloga que decidió concurrir en un programa de preguntas y respuestas de la tvé, visibilizando para el gran público la imposibilidad de hacer ciencia básica sin los recursos que antes aportaba el Estado. Pero ha habido otro gran movimiento en el tablero científico, de carácter colectivo y por eso más promisorio, y es el que aglutina a 245 directoras y directores de institutos del CONICET. Reunidos en un plenario en la ciudad de Córdoba, a mediados de abril, redactaron un Manifiesto exigiendo un urgente plan de salvataje del organismo. Ese primer paso se tradujo un mes más tarde en un histórico Cabildo Abierto en Defensa de la Ciencia y la Tecnología, concretado el 22 de mayo en el auditorio del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, donde los científicos denunciaron ante la ciudadanía la magnitud del vaciamiento que sufre el sistema científico argentino, además de impulsar un acuerdo programático que instale la cuestión de la ciencia en el centro del debate electoral.

“Sin ciencia no hay futuro” fue la renovada consigna de aquel encuentro. Impulsados por ese axioma perentorio, y con los comicios presidenciales en ciernes, la Mesa Coordinadora del Plenario Nacional de Directoras y Directores de Institutos del CONICET se instituyó así como un interlocutor central para discutir la política científica, y ese día anunció públicamente que buscaría reunirse con los distintos candidatos.

La convocatoria de los días 12 y 13 de abril en la sede de la Universidad Tecnológica Nacional de la ciudad de Córdoba puede considerarse histórica para la ciencia nacional. Nunca antes, las autoridades de los institutos, unidas ejecutoras de la política científica del CONICET, se habían reunido para discutir las problemáticas comunes,



El mismo 22 de mayo luego del Cabildo Abierto, se realizó una nueva movilización a la sede del CONICET en reclamo por el ajuste en el área.

hacer un diagnóstico de la difícil coyuntura y delinear, en consecuencia, un curso de acción para sus reclamos. Al cabo de dos jornadas de trabajo, el documento que dieron a conocer con el sugestivo título de “manifiesto” anticipó la idea de que el colectivo de investigadores descubrió su peso propio y que de aquí en adelante procurará ponerlo en juego, en pos del salvataje del sistema científico argentino.

El Manifiesto de Córdoba exige al gobierno nacional un aumento de emergencia del presupuesto del CONICET, que garantice el funcionamiento de los institutos, el cumplimiento de los proyectos de investigación ya aprobados y la actualización de salarios y becas; la prórroga de becas a los jóvenes científicos excluidos de los últimos ingresos a la carrera de investigador, un aumento sustancial en el número de vacantes –hoy congeladas en 450, sobre un total, el último llamado, de 2595 postulantes– a fin de revertir el deterioro sufrido en los últimos tres años; y la restitución del área de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva a su estatus de ministerio.

También se pedía la inmediata normalización del directorio del organismo, puesto que aún no habían sido designados los doctores Alberto Kornblihtt y Mario Pecheny, miembros electos por sus pares en 2018, cuestión que se resolvería poco después, ante la presión de la comunidad científica.

El amplísimo consenso frente a la crisis en la que han sumido a la investigación científica las actuales políticas

respecto del sector –un 90% de los directores de institutos suscribieron las conclusiones del Plenario, desde distintas posiciones ideológicas y aun partidarias– terminó de cimentarse en mayo, durante el Cabildo Abierto en el Museo de Ciencias Naturales, que se replicó con diversas actividades en laboratorios y centros de investigación de todo el país, y se cerró ese mismo día con una nutrida movilización a la sede del CONICET, en la calle Godoy Cruz.

Horas antes, el gobierno nacional había anunciado una serie de medidas, incluida la inyección de mil millones de pesos adicionales para destinar a la investigación. La exposición del Plenario de directoras y directores demostró que ese paliativo era a todas luces insuficiente, ínfimo en el contexto de una sangría presupuestaria que ese día se expuso blanco sobre negro en cifras más que elocuentes.

Ese cónclave, también fundacional para el colectivo de los científicos, reunió a un centenar de directores, vicedirectores y miembros académicos de los institutos –a los que se sumaron adhesiones de todo el país– y sirvió para volver a poner en evidencia, con datos concretos, la brutal caída de la inversión estatal en ciencia y tecnología, el vaciamiento presupuestario del CONICET y del resto de los organismos científicos y la pulverización del poder de compra de los subsidios para la investigación.

Tras la presentación de Juan Pablo Paz, director del Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), quien sostuvo que “los funcionarios de Ciencia y



Mientras se ajustan los fondos destinados a Ciencia y Técnica, crece sustancialmente el porcentaje del PBI asignado a pagar servicios de la deuda externa.

