

CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 28 número 163 enero - febrero 2019

Ejemplar en la Argentina \$140

Ángel Roffo y la lucha contra el hábito de fumar

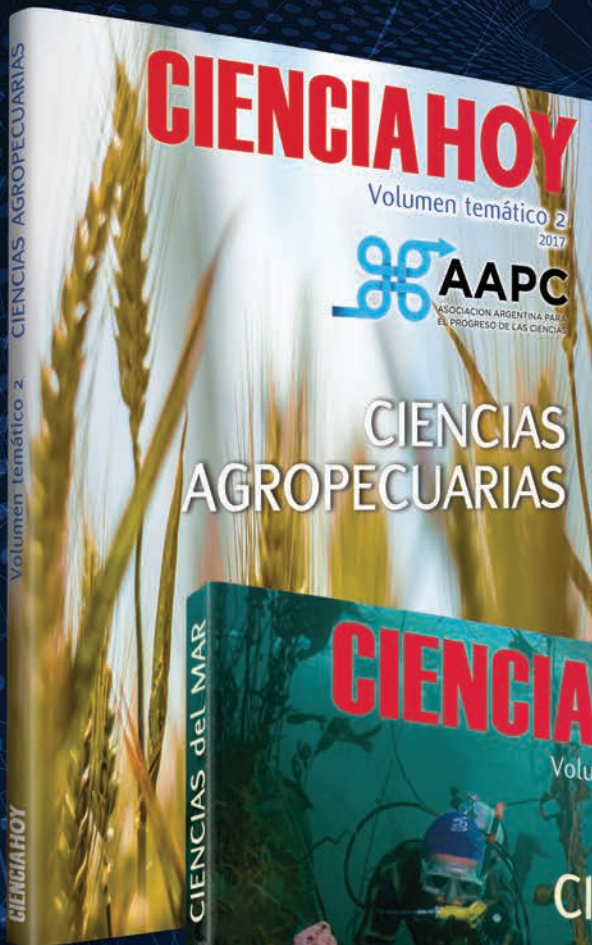
El santuario de Copacabana

Una cuestión de medida

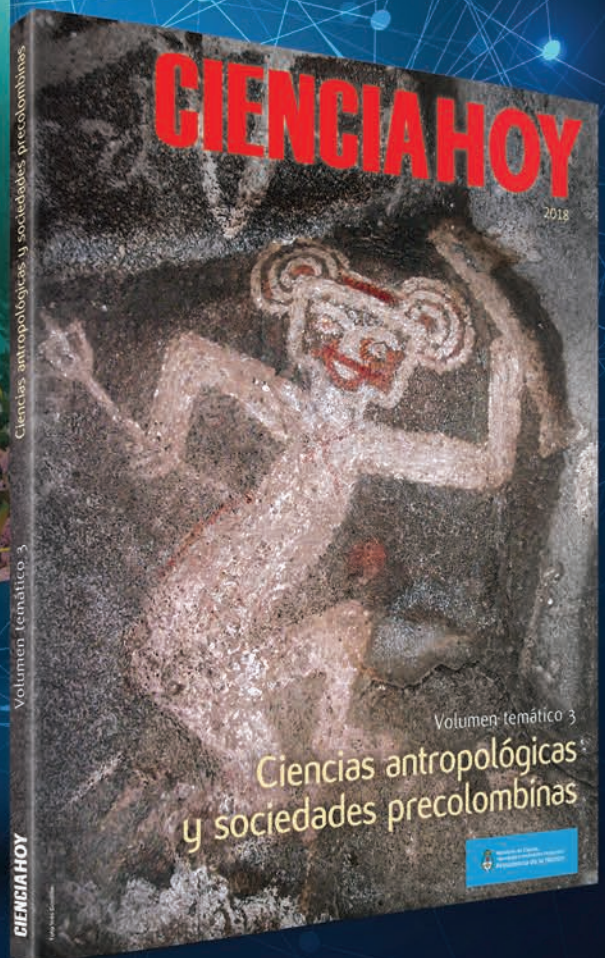
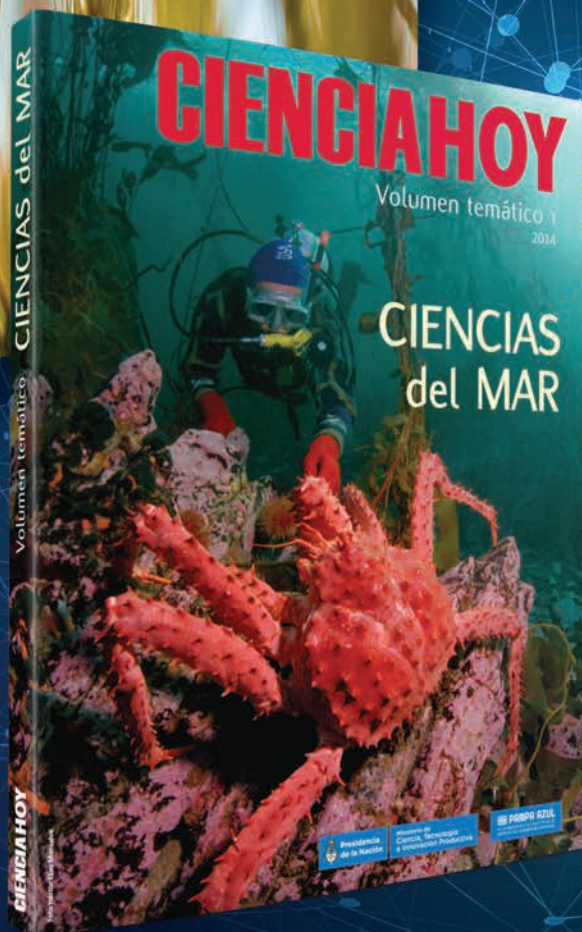
Guía del cielo nocturno

Termoelectricidad






CIENCIA HOY CONTINÚA CON SUS VOLÚMENES TEMÁTICOS



www.cienciahoy.org.ar contacto@cienciahoy.org.ar

 RevistaCienciaHoy Tel (011) 4961 1824 Fax (011) 4962 1330

Propietario: ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Director: Pablo Enrique Penchaszadeh

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de la revista puede reproducirse, por ningún método, sin autorización escrita de los editores, los que normalmente la concederán con liberalidad, en particular para propósitos sin fines de lucro, con la condición de citar la fuente.

Sede: Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5° A (C1193AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel.: (011) 4961-1824 y Fax: (011) 4962-1330
Correo electrónico: contacto@cienciahoj.org.ar
<http://cienciahoj.org.ar>

Lo expresado por autores, corresponsales, avisadores y en páginas institucionales no necesariamente refleja el pensamiento del comité editorial, ni significa el respaldo de CIENCIA HOY a opiniones o productos.

Consejo científico

Elvira Arrizurieta (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), José Emilio Burucúa (UNSAM), Ennio Candotti (Museo de Amazonia, Brasil), José Carlos Chiamonte (Instituto Ravignani, FFyL, UBA), Jorge Crisci (FCNYM, UNLP), Roberto Fernández Prini (FCEN, UBA), Stella Maris González Cappa (FMED, UBA), Francis Korn (Instituto y Universidad Di Tella), Juan A Legisa (Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética, UBA), Eduardo Míguez (IEHS, Unicen), Felisa Molinas (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), José Luis Moreno (Universidad Nacional de Luján), Alberto Pignotti (FUDETEC), Gustavo Politis (Departamento Científico de Arqueología, FCNYM, UNLP) y Fidel Schaposnik (Departamento de Física, FCE, UNLP)

Secretaría del comité editorial

Paula Blanco

Representante en Bariloche

Guillermo Abramson (Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche);
Av. Ezequiel Bustillo, km 9,5 (8400)
San Carlos de Bariloche, Prov. de Río Negro

Representante en Córdoba

Nancy López
La Falda, Valle de Punilla, Córdoba
Teléfono: (03548) 15 571-025
Correo electrónico: nancylopez2635@gmail.com

Editores responsables

Federico Coluccio Leskow

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján. Conicet

Alejandro Curino

Instituto de Investigaciones Bioquímicas Bahía Blanca, UNS-Conicet

Cristina Damborenea

División Zoología Invertebrados, Museo de La Plata, FCNYM-UNLP. Conicet

Alejandro Gangui

Instituto de Astronomía y Física del Espacio, UBA-Conicet

Aníbal Gattone

UNSAM

Roy Hora

Universidad Nacional de Quilmes. Conicet

Valeria Manzano

Instituto de Altos Estudios Sociales, Universidad Nacional de San Martín. Conicet

José X Martini

Asociación Ciencia Hoy

Paulina E Nabel

Asociación Ciencia Hoy

Pablo E Penchaszadeh

Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

Nicolás Pérez

Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias, UBA-Conicet

Roberto R Pujana

Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

María Semmartin –en uso de licencia–

Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas vinculadas a la Agricultura, UBA-Conicet

Representante en Mar del Plata

Raúl Fernández (Facultad de Ciencias de la Salud y Servicio Social, UNMDP)
Saavedra 3969 (7600) Mar del Plata.
Tel: (0223)474-7332
Correo electrónico: raferna@mdp.edu.ar

Suscripciones

ARGENTINA: 6 números, \$980 (incluye envío)
EXTRANJERO: 6 números, US\$ 27 + envío

Costo de envío

PAÍSES LIMÍTROFOS DE LA ARGENTINA: US\$ 60
SUDAMÉRICA: US\$ 72
RESTO DE AMÉRICA: US\$ 84
EUROPA: US\$ 90
RESTO DEL MUNDO: US\$ 96 (PayU)

Distribución

En ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires

Rubbo SA
Río Limay 1600 (C1278ABH)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Teléfono: (011) 4303-6283/85

En el resto de la Argentina

Distribuidora Interplazas SA
Pte. Luis Sáenz Peña 1836 (C1135ABN)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ISSN 0327-1218

N° de registro DNDA 5356850

Diseño y realización editorial

Estudio Massolo
Callao 132, EP (C1022AAO)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Teléfono: (011) 4372-0117
Correo electrónico: estudiomassolo@gmail.com

Corrección

Mónica Urrestarazu

Impresión

Mundial impresos
Cortejarena 1862 (C1281AAB)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Es una asociación civil sin fines de lucro que tiene por objetivos: (a) divulgar el estado actual y los avances logrados en la producción científica y tecnológica de la Argentina; (b) promover el intercambio científico con el resto de Latinoamérica a través de la divulgación del quehacer científico y tecnológico de la región; (c) estimular el interés del público en relación con la ciencia y la cultura; (d) editar una revista periódica que difunda el trabajo de científicos y tecnólogos argentinos, y de toda Latinoamérica, en el campo de las ciencias formales, naturales, sociales, y de sus aplicaciones tecnológicas; (e) promover, participar y realizar conferencias, encuentros y reuniones de divulgación del trabajo científico y tecnológico rioplatense; (f) colaborar y realizar intercambios de información con asociaciones similares de otros países.