Tecnología están mintiendo descaradamente y los desafiamos a debatir públicamente estos números”, su colega Jorge Aliaga, ex decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, ilustró con gráficos la real dimensión del despojo propiciado por la gestión Cambiemos.

Entre 2015 y 2018, el presupuesto para Ciencia y Tecnología se redujo del 0,35% al 0,26% del Producto Bruto Interno. Para 2019, la proyección fijada lo deja en un menguante 0,23 por ciento. Aliaga mostró ese día los presupuestos comparados año a año en millones de pesos constantes a valores de 2019 (utilizando el Índice de Precios Implícitos, como hace el Ministerio de Hacienda, y aclarando que se trataba de un cálculo muy conservador, que proyectó apenas un 34,2% de inflación para este año, índice que será largamente superado). En 2015, los fondos asignados al sector equivalían a 70.175 millones de pesos. La partida para este año es de sólo 47.174 millones.

Por lo tanto, la merma presupuestaria es del 33%, y equivale a unos 23 mil millones de pesos menos a valores actuales. Ese es el monto adicional que verdaderamente equipararía la inversión en ciencia con los niveles de cuatro años atrás, lo que pone de manifiesto el limitado efecto que podrían tener las pálidas promesas del gobierno, aquellos mil millones de los cuales, según se reveló más tarde, la mitad ya habían sido reasignados por ley al CONICET, pero sin la decisión administrativa que lo hiciera efectivo.

Sólo el CONICET recibe, en pesos actualizados por IPI, 4300 millones

menos que en 2015, una caída presupuestaria del 20 por ciento. Si se considera que los gastos de funcionamiento del organismo se desplomaron del 10% del total al 4%, no es difícil explicar la virtual parálisis de la investigación. La debacle financiera registra caídas similares en el resto de los organismos científicos: INTI, INTA, CNEA, CONEA, etc.

También se derrumbó el financiamiento interno de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, y aun la baja menos pronunciada del financiamiento externo se torna significativa si se piensa que esos subsidios para la adquisición de insumos para la investigación, originalmente adjudicados en dólares por organismos crediticios multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), redujeron su poder de compra a una tercera parte, merced a la devaluación del peso, desde el momento en que fueron otorgados. Y los salarios de becarios e investigadores también han sufrido, desde luego, un retroceso sustancial en su poder adquisitivo: entre un 35 y un 37% desde 2015, de acuerdo a un trabajo del Centro de Investigación y Formación de la República Argentina (CIFRA), de la CTA.

Una de las promesas oficiales sí se concretó pocas horas después de aquel Cabildo Abierto: las designaciones de Kornblihtt y Pecheny en el directorio del CONICET, poniendo un paréntesis a la grave crisis institucional que viene padeciendo el organismo durante la actual gestión, y por otra parte generando un sacudón en su seno. Días después de asistir a sus primeras reuniones de directorio –con la plataforma electoral por la que fue votado en un carpeta

bajo el brazo–, Kornblihtt realizó una charla informativa ante la comunidad de Exactas para revelar qué se discutió, qué se decidió, revirtiendo el habitual secretismo que, por reglamento, solían cultivar sus miembros. En un novedoso ejercicio de transparencia, Kornblihtt y Pecheny propusieron que las actas de las reuniones sean publicadas en la web del CONICET, moción que fue aceptada por el directorio.

El eje de la propuesta de los nuevos miembros apunta al presupuesto, y a la necesidad de que el directorio del CONICET constituya una comisión de enlace con el Congreso, para argumentar directamente, cara a cara con los legisladores, y convencerlos de la necesidad de incrementar sustancialmente las partidas destinadas a la investigación, además de intentar reflotar la llamada “ley Perotti” de financiamiento para la ciencia y la tecnología, con media sanción del Senado pero cajoneada hace tres años por la Comisión de Presupuesto de Diputados.

En efecto, la desfinanciación del sistema ya es una amenaza para el futuro. Con centenares de proyectos de investigación virtualmente paralizados por falta de fondos y la exclusión de miles de jóvenes científicos altamente calificados, en cuya formación el Estado argentino ha invertido enormes recursos, y que comienzan a transitar un nuevo éxodo en busca de mejores horizontes en los países desarrollados, la comunidad científica sigue denunciando las consecuencias devastadoras que la continuidad de estas políticas tendría para el país.

Un actor fundamental de este drama que, ya avisó, se baja del carro cualquiera sea el resultado de las próximas elecciones, es el exministro Lino Barañao. Cuestionado duramente por sus colegas por convalidar el desmantelamiento del sistema científico, admitió en un reciente reportaje: “No niego que el presupuesto sea más bajo y que tengamos dificultades, pero éste es un período de transición, producto de una crisis económica”, y graficó, sin pudor, los peligros de continuar por esta senda de ajuste: “El presupuesto para la ciencia es como el oxígeno para el cerebro. Uno puede aguantar dos o tres minutos y no pasa nada, pero con diez minutos, el daño es irreversible”.