COMISIÓN DIRECTIVA

Pablo E Penchaszadeh (presidente), Omar Coso (vicepresidente), Federico Coluccio Leskow (tesorero), Alejandro Gangui (protesorero), Paulina Nabel (secretaria), María Semmartin (prosecretaria), Hilda Sábato, Diego Golombek, Galo Soler Illia, Ana Belén Elgoyhen (vocales).

Sumario



Enero - febrero 2019

Volumen 28 - número 163

EDITORIAL

4 30° aniversario

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY

8 Volumen 4 - número 22

Enero - febrero 1993

10 GRAGEAS

CIENCIA Y SOCIEDAD

14 Una cuestión de medida

Nota preparada por la redacción de CIENCIA HOY

Cuando en el supermercado usted compra un kilo de azúcar, o tomates que pesa en una balanza puesta a su disposición por el comerciante, o cuando el médico determina su peso en el consultorio, tiene lugar una operación ubicada al final de una larga, engorrosa y costosa serie de pasos cuyo propósito es asegurar que todos nos rijamos por idéntico kilo. Lo mismo sucede con el metro, el litro, el segundo y otras unidades. Para el kilo, la serie de verificaciones se inicia con el kilogramo patrón de platino-iridio conservado en París. Pero a partir del 20 de mayo de 2019 ese kilogramo patrón dejará de tener uso, salvo como curiosidad o pieza de museo. Su kilo de azúcar pesará desde entonces... lo mismo que ahora.

ARTÍCULO

17 El diablo y su cola en el lago Titicaca

Julia Costilla

Hacia fines del siglo XVI, un indígena de la nobleza inca nacido a orillas del lago Titicaca talló en Potosí una imagen de la Virgen de la Candelaria que fue llevada al pueblo natal del escultor y terminó llamándose con el nombre de este: Virgen de Copacabana. Su presencia generó un importante santuario, cuya historia permite apreciar las vicisitudes de la religiosidad popular andina, resultado sincrético de una incómoda convivencia de las religiones precolombinas con el catolicismo hispánico.

ARTÍCULO

25 Ángel Roffo y la lucha contra el hábito de fumar

Diego Armus y José Buschini

Luego de haberse graduado como médico en 1909 con un trabajo sobre cáncer, Ángel H Roffo produjo un escrito acerca de la investigación experimental de esa enfermedad que atrajo la atención de la Facultad de Medicina y contribuyó a que la UBA creara el Instituto de Medicina Experimental, que hoy lleva su nombre, y lo designara su director cuando se inauguró en 1922. Ocupó el cargo por veintitrés años, durante los cuales combinó dirigir una institución asistencial, investigar en laboratorio y hacer campañas públicas contra el cigarrillo. Hoy se lo reconoce como un pionero mundial en la búsqueda de evidencias experimentales del vínculo entre hábito de fumar y cáncer.

CIENCIA Y SOCIEDAD

31 Color y percepción del sabor de los alimentos

Noelia Caminos, Ailén Pino, Guido Pascual y Anahí Cuellas

El color es un atributo importante a tener en cuenta en el diseño de los productos alimenticios, ya que determina la primera reacción tanto de los compradores en el supermercado como de los comensales cuando la comida llega a la mesa. Por ello, la industria de los alimentos ve con el mayor interés los estudios sobre la influencia del color en la percepción del gusto, del tipo de los que relata el artículo.

CIENCIA Y SOCIEDAD

35 Extraños veleros

Nota preparada por la redacción de CIENCIA HOY

El aprovechamiento de la energía del viento data de antiguo: milenios antes de nuestra era, embarcaciones surcaban el Nilo con el impulso del viento, en China se elevaba agua y en Persia se molía grano. Pero las formas de servirse de esa energía han evolucionado, como se advierte con solo comparar los molinos cervantinos de La Mancha o las carabelas de Colón con las turbinas eólicas o los veleros de regata actuales. La aerodinámica moderna es la base de una renovación tecnológica que está produciendo nuevas sorpresas.

ESPACIO INSTITUCIONAL DEL CONICET

40 Ciencia en tu vida

ARTÍCULO

44 El paisaje serrano de Tandilia: un tesoro geológico, ecológico y cultural

Lorena P Herrera, Lía Montti,
Malena C Sabatino y Mara De Rito

El paisaje serrano del sistema de Tandilia es único por su geología, biodiversidad y acervo cultural. El estudio de sus comunidades biológicas y un ordenamiento territorial que integre los aspectos ecológicos, los productivos y los culturales resultan clave para la gestión sostenible de este capital natural.

ARTÍCULO

51 GDNF: una esperanza para el tratamiento del Parkinson

Gustavo Paratcha y Fernanda Ledda

Se estima que hoy existen en el mundo más de seis millones de enfermos del mal de Parkinson, una dolencia degenerativa del cerebro cuyas causas no se comprenden, que progresa lentamente y en la actualidad no tiene cura. Se caracteriza por la destrucción de neuronas de la *sustancia negra*, una estructura ubicada en la base de dicho órgano. Entre los caminos que tomó hoy la investigación médica está encontrar cómo prevenir o remediar esa destrucción, para lo cual analiza experimentalmente el comportamiento de una proteína denominada GDNF.

CIENCIA EN EL AULA

56 Cómo prender una lámpara con la estufa

Pablo S Cornaglia y Pablo Pedrazzini

Los autores proponen recrear la noción de termoelectricidad mediante el armado de un circuito que permitirá encender una lámpara LED a partir de residuos electrónicos y del calor de una estufa.

ASTRONOMÍA

61 Guía del cielo nocturno

Jaime García

Enero-junio de 2019



According to a recent Nationwide survey:

MORE DOCTORS SMOKE CAMELS THAN ANY OTHER CIGARETTE

DOCTORS in every branch of medicine—113,597 in all—were queried in this nationwide study of cigarette preference. Three leading research organizations made the survey. The gist of the query was—What cigarette do you smoke, Doctor?

The brand named most was Camel!

The rich, full flavor and cool mildness of Camel's superb blend of costlier tobaccos seem to have the same appeal to the smoking tastes of doctors as to millions of other smokers. If you are a Camel smoker, this preference among doctors will hardly surprise you. If you're not—well, try Camels now.

Your "T-Zone" Will Tell You...
T for Taste...
T for Throat...
that's your proving ground for any cigarette. See if Camels don't suit your "T-Zone" to a "T."

CAMELS Costlier Tobaccos



30° aniversario

El 22 de noviembre último, CIENCIA HOY reunió en el Centro Cultural de la Ciencia a colaboradores y amigos para celebrar el 30° aniversario de su fundación y de la aparición del primer número de la revista, en diciembre de 1988. Dedicamos el largo editorial del número 162 —el anterior al presente— a comentar esa trayectoria de treinta años. En este número, en ánimo más jubiloso, transcribimos extractos de algunas opiniones manifestadas entre las muchas notas de adhesión recibidas.

El matemático Juan Tirao, presidente de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, manifestó que es para su institución un placer adherir a los festejos por sentirse la Academia partícipe del esfuerzo de editar una revista de alta calidad de difusión y estímulo de la ciencia y la tecnología, que emite opiniones editoriales de valor para un amplio espectro de lectores de la comunidad científica y de instituciones públicas y privadas.

La entomóloga Analía Lanteri, directora del Museo de La Plata, considera que es ‘un gran logro haber mantenido la calidad y la continuidad de la revista. Gracias a ella muchos investigadores de diferentes ramas de la

ciencia hemos conocido un poco más sobre las líneas de trabajo de colegas, nuestros alumnos se han enriquecido y la ciencia argentina se ha hecho más accesible al público’.

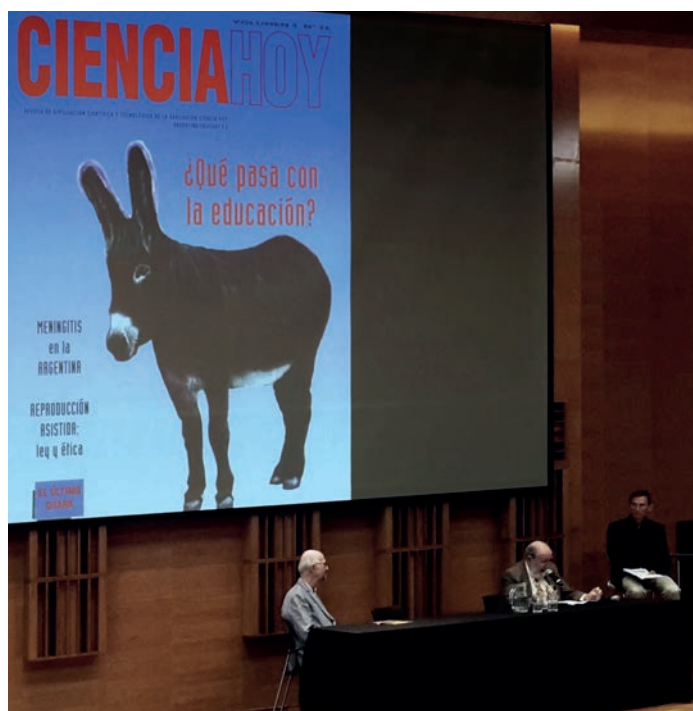
El físico brasileño Alberto Passos Guimarães, presidente de nuestro homónimo y modelo de nuestros años iniciales, el Instituto Ciência Hoje, expresó que el trabajo por la ciencia y la educación en la Argentina ‘constituye también una contribución relevante para el desarrollo de nuestro continente. ¡Que tengamos más colaboraciones entre nuestras publicaciones, y buena suerte en los próximos treinta años!’.

Su colega Ennio Candotti, que como integrante entonces de *Ciência Hoje* fue cofundador de CIENCIA HOY, evocó los pasos iniciales en tiempos en que las comunicaciones se hacían por télex y recordó las dudas que a todos asaltaban sobre la supervivencia de la nueva revista.

El químico Roberto Williams, presidente de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires, transmitió las felicitaciones de esa institución por ‘las significativas actividades de divulgación



Pablo Penchaszadeh, presidente actual de la Asociación Civil Ciencia Hoy.



Roberto Perazzo, primer presidente, flanqueado por Pablo Penchaszadeh y Aníbal Gattone.

científica y tecnológica realizadas a lo largo de treinta años mediante la revista CIENCIA HOY’.

Eduardo Charreau, también químico y antiguo presidente del Conicet, envió sus ‘felicitaciones a todos los que hicieron posible la existencia de la mejor publicación nacional de divulgación científica’. Su colega profesional e igualmente expresidente del Conicet Roberto Salvarezza, hoy diputado nacional y vicepresidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, expresó que ‘en un momento de incertidumbre sobre el futuro de la ciencia en nuestro país es fundamental que existan medios que difundan los avances logrados en la producción científica y tecnológica y promuevan el interés del público por la ciencia y la cultura’. Y concluyó: ‘CIENCIA HOY se ha convertido así en una revista indispensable’.

El biólogo molecular Alberto Kornbliht transmitió su visión de CIENCIA HOY, ‘nacida de los científicos para un público general ávido de ciencia y de reflexiones sobre la ciencia y la sociedad, como un baluarte de alta divulgación científica [que pone] un cuidado extremo en el lenguaje y la ilustración. Heredera y hermana de *Ciência Hoje*, ambas revistas se erigieron en antorchas (y no es un sustantivo irrelevante) contra el oscurantismo’.

El director del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Pablo Tubaro, consideró que los treinta años de CIENCIA HOY ‘constituyen un logro muy significativo teniendo en cuenta no solo la gran calidad de la revista sino, también, haberlo logrado en el cambiante escenario que ha caracterizado a nuestro país durante décadas. La tarea de divulgación que realiza la revista es muy importante para acercar la ciencia argentina a la sociedad, especialmente a los jóvenes, que son el semillero del futuro’.

Según el matemático Adrián Paenza, ‘para reunirnos, discutir y elaborar estrategias, autoconvocarnos, saber dónde estamos y quiénes somos, los más viejos y los más nuevos, siempre está la revista CIENCIA HOY. ¡Salud y feliz cumpleaños!’.

Eric Bourland, agregado para la ciencia y la tecnología de la Embajada de Francia, recordó las colaboraciones de CIENCIA HOY con su homóloga francesa *La Recherche*, que permitieron publicar ‘artículos cruzados en la Argentina y en Francia’, entre otros, uno argentino sobre el dinosaurio *Patagotitan* dado a conocer en Francia, y uno francés sobre el átomo reproducido en la Argentina.

El astrofísico Daniel Gómez, director del Instituto de Astronomía y Física del Espacio, expresó que ‘la astronomía y la astrofísica estuvieron entre los temas cubiertos por la revista desde sus inicios’, y puso de relieve que CIENCIA HOY, ‘durante los treinta años en que supo mantenerse como un recurso imprescindible para la divulgación científica de calidad, permitió que investigadores de las más diversas disciplinas pudieran compartir sus conocimientos y, a su vez, aprender algo de las disciplinas de los demás’.

Luis Quevedo, gerente general de Eudeba, expresó en nombre del directorio de esa institución ‘sus felicitaciones a los editores responsables de la revista, sus deseos de continuidad y progreso en el difícil campo de la edición científica’, e indicó que ‘la tarea de divulgación del conocimiento que viene llevando a cabo CIENCIA HOY a través de sus excelentes publicaciones es una gran contribución no solo al quehacer de la edición, sino también a la ciencia misma’.

Vicente Macagno, de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, expresó que ‘es



Juana Pasquini, que presidió la entidad entre 1994 y 1995.



Carlos Abeledo, presidente del Conicet cuando se fundó CIENCIA HOY.



Lino Barañao, Secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.



Nora Bär se refiere a la divulgación científica.

motivo de orgullo compartir momentos como estos con quienes durante todo este tiempo han llevado adelante con tanto éxito la publicación de CIENCIA HOY, ejemplo y soporte para la comunidad científica y para instituciones promotoras de ciencia y tecnología’.

Entre varias otras manifestaciones de apreciación y reconocimiento recibimos las de la Biblioteca y Servicio de Documentación del Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero, de Mar del Plata; del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP); de Norberto Fazzini, secretario de la Fundación Observatorio Pierre Auger; de Susana Hernández, presidenta de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias; de Mónica Berón, directora del Museo Etnográfico Juan B Ambrosetti (Facultad de Filosofía y Letras, UBA); de Juan Carlos Reboreda, decano y presidente del consejo directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA); de Hugo Maccioni, de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba; de Alejandro Villar, de la Universidad Nacional de Quilmes; de Antonio Lapolla, de la Universidad Nacional de Luján; de Elvira Arrizurieta, del Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari (Conicet); de Bruno Geller, de la Fundación Instituto Leloir, y del directorio del Conicet.

Como complemento de lo anterior nos ha parecido oportuno terminar transcribiendo algunos párrafos de las reflexiones del presidente de la asociación civil CIENCIA HOY, Pablo E Penchaszadeh, en el acto mencionado al inicio:

Hemos escuchado muchas loas a la labor realizada por CIENCIA HOY y también hemos oído de las mu-

chas tendencias que, en el mundo, están cambiando las formas de la divulgación científica. Queremos transitar por esos cambios y de esa manera ser mejores y alcanzar a más gente. Sin embargo, nos va a quedar grande hacerlo solos, así que también tomamos el reto de que la unión hace la fuerza en el mejor sentido de la palabra, en el de poder mirar no solamente a través de CIENCIA HOY, pero de que seamos parte de un esquema amplio de respuesta a muchos de los problemas en los que la comunidad científica no se expresa o no se visibiliza.

La comunidad científica como tal se expresa cuando hay conflictos, que últimamente los hay y muchos. No es que antes no los hubiera, pero se exteriorizan de forma importante y en algunos casos sostenida y en otros no tanto. No tan sostenida porque venimos de una gran atomización. En nuestra manera de ver, lo que hoy tenemos aquí en esta sala es una comunidad. Estamos contentos de poder celebrar los treinta años acompañados de esta manera, viendo que de alguna manera CIENCIA HOY tiene una capacidad de convocatoria transgeneracional.

Sentimos que podemos mostrar muchos logros y queremos compartirlos con ustedes. Y los logros que tenemos tienen que ver con la visibilidad. Ayudar a hacer conocer gente que, si no, no comunica lo que hace al resto de la sociedad. Cuando decimos que hay 1500 investigadores que han elegido la revista CIENCIA HOY para divulgar es una aseveración algo capciosa, porque no es que haya muchas revistas posibles. Está CIENCIA HOY y por eso se la reconoce. Tenemos un capital de 1800 artículos de las distintas áreas del conocimiento, ya puesto en términos de divulgación, que nos damos cuenta es muy valioso. Por eso hemos comenzado



Vincent Glavieux, editor adjunto de *La Recherche*.

a codificarlos y a editarlos en volúmenes temáticos, de los cuales ha habido uno en ciencias del mar, otro en ciencias agronómicas, otro en arqueología y antropología. Y así esperamos seguir con muchos más volúmenes temáticos.

Creemos que CIENCIA HOY ha tenido desde el principio el apoyo de los mejores científicos, cuya tarea continúa con las nuevas generaciones, que se animan también a divulgar, y eso es lo que le ha dado un viso de confiabilidad que no solamente en ciencia sino que, en general, es difícil de obtener. Ese nivel de confianza, de que un investigador le otorgue a una revista la seguridad de que lo va a tratar bien, de que su trabajo va a ser evaluado por pares, de que hay devolución al autor, de que el autor es el que finalmente firma el acuerdo para que ese artículo se publique como se editó, es un trabajo que tal vez no se ve, pero que implica una cadena de confianza muy difícil de construir.

Nosotros, todo este equipo, ha logrado sostenerlo. ¿Quiénes conforman el equipo? Bueno, es un comité editor que puede tener de diez a quince personas; depende del momento, el tiempo, van cambiando, van rotando. Cada vez tratamos de incorporar a más gente joven que integre esos comités editoriales. Nuestra secretaria, Paula Blanco, es nuestra cara visible, que contesta el teléfono, responde los mails, contacta con los pares evaluadores, transmite las opiniones del comité editorial a los autores, cosa que no es fácil, y todo el mundo ha pasado por eso y lo sabe, que hace milagros para dejar a todos contentos.


Además, tenemos nuestros apoyos fundamentales; no hay revista de divulgación científica en el mundo, de nuestra experiencia, que se pueda sostener solamen-



Paula Blanco recibe una muestra del reconocimiento de la institución por su dedicación y compromiso.

te de la venta o de las suscripciones. Poder producir un número cada dos meses a veces da vértigo. Pero lo sacamos por el compromiso que tiene la comunidad científica. Para que 1500 investigadores puedan haber publicado, quiere decir que hubo 3000 evaluadores. O sea que ya suman 4500 personas involucradas. Los autores depositan en la revista su confianza y también los lectores. Los lectores son una piedra angular fundamental para que este sistema más o menos funcione.

Y por supuesto los apoyos que recibimos y que agradecemos. La Fundación Antorchas fue esencial en el comienzo de la revista. El Conicet ha apoyado con continuidad y últimamente es una de las dos patas, con nosotros, de una aventura conjunta que fue la de crear una revista especial para los chicos. Un viejo anhelo de CIENCIA HOY que en este momento tiene el décimo número en prensa. También lo hacen el Ministerio de Ciencia y Técnica, ahora Secretaría, y el Programa de Mecenazgo de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Gracias a todos por haber venido hoy y por acompañarnos. Algunos mandaron adhesiones porque no podían concurrir y otros quisieron, además de asistir, enviarnos algunas palabras. Así que, ¡gracias! En estos tiempos que corren, con pobreza cero y el 1,5% del PBI destinado a la ciencia, la sugerencia es seguir siendo optimistas, imperiosamente. Procuremos, pues, ampliar esta comunidad científica lo más interactiva posible, empeñándonos en lograr hacer que sus palabras, que sus anhelos, que sus necesidades permeabilicen de tal manera a la sociedad, de forma que pueda responder a esas necesidades y nosotros a las urgencias de la sociedad. ¡Mil gracias! 