# Christiane.

## Un bio-musical científico

María Pilar González  
mapi.gonzalez@gmail.com

En una época en donde las *biopics* de las estrellas están de moda, un musical centrado en una figura de la ciencia argentina puede ser un suceso o una propuesta descabellada. Por suerte para Belén Pasqualini —actriz, soprano y compositora—, el experimento resulta más que exitoso. La obra creada por la artista no sólo pretende homenajear a Christiane Dosne de Pasqualini, su abuela, sino que busca mostrar el aspecto más visceral de la ciencia: su amalgama con la vida y cómo una se solapa con la otra hasta fundir ambos límites.

Christiane fue una adelantada para su época. Doctora en Medicina experimental, científica especializada en leucemia e investigadora del CONICET, fue becaria nada menos que de Bernardo Houssay. Feminista sin proponérselo, a través de sus decisiones fue marcando un sendero que la conduciría a ser la primera mujer en tener un asiento en la Academia Nacional de Medicina. De origen francés y criada en Canadá, no dudó en instalarse en la Argentina por amor, aunque a condición de conservar su apellido de soltera y no usar anillo.

Con muchas de estas anécdotas a cuestas —y una visión desprejuiciada acerca del mundo de la ciencia—, Belén Pasqualini comienza la obra con un discurso de agradecimiento, uno al que Christiane le hubiera gustado poder pronunciar. Así, la nieta se transformará en la abuela, y haciendo uso de un estereotipado pero cariñoso acento francés relatará pasajes de su vida, las peripecias de su llegada a Buenos Aires y anécdotas de laboratorio, y hasta someterá al método científico a los candidatos a convertirse en su marido.

La exquisita voz de la artista, su histrionismo, y un juego de luces cuidado que ayuda a transitar tanto el tiempo escénico como el del relato sin sobresaltos, son los grandes aciertos de la obra. Tanto la puesta como el vestuario son minimalistas, por lo que la clave está en esa sucesión de imágenes interminables: la curiosidad incesante de Christiane, su primera participación en una autopsia, la lucha por tener un criadero de ratones, y la reconfiguración de su rutina con la llegada de sus cinco hijos. Todo se mezcla y precipita para

Ganadora de tres premios Hugo en 2017 (mejor libro, mejores letras de un musical y mejor espectáculo musical unipersonal), la obra de la actriz, cantante y compositora Belén Pasqualini se estrenó en el verano de ese año, durante un ciclo de monólogos en el Teatro General San Martín, y en estos dos años se ha presentado con éxito en distintas salas porteñas y del interior del país, y también del exterior: durante 2019, el “biomusical científico” de Christiane ya viajó a Nueva York y Washington e integró la programación del Festival Internacional de Artes Escénicas (FAE) de Panamá.

construir la figura de la gran investigadora de la leucemia, que termina perdiendo el olfato pero no el entusiasmo por investigar.

Sorprende que una obra de teatro sea un suceso en una temática como ésta, e incluso que cuente ya con varias reposiciones. En el ámbito de la escena local, la ciencia pareciera ser “cosa de chicos”, condenando a los adultos a poquísimas opciones o a estereotipos que mucho se alejan de esta propuesta. En ese sentido, *Christiane, un bio-musical científico* es un hallazgo, tanto dentro del género musical como del teatral. Si bien el esfuerzo por explicar la investigación de su abuela lleva a algunos soliloquios plenos de expresiones científicas —que pueden no ser tan fáciles de seguir—, la potencia de la obra reside en la calidez con la que Belén Pasqualini ha sabido reconstruir el recorrido biográfico de su abuela. Allí es donde la actriz captura la verdadera pasión que suscita la ciencia en aquellas mentes cuyo motor perpetuo es la curiosidad, brindando así un acercamiento preñado de humanidad.



Jennifer Soraya

### FIGHA TÉCNICA

**Protagonista y dramaturgia:** Belén Pasqualini  
**Dirección musical:** Belén Pasqualini  
**Diseño de Iluminación:** Claudio Del Bianco  
**Asistencia en diseño de iluminación:** Facundo David, Martín Paponi  
**Comunicación web:** Enchulame Social Media  
**Producción general y dirección:** Dennis Smith

## ¿Cómo hacen los animales para estimar, visualmente, la distancia?

Contesta Daniel Tomsic, profesor e investigador del Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular, Exactas-IFIBYNE, UBA-CONICET.