**HACE
25
AÑOS**
en CIENCIA HOY



LAS PASIONES DEL CONOCIMIENTO: SOBRE LAS DIMENSIONES CULTURALES DE LA CIENCIA

GUILLERMO BOIDO

El filósofo e historiador Pierre Thuillier se propone comprometer a un vasto público en la tarea de imaginar una sociedad que, sin renegar de la ciencia, sea capaz de asimilar su impacto sociocultural, no solo en lo que respecta a sus logros y potencialidades, sino también en cuanto a sus límites y riesgos.

REACTORES DE URANIO

CARLA NOTARI

Tanto las centrales nucleares que operan con uranio enriquecido y agua liviana como aquellas que lo hacen con uranio natural y agua pesada producen electricidad a costos semejantes. Una ventaja de los reactores de uranio natural (el menor consumo de combustible) se vería atenuada en los próximos años debido a las nuevas técnicas de enriquecimiento. ¿Se inclinaría entonces la balanza, definitivamente, hacia las centrales de uranio enriquecido? Es posible que no, pues las centrales que hoy utilizan uranio natural (entre otras, las de la Argentina) podrían hacer un uso aún más eficiente del combustible mediante el empleo de uranio levemente enriquecido.

EL AJUSTE DE LA POBREZA O LA POBREZA DEL AJUSTE

LUIS BECCARIA Y PABLO VINOCUR

El deterioro de la situación económico-social que viene experimentando la Argentina desde hace casi veinte años podría aparecer como un caso más del proceso que abarcó a la mayoría de los países latinoamericanos. Sin embargo, tal panorama contrasta con el de principios de la década del 70, cuando la Argentina, junto con Uruguay, mostraba niveles de pobreza muy reducidos. En el presente trabajo, que pretende contribuir al análisis de este proceso de aumento de la pobreza en el país, se subrayan sus peculiaridades y se señalan algunos fenómenos que habrían condicionado tal comportamiento.



¿UN UNIVERSO VIVIENTE?

HÉCTOR VUCETICH

La cosmología actual revela un cúmulo de coincidencias que, según las teorías físicas vigentes, serían muy improbables. Para explicar esta sorprendente circunstancia ha sido elaborada una curiosa hipótesis: los universos se crearían, destruirían y perfeccionarían siguiendo leyes similares a las que Darwin propuso en el siglo XIX para explicar la evolución de las especies.

CARTAS DE EINSTEIN A SU NOVIA

THOMAS GLICK

El primer volumen de *The Collected Papers of Albert Einstein* incluye 51 cartas escritas por el gran físico a su novia, Mileva Maric. Hallados en 1986, estos documentos revelan aspectos desconocidos de la juventud de Einstein y de su relación con quien fuera su primera esposa.

LA ELITE DEL 80 Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA NACIONALIDAD

LILIA ANA BERTONI

En el siglo XIX, al promediar la década del 80, la elite dirigente argentina se esforzó por afianzar el sentimiento de nacionalidad con el fin de contrarrestar tanto los efectos de una marcada tendencia a la disgregación social como la amenaza implícita en las políticas imperialistas de naciones que contaban con importantes colectividades en el país. Fue la respuesta a un primer momento crítico que debió afrontar la elite dirigente de la Argentina moderna e implicó asumir una actitud de mayor intervención sobre el proceso social.

LA ENFERMEDAD CELÍACA

SUSANA CÁCERES, ANDREA QUADRELLI Y GUSTAVO SALINAS

¿Qué se puede hacer para que el enfermo celíaco lleve una vida normal? Este paciente, a quien el pan cotidiano le está vedado, espera, además de progresos científicos en la materia, el establecimiento de disposiciones precisas, destinadas a hacerle saber cuáles son los productos manufacturados que no puede consumir porque contienen, aunque sea en pequeñas cantidades, ciertas proteínas que le son perjudiciales. La Asociación Celíaca del Uruguay (ACELU) ha establecido fructíferos vínculos con la Universidad de la República Oriental del Uruguay a fin de propiciar el avance de las investigaciones tanto sobre la enfermedad celíaca como sobre la detección de tales proteínas en los productos alimentarios de venta pública.

LA COLA DEL PAVO REAL, EL MAGNETISMO DEL CORAZÓN Y OTROS ENTRETENIMIENTOS

ARTURO LÓPEZ DÁVALOS Y JOSÉ IGNACIO CASTRO

Los fenómenos de interferencia de ondas no solo se producen en nuestro mundo cotidiano, sino también en relación con las ondas cuánticas asociadas a los movimientos atómicos. En este caso, ni las ondas ni sus interferencias se encuentran necesariamente limitadas al ámbito microscópico, sino que suelen irrumpir en la realidad macroscópica y pueden ser observadas mediante métodos convencionales. Este descubrimiento ha conducido al desarrollo de instrumentos de medición extremadamente precisos que se aplican en campos tales como la medicina o la defensa.

LA NATURALEZA POLÉMICA DE OTTO SOLBRIG

CÁSSIO LEITE VIEIRA Y LUISA MASSARANI

En la opinión de Otto Solbrig, ingeniero agrónomo formado en la Universidad Nacional de La Plata y actualmente profesor de la Universidad de Harvard, Estados Unidos, sin una teoría del efecto de la biodiversidad no es posible prever qué le sucedería al ecosistema terrestre si, por ejemplo, se extinguiera la mitad de sus especies animales.



RELIGIÓN Y ALUCINÓGENOS EN EL ANTIGUO NOROESTE ARGENTINO

JOSÉ ANTONIO PÉREZ GOLLÁN E INÉS GORDILLO

Las primeras crónicas de los conquistadores se referían ya a la función religiosa y al uso terapéutico que tenían en las sociedades aborígenes americanas las sustancias alucinógenas provenientes de vegetales autóctonos. Estudios realizados en el actual noroeste argentino nos hablan de la gran antigüedad de estas prácticas y de los vínculos que existieron entre regiones distantes.





Virus al rescate

Allí donde hay vida celular también encontramos virus, los cuales por lo común asociamos con enfermedades y efectos perjudiciales para el organismo. En términos sencillos, los virus son partículas infecciosas que contienen información genética y que aprovechan la maquinaria de las células para propagarse. Esto último es responsable de su mala fama. Hay consenso entre los biólogos en que los virus son mucho más antiguos y diversos que los organismos celulares, y en que desempeñaron un papel fundamental en el origen y la evolución de la vida en la Tierra.

Las bacterias, por otra parte, pueblan casi todos los ambientes. Las encontramos en lugares tan diversos como el propio cuerpo humano y ciertos entornos extremos, por ejemplo, los que hay a grandes profundidades bajo tierra, sin oxígeno y con alta temperatura: la bacteria que lleva el evocativo nombre *Bacillus infernus* fue descubierta en los Estados Unidos a 2700m de la superficie y a 50°C.

Un mecanismo clave de las células para adaptarse rápidamente a diversos nichos ecológicos es la transferencia horizontal de genes, es decir, el traspaso de ADN y por ende de información genética de una bacteria a otra con la cual carece de relación parental. Esto crea riesgos para nuestra salud: las bacterias resistentes a antibióticos, por ejemplo, pueden recibir genes que les confieren esa resistencia transmitidos de forma lateral.

Históricamente, este fenómeno fue considerado un hecho raro, causado por virus que infectan bacterias, los que son conocidos como bacteriófagos o fagos. Estos toman control de la

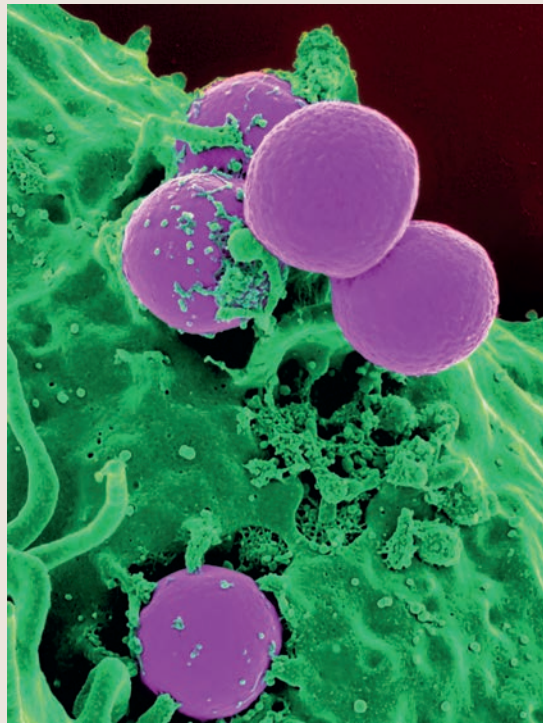


Imagen de microscopía electrónica con colores agregados de una cepa resistente a antibióticos de la bacteria *Staphylococcus aureus* (en fucsia) causante de infecciones difíciles de tratar. La bacteria, de aproximadamente 1 micrómetro de diámetro, adquirió esa resistencia por transferencia horizontal de genes y selección natural. En verde, células del sistema inmune. Foto National Institute of Allergy and Infectious Diseases de los Estados Unidos

maquinaria celular infectada y generan o sintetizan muchas copias de su propio ADN, que constituyen nuevas partículas virales con capacidad de infectar a otras bacterias. Se suponía que en este proceso de ensamblar tales nuevas partículas virales aparecen errores que les incorporan fragmentos del ADN de la bacteria infectada, y que esos fagos con genes bacterianos pueden transmitirlos de manera horizontal al infectar nuevas bacterias.

Un reciente artículo aparecido en *Science* con los resultados de una investigación sobre la transferencia horizontal de genes informa que ella es mil veces más frecuente que lo observado

antes. Esto se debe a que los fagos tienen una fase de letargo, en la que su ADN se suma al genoma de la bacteria y permanece inactivo mientras no existan condiciones favorables para su activación. Estos elementos del ADN de las bacterias se conocen como profagos; se activan en situaciones de estrés y entonces inician nuevos ciclos de infección.

En lugar de estudiar el fenómeno de la transferencia lateral usando fagos activos, como lo hicieron los estudios anteriores, lo investigó en profagos luego de su activación. Los resultados muestran que la incorporación de ADN bacteriano en las partículas virales es inespecífica, es decir que luego de iniciada la carga de material genético no importa la información contenida en su secuencia. Ello no supone un problema en fagos activos, ya que la mayoría del ADN en una bacteria infectada es de origen viral.

Este escenario tampoco supondría una desventaja evolutiva para los profagos, ya que su activación responde a situaciones de estrés, que comprometen la supervivencia de las bacterias, y en las cuales la transferencia lateral de genes podría garantizar su supervivencia y, por ende, la del fago. Lo explicado muestra un resultado de la coevolución y nos invita a cuestionar, una vez más, nuestra visión antropocéntrica de las interacciones entre seres vivos y a ponerlas en el contexto temporal de la evolución biológica. **EH**

Más información en DAVISON AR, 2018, 'A common trick for transferring bacterial DNA', *Science*, 28, 362 (6411): 152-153.

Federico Coluccio Leskow

fedocles@gmail.com

Enemigos íntimos

La bacteria *Staphylococcus aureus* es un microorganismo que puede producir una amplia gama de enfermedades, desde muchas benignas hasta algunas que comprometen la vida, como meningitis o neumonía. Se estima que habita en simbiosis y sin producir dolencias en una de cada tres personas, con las que mantiene una relación de huésped con hospedador.

Que normalmente no sea el origen de enfermedades infecciosas se debe a que los microorganismos que cohabitan con nosotros forman parte de un ecosistema complejo en equilibrio, en el que cada integrante está sujeto a variables ambientales, a la acción de nuestro sistema inmunológico y a la actividad de los otros microorganismos. Podemos suponer, por ello, que las infecciones se vuelven patológicas cuando el cambio de alguna variable desestabiliza dicho estado de equilibrio, por ejemplo, cuando se altera la relación huésped-hospedador.


S. aureus es parte de un grupo de bacterias llamadas grampositivas, cuya membrana o pared, además de formar una barrera de protección, está tapizada por unas moléculas que son reconocidas por el sistema inmunológico. Este, en consecuencia, impide la proliferación de la bacteria. Dicho reconocimiento, sin embargo, no

se produce en ciertas cepas de *S. aureus* resistentes a antibióticos, las cuales generan serios problemas de salud pública debidos a las infecciones intrahospitalarias y a los brotes epidémicos que provocan.

Una investigación reciente realizada en la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard concluyó que la capa-

cidad de ciertas bacterias de evadir ser reconocidas por el sistema inmune se debe a cambios en la composición de las mencionadas moléculas de la superficie bacteriana. Uno de esos cambios fue constatado en bacterias infectadas por un virus. A la acción de tales virus, conocidos como bacteriófagos o *fagos*, se refiere la gragea anterior. En el caso

particular de *S. aureus*, la infección viral hace aparecer en las bacterias una enzima capaz de modificar las moléculas de su membrana, con lo que dejan de ser reconocidas por el sistema inmune.

El trabajo de los investigadores de la universidad estadounidense se muestra que el frágil equilibrio entre huésped y hospedador puede romperse por efecto de terceros con, por así decirlo, agenda propia. También enfatiza la necesidad de entender mejor estos complejos ecosistemas para el tratamiento de enfermedades infecciosas, en los que, como dicen los nombrados en el título del artículo sobre su estudio, a veces el enemigo de nuestro enemigo no es nuestro amigo. 

Más información en GILMORE MS y MILLER OK, 2018, 'A bacterium's enemy isn't your friend', *Nature*, 563: 637-638.



Imagen coloreada de microscopio electrónico del bacteriófago T4, que infecta a la bacteria *E. coli*. Mide unos 200 nanómetros de alto.

Federico Coluccio Leskow
fedocles@gmail.com



Salvaguardas éticas en la investigación biomédica

Promovida por las academias nacionales de Ciencias y de Medicina de los Estados Unidos y por la Royal Society de Gran Bretaña, en 2015 se celebró en Washington DC la Primera Cumbre Internacional de Edición Genómica. La segunda reunión tuvo lugar en noviembre de 2018 en Hong Kong, con participación de la Academia de Ciencias de ese territorio.

Edición genómica es un procedimiento de laboratorio que altera el ADN de las células de un ser vivo. Normalmente se emplea para modificar algún gen determinado y así dotar al organismo que lo porta de características deseables (o librarlo de indeseables, como enfermedades). Hasta no hace mucho las técnicas empleadas para hacer lo anterior eran complejas y costosas, pero eso cambió con el descubrimiento de un método llamado CRISPR, mucho más sencillo, barato y rápido, que abrió inesperadas posibilidades y desencadenó una ola mundial de actividad en la materia. Consecuencia de esa actividad fueron las reuniones señaladas.

En la segunda de ellas, He Jiankui, un joven científico chino de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Shenzhen, doctorado en los Estados Unidos, informó que, como parte de un experimento más amplio, había alterado un gen, llamado CCR5, cuya actividad normal permite que el VIH, el virus causante del sida, ingrese en las células y desencadene la enfermedad. Hizo saber a los presentes en el congreso que realizó lo anterior en (por lo menos) dos embriones humanos, los cuales luego implantó en el útero de una mujer. Esta había proporcionado los óvulos, que el investigador fecundó in vitro con semen de la pareja de ella, portador del

virus. La edición de ese gen, que He explicó haber llevado a cabo en ambos embriones, apuntó a inactivarlo, con la justificación de que en quienes está naturalmente inactivo las posibilidades de contraer sida son menores. Como resultado del experimento nacieron dos mellizas, una con ambos ejemplares del gen CCR5 inactivos y la otra con solo uno inactivo.

La exposición del doctor He fue recibida con estupefacción por los asistentes a la reunión, en particular, por los integrantes de la comunidad científica, en cuyo seno se desencadenó una discusión que, al momento de escribir esta nota, aproximadamente un mes después de celebrado el encuentro, se había propagado a numerosos países y encontrado eco en la prensa general. Ello se debió a que, *prima facie*, en el diseño, la ejecución y la publicación del experimento su autor habría incurrido en numerosas transgresiones de variada índole en campos como la ética profesional, la buena praxis médica y los derechos humanos. A continuación, se da una lista tentativa de algunas posibles que saltan a la vista, para poner al lector en contexto de una noticia que posiblemente haya leído en los diarios.


* Existe consenso en los medios académicos de que los resultados de toda investigación o experimento no deben recibir amplia difusión sin antes haber sido presentados a la comunidad científica con detalles precisos sobre procedimientos y mediciones como para que esta los pueda evaluar. Eso normalmente se realiza publicándolos en una revista científica que se guía por el *juicio de los pares*, es decir,

hace revisar los trabajos que le someten por reconocidos evaluadores independientes. Ello es especialmente importante en las ciencias biomédicas y no sucedió en este caso, lo que además de violar la deontología de la investigación, abre la puerta a dudas sobre la veracidad del relato.

- * También hay consenso (y en muchos países obligación legal) de que toda experimentación sobre seres humanos requiera aprobación previa de un comité independiente que le otorgue un *nihil obstat* en materia ética, cosa que tampoco parece haber tenido lugar. Esa aprobación es requisito corriente en el medio hospitalario.
- * Es igualmente aceptado que todo procedimiento médico requiere el formal consentimiento informado del paciente. Los asistentes a la reunión dudaron de que ese consentimiento se hubiese gestionado y obtenido.
- * Por sus consecuencias sobre las generaciones siguientes y sobre los ecosistemas, la manipulación genética de semillas, gametos o embriones requiere de salvaguardas aún más estrictas, y doblemente así si su objeto son embriones humanos. Estos requisitos no parecen haberse tenido en cuenta.
- * En particular, la alteración de un gen cuyas funciones son solo parcialmente conocidas, como es el caso de CCR5, exige proceder con una cautela y una gradualidad que parecen brillar por su ausencia, puesto que se experimentó sin más en seres humanos. La falta de cautela se pone

también de manifiesto por el hecho de que la inactivación del gen en cuestión no garantiza inmunidad al sida. Es posible que otorgue menor probabilidad de contraerlo a las personas que fueron objeto del experimento, pero también que tenga para ellas consecuencias futuras severas hoy inciertas.

* De la misma manera, es mucho lo que se ignora sobre la seguridad y eficacia de la técnica CRISPR, por lo que es difícil no concluir que fue una temeridad recurrir a ella, sobre todo en circunstancias en que existen recursos probados para evitar la transmisión del VIH por los espermatozoides e incluso la contracción de sida por los infectados.

Ante los experimentos del doctor He, la Comisión de Bioética del Consejo de Europa manifestó el 29 de noviembre último que 'la aplicación de tecnologías de edición genómica a gametos o embriones humanos plantea numerosos aspectos éticos, sociales y de seguridad' y que 'la ética y los derechos humanos deben guiar cualquier uso de las tecnologías de edición genómica en seres humanos'. Ese mismo día, la prensa informó que las autoridades chinas habían suspendido todas las actividades científicas de He. Esto indica que hubo buenas razones para la estupefacción causada por su exposición en Hong Kong. 

Más información en PENCHASZADEH V, 2018, 'Edición genética', CIENCIA HOY, 27, 162: 25-28; en THE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING AND MEDICINE, 2017, *Human Genome Editing. Science, ethics and governance*, National Academies Press, Washington DC, accessible en <http://nap.edu/24623>, y en CYRANOSKI D & LEDFORD H, 2018, 'How the genome-edited babies revelation will affect research', *Nature*, doi: 10.1038/d41586-018-07559-8.

SUSCRÍBASE AL CONOCIMIENTO



www.cienciahoy.org.ar

contacto@cienciahoy.org.ar

 RevistaCienciaHoy

Tel (011) 4961 1824 Fax (011) 4962 1330

Una cuestión de medida

El 16 de noviembre de 2018, la 26ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) reunida en Versalles tomó la decisión de modificar el Sistema Internacional de Unidades (SI). Cambió las definiciones oficiales del kilogramo, el amperio, el kelvin y el mol. Los cambios regirán a partir del 20 de mayo de 2019 y, según los medios científicos y tecnológicos internacionales, constituyen el punto culminante de una revolución que marcó el fin de una era y el comienzo de una nueva.

Dicha conferencia es uno de los mecanismos institucionales establecidos en la Convención del Metro, un tratado internacional firmado en 1875 al que la Argentina adhirió en 1877, que también creó la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM, por su sigla en

francés), cuya sede está en Sèvres, en los suburbios parisinos.

Durante los 143 años transcurridos desde la firma del tratado, sus instituciones y procedimientos han avanzado decisivamente en uniformar universalmente los patrones de mensura del mundo físico, es decir, han facilitado en forma decisiva la tarea de medir, que constituye una necesidad ineludible en la mayoría de las actividades humanas, de la ciencia al comercio minorista cotidiano. Como consecuencia, en la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones rige hoy el SI, y en prácticamente todo lo demás existe en el mundo una preponderancia del sistema métrico decimal.