La habilidad para estimar, en forma visual, la distancia o profundidad relativa a la que se encuentran los objetos es fundamental para la mayoría de los animales que exploran activamente sus entornos. Desde el futbolista que patea al arco para convertir el gol hasta la pequeña abeja que aterriza con precisión y suavidad sobre una flor, deben conocer la distancia que los separa de esos objetos. Pero ¿cómo estiman esa distancia? ¿Todos lo hacen del mismo modo?

Los animales se valen de una gran variedad de mecanismos: algunos permiten estimar la distancia a través de información percibida por un solo ojo, y otros requieren, necesariamente, combinar información de ambos ojos.

Entre los primeros, se puede mencionar el paralaje de movimiento. Cuando un observador se mueve, la magnitud y velocidad del movimiento aparente (desplazamiento de la imagen sobre la retina) de los objetos estacionarios depende de la distancia relativa a la que se encuentren. Los más cercanos se mueven más y más rápido, mientras que los muy lejanos, muy poco. El efecto es evidente cuando al mirar desde la ventanilla de un auto en movimiento percibimos cómo los arboles cercanos se mueven velozmente mientras que los más alejados lo hacen muy poco.

Otro mecanismo es considerar el tamaño relativo de los objetos, pues éstos, más allá de su dimensión real, presentan distintos tamaños aparentes según la distancia. Si dos objetos tienen el mismo tamaño absoluto, el más cercano se verá más grande.

El horizonte también aporta una referencia. Los objetos que se perciben cercanos a la línea del horizonte usualmente están a gran distancia del observador, mientras que los que se ven por encima o por debajo del horizonte suelen encontrarse más próximos. Un árbol a varios kilómetros de distancia (además de tener un tamaño aparente pequeño) se ve ubicado sobre la línea del horizonte, mientras que otro situado a solo cientos de metros, se ve por encima y por debajo del horizonte.

La estereopsis es un mecanismo que emplean los animales con ojos ubicados frontalmente y que presentan una considerable superposición entre sus campos visuales. Usando dos imágenes del mismo objeto obtenidas desde ángulos ligeramente diferentes, es posible determinar por triangulación la distancia a un objeto con precisión. Si un objeto está lejos, la disparidad de su imagen entre las retinas de ambos ojos será pequeña, mientras que, si está cerca, la disparidad será mucho mayor. Este método es útil con distancias menores a dos metros.

En general, los animales combinan la información de cada uno de los mecanismos de los que disponen para obtener mayor precisión.

## ¿Quién poliniza a las flores que se abren de noche?

Responde la doctora María Teresa Amela García, investigadora en el Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de Exactas-UBA.

Las flores que se abren de noche son polinizadas por animales de hábitos nocturnos, y presentan características que permiten que esos animales puedan detectarlas y llegar hasta ellas. Los rasgos más importantes son el aroma intenso y la coloración clara (blanca o crema). El olor constituye un atractivo más importante que el color, pues permite identificarlas en la oscuridad. Además, la coloración blanca es más “visible” contra el fondo oscuro. Estas flores nocturnas también suelen presentar las corolas con márgenes divididos, lo que incrementa la superficie de emisión de los compuestos volátiles responsables del aroma.

Los animales nocturnos que visitan las flores con mayor frecuencia son las polillas, los murciélagos y algunos mamíferos no voladores. Entre las polillas, existe una familia bastante especializada en la polinización, los esfíngidos. Estos lepidópteros poseen probóscides (trompas) de distinto largo según la especie, que permiten acceder al néctar oculto en las corolas. Estas muestran diferente longitud, lo cual restringe el acceso a los visitantes. Los roedores y cucarachas son visitantes menos frecuentes.

En muchas flores de antesis (período de abertura) nocturna, éstas se comienzan a abrir al atardecer e incluso pueden permanecer abiertas durante la mañana o aun todo el día siguiente. Sin embargo, en estas especies, es notorio el comienzo (o la intensificación, si duran más de una noche y una día) de emisión de perfume desde el atardecer hasta el amanecer del día siguiente. También la producción de néctar suele ser mayor en la noche. Estas flores, durante el día, suelen ser visitadas por animales no adaptados a la polinización de estas especies, por ello no las polinizan, sólo hurtan o roban la recompensa remanente (néctar o polen).

En Argentina, algunas de las flores que se abren de noche son la pezuña de vaca (*Bauhinia candicans*) y varias cactáceas (principalmente los cactus columnares), polinizadas por murciélagos; *Nicotiana longiflora* y la dama de noche (*Ipomoea alba*), polinizadas por polillas. Entre las exóticas, la caña de ámbar (*Hedychium coronarium*), la madre selva (*Lonicera japonica*) y varios jazmines.





# Conocé la nueva 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 lito llegó al cielo! Ernesto Carvo (Exactas-INQUIMAE) ganó el #RightMindChallenge Conocé su proyecto [bit.ly/2sXNVz7](#)

El lito, 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)