En términos resumidos, el SI se compone de siete unidades básicas, un numeroso conjunto de unidades

¿DE QUÉ SE TRATA?

Como en *Il gattopardo*, la novela de Giuseppe Tomasi di Lampedusa sobre la vida en Sicilia a mediados del siglo XIX, resultó necesario que en el sistema internacional de pesas y medidas todo cambie para que todo permanezca igual.

derivadas y un complejo sistema de reglas semánticas y sintácticas. Las unidades básicas son:

Medida	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	kelvin	K
Corriente eléctrica	amperio	A
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Cada una de estas medidas tiene su historia, la que para algunas, como las cuatro primeras, se remonta a hace siglos e incluso milenios, y comenzó con referencias antropométricas y de la vida cotidiana. Así, para la longitud, nacieron el pie, la pulgada y muchas otras, cuya imprecisión y variabilidad llevó a que desde el siglo XVIII se buscara tomar como base el tamaño de la Tierra y se llegó a definir conceptualmente el metro como la diez millonésima parte del meridiano de París entre el polo norte y el ecuador, y se realizaron a lo largo de ese siglo y del siguiente constantes esfuerzos por medir sobre el terreno arcos de ese meridiano. Esta precisión conceptual no ayudaba mucho en términos prácticos, por lo que en 1889 se optó por construir un metro patrón de una aleación de platino e iridio, conservado en la sede del BIPM. En 1984, ese objeto fue remplazado por una definición basada en la velocidad de la luz, una constante universal que hoy se puede medir con enorme precisión. Desde 1984, un metro, *exactamente*, es la distancia que recorre la luz en el vacío en el lapso de $1/299.292.458$ de segundo.

Para la masa (que en ámbito no científico suele llamarse peso), sucedió algo parecido. Se pasó de tomar como patrón un cierto número de granos, por ejemplo, en el ámbito del Mediterráneo, de trigo o cebada, a tomar un litro de agua a determinada temperatura y, en 1901, a tomar un prototipo cilíndrico de platino-iridio también conservado en la sede del BIPM. La nueva definición a entrar próximamente en vigencia se basa en la equivalencia de masa y energía, y en un parámetro universal del mundo de la materia subatómica, la constante de Planck, cuyo valor quedó fijado, *exactamente*, en $6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$.

Para medir el tiempo, el parámetro natural del que dispuso la humanidad desde antiguo fue la duración del día, la que por razones inciertas dividió —recurriendo, no a un sistema decimal, como el resto de las unidades, sino a uno sexagesimal— en 24 horas de 60 minutos y cada uno de estos en 60 segundos, de donde el se-

gundo como unidad de tiempo quedó definido como la 86.400^{a} parte de un día. Las irregularidades de la rotación de la Tierra, responsable de la sucesión de los días, llevaron a que, en 1968, la CGPM reemplazara ese parámetro por oscilaciones atómicas: un segundo quedó así definido por la duración de $9,19263177 \times 10^9$ oscilaciones de un átomo de cesio 133.

La referencia tradicional para la medición de la temperatura fue el comportamiento del agua, en especial los puntos en que se congela y en que hierve. El astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744) definió una escala de temperaturas dividiendo en 100 pasos o grados el intervalo entre ambos puntos (el segundo medido a la presión de 1 atmósfera), cada uno de los cuales se conoció como un centígrado ($^{\circ}\text{C}$) y, desde 1948, como un grado Celsius (igual símbolo). La escala de temperaturas del SI (llamadas temperaturas termodinámicas) tiene como unidad el kelvin (K), que no debe llamarse ‘grado’. Dicha escala asigna a 0°C el valor de 273,16K, y a 100°C al de 373,16K, con lo que una diferencia de temperatura de 1°C es igual a la de 1K. El valor de 0K, equivalente a $-273,16^{\circ}\text{C}$, corresponde al cero absoluto que definen los




Una de las numerosas réplicas del kilogramo patrón (conocido como *Le grand K*) de platino-iridio, que data de 1889 y está depositado en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en Sèvres. Las réplicas servían hasta ahora a los organismos de metrología de los distintos países para calibrar los sistemas nacionales de medición. Igual que sucedía con el metro patrón, abandonado en 1984, el empleo de un objeto físico para ese propósito implicó considerables trastornos por los traslados para hacer las verificaciones. Además, y sobre todo, los objetos físicos no son invariables: se estima que, desde su fabricación, el gran K perdió unos 50 microgramos (millonésimas de gramo) de peso.

físicos. A partir de mayo de 2019, el kelvin quedará fijado a partir del parámetro universal llamado constante de Boltzmann, que relaciona la energía cinética de las partículas de un gas con su temperatura, cuyo valor quedó establecido en $1,38064852 \cdot 10^{-23} \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}$.

La definición de una de las restantes tres unidades básicas –la candela– no cambia en estos momentos. Fue establecida por la CIPM en 1948 y redefinida por ese órgano en 1967 y en 1979, para quedar como la intensidad luminosa de una fuente que emite radiación monocromática de 540×10^{12} hertz y $1/683$ vatios por estereorradián. Se modifican, en cambio, las otras dos –el amperio y el mol–, también sobre la base de parámetros universales, a saber, la carga eléctrica elemental y la constante de Avogadro.

Como se puede apreciar por lo expuesto, con los recientes ajustes de las definiciones del SI por la reciente Conferencia General de Pesas y Medidas, todas las unidades que lo componen quedaron definidas en función de constantes universales que caracterizan al mundo natural, válidas –hasta donde la mente humana logra concebirlo– en cualquier lugar del universo y en cualquier momento de la historia de este, o, como se expresó en los inicios de la Convención del Metro, válidas para ‘todos los tiempos y todos los pueblos’. Las técnicas actuales de medición permiten expresar la magnitud de esas constantes con la enorme precisión requerida para ha-

cer funcionar dispositivos como los actuales GPS. Además, midiendo el kilogramo con la balanza que muestra la ilustración, quedan determinadas las otras cinco unidades (aunque el mol, que se refiere a la cantidad de sustancia, no se mide sino que se cuenta). Esa es la revolución mencionada al comienzo. En consecuencia, perdieron su función y pasaron a la categoría de veneradas piezas de museo todos los artefactos físicos que en algún momento sirvieron de patrón de medida. 



Una balanza de Kibble –inventada por el físico británico Bryan Kibble (1938-2016)–, la máquina que permite aplicar la nueva forma de definir el kilogramo. Determina la masa de un objeto con gran precisión estableciendo la cantidad de energía necesaria para equilibrar su peso por medio de la fuerza electromagnética. Esa cantidad depende del valor de la constante de Planck, concepto clave de la mecánica cuántica que, entre otras cosas, relaciona la energía de un fotón con su frecuencia.

LECTURAS SUGERIDAS



TAYLOR BN & THOMPSON A, 2008, *The International System of Units (SI)*, US Government Printing Office, Washington DC, accesible en <http://physics.nist.gov/cuu/Units/bibliography.html>.

TAYLOR BN & THOMPSON A, 2008, *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, accesible en <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication811e2008.pdf>.

Julia Costilla

Instituto de Ciencias Antropológicas (ICA),
Facultad de Filosofía y Letras, UBA

El diablo y su cola en el lago Titicaca

En la película boliviana *Virgen de Copacabana. Su historia y sus milagros* (2012), dirigida por Leónidas Zegarra, la Virgen María aparece sobre unas rocas y saca una espada para enfrentarse con un diablo, al cual, arrojando rayos y con ayuda de dos ángeles armados, logra finalmente derrotar. La escena muestra una batalla clásica para el catolicismo, pero el lugar donde tiene lugar —el santuario de Copacabana, a orillas del lago Titicaca— nos remite a una larga historia religiosa, que llega a la actualidad, en la que los representantes terrenales de María y el diablo alternaron enfrentamientos y convivencias.

Un tema de interés recurrente para los científicos sociales que se ocupan de la evangelización de América, en efecto, es el de la tensa relación entre la religión católica y las religiones americanas, enmarcada por el juego de poder entre europeos o criollos e indígenas. Los españoles veían a los indígenas como idólatras y buscaron erra-

dicar las religiones nativas asociándolas con el demonio. Sin embargo, lejos de eliminar las creencias y prácticas nativas, su acción generó nuevas formas religiosas nacidas del mestizaje entre tradiciones locales y cristianas. En esto fue clave la creatividad de los colonizados.

Para referirse a esas formas religiosas surgidas de la evangelización, los investigadores hablan de *cristianismos indígenas* o de *catolicismos indígenas*. Al analizar los actuales cultos *cristiano-indígenas* podemos preguntarnos si reproducen relaciones coloniales de poder.

La historia sociocultural del santuario de la Virgen de Copacabana constituye un caso ejemplar para analizar la situación anterior. Se lo puede considerar un *santuario católico-andino*, pues vincula la devoción a María con tradiciones indígenas como, entre otras, el culto a la Madre Tierra, la *Pachamama*, o la sacralización de cerros. Para referirnos a las tensiones señaladas y comprobar su vigencia, repasaremos la historia del santuario y enfocaremos

¿DE QUÉ SE TRATA?

El santuario boliviano de Copacabana como ejemplo del mestizaje religioso de catolicismo hispánico con creencias indígenas legado por la sociedad colonial.

con mirada antropológica –siempre interesada en la visión de los protagonistas– testimonios que datan de distintas épocas de los devotos y de sacerdotes.

El origen de los demonios

En 1583, según crónicas coloniales, una imagen de la Virgen de la Candelaria, que es una representación o advocación española de la Madre de Cristo originada en Tenerife, en las islas Canarias, fue llevada al pueblo de Copacabana por un fraile dominico. La estatua, del tipo imagen de vestir, había sido tallada en madera en Potosí por un indígena de la elite incaica llamado Francisco Ti-



El Imperio Inca o Tawantinsuyu en su tiempo de máxima expansión hacia comienzos del siglo XVI, coincidente con la llegada de los españoles, que terminaron con él. En términos históricos, su existencia fue breve, ya que sus comienzos datan de alrededor del año 1300 de nuestra era, es decir, no llegó a cumplir tres siglos. El mapa indica sus cuatro regiones (Chinchaysuyu, Antisuyu, Contisuyu y Cochasuyu) y su red de caminos o Capac Ñam.

to Yupanqui (1550-1616), nacido en Copacabana. Con el tiempo, la imagen, que pasó a ser conocida por Virgen de Copacabana, dio lugar a que se formara un importante santuario. Las investigaciones históricas muestran que la imagen de Yupanqui y el santuario fueron vinculados por los indígenas a entidades sagradas nativas, las cuales, simultáneamente, eran demonizadas por los sacerdotes católicos.

Para entender la distinta valoración de estos símbolos religiosos hay que remontarse a una larga historia. Desde antes de la conquista incaica, que tuvo lugar en la primera mitad del siglo XV, es decir, unos cien años antes de la llegada de los españoles, el lago Titicaca era una región clave de la geografía religiosa andina. Allí se celebraban cultos al Sol, la Luna y a distintas *wakas* (figuras de deidades o entes sagrados). Entre esas figuras se destacaban dos de piedra vinculadas con el agua, la fertilidad y la sensualidad. Una de estas le dio nombre al pueblo: la *waka* copacabana, de color azul y con rostro humano. Bajo el dominio de los incas, las *wakas* locales quedaron subordinadas al dios Sol.

El arribo del cristianismo trajo dos grandes cambios. Por un lado, las varias etnias locales, que en Copacabana incluían a incas, coyas, lupacas y uros, se apropiaron de imágenes y ritos cristianos. Por otro lado, los sacerdotes católicos reaccionaron ante dichas apropiaciones. El proceso fue complejo, pero, en síntesis, puede decirse que, como pasó en toda América y motivadas por distintos intereses, hubo adaptaciones recíprocas del cristianismo y las religiones nativas. Para el historiador, desentrañar lo acaecido tiene la dificultad de que las fuentes coloniales dan una visión parcial, y que hay pocos testimonios del punto de vista indígena.

Para el caso de Copacabana, se pueden precisar los siguientes rasgos:

- Igual que en Europa y en otros lugares de América, María compartió características con diosas-madres como la Tierra, la Luna y divinidades asociadas con la fertilidad.
- La Virgen adquirió el nombre de la antigua *waka* copacabana, lo mismo que sus características, que opacaron a las de la advocación hispana original de la Candelaria. No sabemos si ello sucedió por iniciativa de los evangelizadores o de los indígenas locales, cuyos dioses habían sido relegados por los incas. Por esta vía, la Virgen de Copacabana reflató los significados de la preincaica *waka* azul.
- Distintas evidencias indican que la Virgen de Copacabana quedó vinculada con cultos mineros, posiblemente porque desde su origen estuvo asociada con Potosí y su cerro Rico, el lugar en el que Yupanqui esculpió la estatua.

Otras evidencias también relacionan a esta Virgen con la minería. Venerada como *mamita*, remite a las vetas metalíferas, pues los indígenas llamaban *mamas* a las primeras piedras cosechadas, que eran consideradas *wakas*. Y en varios expedientes coloniales de entre 1680 y 1820 se mencionan datos sobre minas y vetas consagradas en distintas localidades a la Virgen de Copacabana. También existen crónicas que describen sus numerosos milagros en beneficio de mineros y dueños de minas.

Considerando que la minería fue un sostén fundamental del sistema colonial, es probable que asociar cultos marianos con cultos mineros haya sido una iniciativa indígena aprovechada por agentes coloniales para asegurar una actividad económica vital.

¿Cuál fue la actitud de los integrantes de la clerecía española y criolla ante las apropiaciones indígenas de las imágenes y los ritos cristianos? En general, durante el siglo XVII emprendieron una sistemática persecución de las prácticas y las creencias nativas, que calificaban de idolátricas o demoníacas. Para ellos, su persistencia revelaba el fracaso de la evangelización.

Un personaje clave en esa empresa persecutoria fue el diablo. Los cronistas españoles y criollos aseguraban que



El lago Titicaca, cuyas aguas comparten Perú y Bolivia. Su superficie alcanza unos 8400 km².



El santuario de Copacabana en la actualidad. Se advierte la estatua de Yupanqui a la derecha de la entrada.



Estatua moderna de Yupanqui en el atrio del santuario de Copacabana. De sus características iconográficas y su ubicación, puede suponerse que ha ingresado al santoral popular católico-indígena. Foto Alexson Scheppa Peisino, Wikimedia Commons.

en las creencias andinas existía un equivalente del demonio judeo-cristiano, llamado *zupay*. Sin embargo, el historiador francés Pierre Duviols puso esa afirmación en duda: ‘¿Existía realmente [en los Andes] este Zupay con características análogas o equivalentes a las del Diablo europeo? ¿O fue hechura, o por lo menos formalmente brotado, de la particular visión demonológica de los colonizadores?’ (*La lutte contre les religions autochtones dans le Pérou colonial. L’expiration de l’idôlatrie* entre 1532 et 1660, Ophys, París, 1971; traducción castellana: *La destrucción de las religiones andinas durante la conquista y la colonia*, UNAM, México, 1977, p. 38). Puesto que las primeras definiciones coloniales describían al *zupay* como un espíritu que podía ser bue-

no o malo, se puede concluir que, efectivamente, su demonización fue creación europea.

A orillas del Titicaca, pues, los ‘ídolos’ locales demonizados tuvieron como contrincante principal a la Virgen que talló el indígena Yupanqui.

De la lucha a la tolerancia

Los sacerdotes encargados del culto del santuario solían celebrar el triunfo de la Virgen sobre las idolatrías. Un religioso agustino oriundo del Perú, Alonso Ramos Gavilán (1570-1639), describió así las consecuencias de un milagro de 1618: ‘Admirados los indios de ver semejante cosa, dejábanse ya de ritos y ceremonias y pública y secretamente las condenaban, procurando en todo lo que podían imitar a los españoles en la devoción, y encomendarse a Dios y a su Santísima Madre’ (*Historia del célebre santuario de Nuestra Señora de Copacabana y sus milagros*, Lima, 1621; edición moderna: Universo, La Paz, 1976, pp. 138-139). Otro agustino, Antonio de la Calancha (1584-1654), afirmaba que ‘en Copacabana ha desterrado la Virgen estas hechicerías, que como los indios las hacen para aplacar al aire y al cielo, como ellos dicen, ven sus indios que puede más una lágrima que le lloran y un ruego que le hacen que todos los embelecios de los hechiceros ni la fuerza de las supersticiones’ (*Crónicas agustinianas del Perú*, Lima, 1657; edición moderna: CSIC, Madrid, 1972, p. 566). La victoria de María también se mostraba en sus milagros en las minas: el mismo padre Calancha señaló que en 1631 ella reveló la existencia de una mina de ‘extremada piedra’ de la cual los ‘indios más antiguos no habían tenido semejante noticia’. Esto marcaba la superioridad de los poderes cristianos incluso en terrenos supuestamente dominados por los indígenas, como era el conocimiento de la geografía local.

¿Qué posibilidad tuvieron las poblaciones andinas de mantener sus cultos tradicionales ante las persecuciones que sufrían? Las fuentes coloniales no proporcionan respuestas ciertas, pero el análisis de la situación durante los siglos XIX y XX, de la que sabemos más, puede ser revelador. Los documentos producidos por la orden de frailes menores o franciscanos —la cual, en diversos momentos, incluyendo el presente, estuvo a cargo del santuario—, más lo publicado por la prensa escrita, permiten inferir que continuaron las prácticas religiosas nativas, por lo general toleradas por el clero católico.

En 1925, como parte de los festejos del centenario de la independencia de Bolivia y en momentos de un acercamiento del Estado y la Iglesia, la Virgen de Copacabana fue coronada como ‘Reina de la Nación’. En los discursos oficiales, las autoridades estatales se refrieron a Copaca-

vana como un sitio sagrado, marcado por las 'gloriosas tradiciones de una cultura extinguida en sus formas, pero que permanece viva y pura en la conciencia de la raza', según informó *El Diario de La Paz*. Coincidentemente, el fraile a cargo del santuario oraba a la Virgen: 'A la raza de tu fiel Tito Yupanqui, cuya supervivencia a tus favores se debe, elévala a la altura que tu amor le ha enseñado y hazla digna de su destino'. Así, los religiosos buscaban elevar tanto a la Virgen como a la 'raza' particular de sus devotos.

En 1940 los frailes instalaron un viacrucis o vía del Calvario en un cerro vecino al santuario. Con ello esperaban fomentar prácticas piadosas cristianas y a la vez erradicar las tradicionales de las poblaciones indígenas. Según un sacerdote del santuario entrevistado en 2010, el viacrucis buscaba extirpar de ese cerro a los yutiris, nombre aimara que designa a personajes —mezcla de guía, chamán, curandero y gurú— que allí dispensaban ayuda espiritual y medicinal. Es llamativo que al hablar de dicha extirpación el informante no se refiriera a idolatrías. También llama la atención que la práctica cristiana fomentada —subir a pie el cerro como acto penitencial evocativo del ascenso de Cristo al Gólgota para su crucifixión— tenía lugar en el monte llamado *Llallagua* en tiempos incaicos. La Virgen de Copacabana era definida por religiosos y gobernantes bolivianos como auténticamente india. Simbolizaba la unión de las razas coya e inca, cosa que también resaltaba la fisonomía de la imagen, de tez y cabellos oscuros, por lo cual a veces se la llama la Virgen morena.

Quienes visitan hoy Copacabana pueden comprobar que el cerro Calvario es sitio de prácticas religiosas tradicionales, pero también está consagrado a la Virgen de Yupanqui. En el viacrucis se acumulan piedras que los devotos dejan como recordatorio de sus pedidos. Los caminantes ascienden con la esperanza de presenciar el milagro de la aparición de la Virgen en una piedra de la cima.

De la tolerancia a la lucha

En el nuevo milenio, los pueblos indígenas en la mayor parte del mundo, incluida Bolivia, habían logrado fortalecer sus respectivas identidades étnicas. En este último país emergió, en ciertos sectores del catolicismo,



La Virgen morena de Copacabana saliendo en procesión del templo.



La visión de Francisco Tito Yupanqui en el cerro Rico de Potosí, dibujada por él mismo según reza la inscripción en el margen derecho de la lámina. Se desconoce el paradero del original, reproducido en *Copacabana de los Incas*, 1901, del franciscano español Jesús Viscarra Fabre (1847-1904).

un rechazo de las tradiciones religiosas autóctonas. Tras cuatro siglos de pregonar el triunfo de la Virgen sobre los ídolos, y de la tolerancia tácita o resignificación de estos, se oyen nuevas voces de cuestionamiento o rechazo a la persistencia —o la reemergencia— de la religiosidad indígena.

Esas voces responden tanto a percepciones de los sacerdotes como a nuevas prácticas de los devotos. Mientras los feligreses indígenas revalorizan las tradiciones religiosas nativas, determinados grupos de católicos las demonizan y emprenden batallas contra las idolatrías.

En 2007 tomó cuerpo un movimiento en pro de la beatificación de Yupanqui, que lo presentó como ‘patrono y protector de los pueblos originarios de la América

morena’. Defensores de la causa —sacerdotes y laicos— expusieron argumentos que, al enaltecer a Yupanqui, al mismo tiempo denigraban las creencias y las prácticas religiosas nativas. Recalaron, por ejemplo, que colaboró en la evangelización de los pobladores de Copacabana y ayudó a liberarlos de ‘cultos idolátricos crueles’. El *Diario de La Paz* citó las palabras de uno de dichos defensores: ‘Quiera el Señor conceder a Bolivia la gracia de la beatificación del siervo de Dios Tito Yupanqui [...] para hacer frente a los desafíos críticos que atraviesa nuestra patria [cuando] se está produciendo un rebrote indiscriminado de mitos y ritos autóctonos, algunos de los cuales, como los sacrificios (willanchas) al Sol, a la Pachamama o a otros entes telúricos, atentan contra la fe en Jesucristo’.

El diplomático y escritor boliviano Marcelo Arduz Ruiz publicó en 2008 un opúsculo sobre Yupanqui llamado *El Calvario del escultor de Copacabana*, con textos en castellano, aimara y quichua, y coloridas ilustraciones de René Rojas Navarro (accesible en <https://www.andesacd.org/wp-content/uploads/2011/03/El-Calvario-del-Escultor-de-la-Virgen-de-Copacabana.pdf>). Narra la creación de la imagen de



El maligno y Yupanqui. Lámina de *El Calvario del escultor de Copacabana* (2008) en la que el escultor aparece identificado con Jesucristo, pero está vestido al estilo inca, lo mismo que el diablo.



Desfiles tradicionales en el santuario de Copacabana.

la Virgen en la forma de un viacrucis del escultor compuesto por catorce estaciones. La obra, encabezada por el imprimátur del obispado del Alto, es elocuente tanto por identificar a Yupanqui con Jesucristo como por la forma de publicarla, claramente dirigida a la población indígena. En la ilustración de la estación séptima el diablo aparece vestido al estilo incaico, como Yupanqui, con brazaletes dorados y una borla con plumas. Es decir, el dibujo sacraliza al inca Yupanqui, pero demoniza sus tradiciones.

Otras idolatrías asoman sutilmente y son demonizadas en relatos como el de la película citada al comienzo. En ella, en la escena anterior al enfrentamiento de la Virgen con el diablo, se ve a tres mujeres sobre unas rocas con vertientes de agua que seducen a Yupanqui. El acto demoníaco de la seducción del virtuoso escul-

tor queda así relacionado con el contexto de la antigua *waka* copacabana, que incluye agua, sensualidad femenina y piedras.

Mestizaje religioso: la Virgen y la cola del diablo

Si observamos las creencias y prácticas religiosas de los devotos de la Virgen de Copacabana, además de los mencionados rituales de las curaciones de los *yutiris* o de dejar piedras en las estaciones de la vía del Calvario, advertiremos también costumbres como realizar pedidos y ofrendas o *chayas* a la Tierra en la boca del sapo, una formación rocosa en la base del cerro, o comprar y hacer bendecir



Imagen de la obra *Nueva crónica y buen gobierno* (1615), de Felipe Guaman Poma de Ayala, que menciona en fecha temprana a Nuestra Señora de Copacabana junto con otras advocaciones de la Virgen.

alasitas, que son miniaturas de cosas que la Virgen puede conceder o proteger (casas, autos, diplomas, etcétera).

Ejemplo clásico de sincretismo religioso son las vinculaciones entre la Virgen y la Pachamama. Ciertas versiones potosinas sobre Yupanqui afirman que la Virgen le entregó una planta para mitigar el hambre de los mineros, la que quedó al cuidado de la Pachamama. Asimismo, agosto es el mes caliente de la Pachamama y también de los festejos de la Virgen de Copacabana, que tienen lugar el 5 y el 6. Aunque el santuario recibe peregrinos todo el año, la concurrencia aumenta esos días.

Para los indígenas, más allá de creencias religiosas, estas prácticas constituyen obligaciones culturales, económicas y políticas que aseguran la supervivencia material y la continuidad de la sociedad.

En una palabra, en Hispanoamérica Cristo, la Virgen y los santos nunca estuvieron solos. En el altiplano boliviano, siempre los acompañaron las *wakas* andinas, que sobrevivieron pese a que los colonizadores y la cultura criolla las hayan (des)calificado como ídolos o productos del demonio. En la actualidad, aun en ámbitos que aceptan la realidad del mestizaje religioso cristiano-indígena, no dejan de emerger discursos que dividen y enfrentan esas dos vertientes. Y no parece casual que esos discursos provengan de sectores de poder, como una actualización de las formas coloniales de dominación.

Para los devotos del santuario de Copacabana, depositar una piedra en el camino del cerro Calvario forma parte de su culto, al igual que una danza ritual incaica de alabanza al Sol. Para ellos, estas prácticas no entran en conflicto con venerar a la Virgen. Ello sugiere que lo sagrado y lo profano, lo cristiano y lo pagano, son siempre clasificaciones realizadas desde un punto de vista particular. Pero si lo que unos califican de idolátrico o demoníaco es valorado por otros como sagrado, se suscitan tensiones en la convivencia social. Y no solo en sociedades como la del altiplano. **[H]**

LECTURAS SUGERIDAS

BOUYSE-CASSAGNE T, 2004, 'El sol de adentro: *wakas* y santos en las minas de Charcas y en el lago Titicaca (siglos XV a XVII)', *Boletín de Arqueología* (de la Pontificia Universidad Católica del Perú), 8: 59-97.

DE HOYOS MARÍA y PALERMO MA, 2016, *Incas*, ilustraciones de Aldo Chiappe, AZ Editora, Buenos Aires.

GAREIS I, 2004, 'Extirpación de idolatrías e identidad cultural en las sociedades andinas del Perú virreinal (siglo XVII)', *Boletín de Antropología* (de la Universidad de Antioquia), 18, 35: 262-282.

MARZAL M (ed.), 2005, *Religiones andinas*, Trotta, Madrid.

RIVERA CUSICANQUI S, 2010, *Ch'ixinakax utxiwa. Una reflexión sobre prácticas y discursos descolonizadores*, Tinta Limón, Buenos Aires, accesible en <https://chixinakax.files.wordpress.com/2010/07/silvia-rivera-cusicanqui.pdf>.

SANTILLÁN GÜEMES R, 2004, *Imaginario del diablo*, Ediciones el Sol, Buenos Aires.



Julia Costilla

Doctora en antropología, UBA.
Investigadora asistente del
Conicet en el ICA, UBA.
Auxiliar docente, FFyL, UBA.
juliacostilla@hotmail.com

Diego Armus

Swarthmore College, Pennsylvania

José BuschiniInstituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales
(IdIHCS), Universidad Nacional de La Plata-Conicet

Ángel Roffo y la lucha contra el hábito de fumar

Durante prácticamente todo el siglo XX, fumar cigarrillos de tabaco fue una fiesta en la Argentina, lo mismo que en gran parte del mundo. El hábito era practicado con intensidad, promovido no solo por los intereses de la industria tabacalera y su abundante publicidad en diarios, revistas, radio y televisión sino, también, por la música popular (en particular el tango), la literatura urbana y el cine. Los fumadores, por su lado, procuraban dar cierta racionalidad a la decisión de fumar con argumentos como el control del estrés, el placer, la masculinidad, la independencia femenina y la reafirmación juvenil.

A década y media de comenzado el siglo XXI, sin embargo, el celebrado hábito de fumar se ha convertido en una adicción dañina ingresada en el ámbito de la medicina, está sujeto a normas legales restrictivas y se

lo asocia con la enfermedad y la muerte. Dos asuntos fueron decisivos para que en relativamente poco tiempo se produjera este cambio radical: la difusión de la figura del fumador pasivo y las acciones de la Organización Mundial de la Salud, que en 2003 impulsó y logró la aprobación de un convenio internacional para el control del tabaco.

A lo largo del siglo XX, tanto en la Argentina como en otros países no faltaron los empeños por regular el consumo de cigarrillos. Fueron iniciativas intermitentes que fácilmente pueden calificarse de marginales e ineficaces. Apuntaban a destacar los efectos nocivos de ese consumo en la salud. La Alemania nazi desplegó una activa y explícita campaña antitabáquica, algo bastante excepcional en ese momento. En las décadas de 1930 y 1940 hubo intentos poco exitosos en los círculos académicos por alcanzar consenso sobre la asociación del

¿DE QUÉ SE TRATA?

Ángel H Roffo, médico, investigador de laboratorio y promotor incansable de la salud pública, fue uno de los pioneros mundiales en la búsqueda de evidencias experimentales del vínculo entre hábito de fumar y cáncer.

cigarrillo con el cáncer y por transformar el tabaquismo en una cuestión de salud pública a ser encarada mediante campañas masivas específicas. Luego de 1950 el tema adquirió mayor presencia en esos círculos, fundamentalmente a partir de informes producidos en los Estados Unidos y Gran Bretaña. Su repercusión en la Argentina, tanto en los medios científicos como en la sociedad, fue insignificante. Por esos años, con todo, a lo que solía verse como un simple hábito que se adoptaba o descartaba, se le empezó a reconocer la capacidad de crear dependencia psicológica y, más tarde, de convertirse en adicción.

Las iniciativas antitabáquicas en la Argentina tienen antecedentes que se remontan a finales del siglo XIX, cuando podemos encontrar en la prensa comentarios sueltos sobre la nocividad del tabaco, con frecuencia compitiendo con otros sobre los beneficios de fumar

para la salud individual. En las décadas de 1930 y 1940, el oncólogo Ángel Roffo (1881?-1947), que había sido profesor adjunto de anatomía patológica en la UBA y que desde 1922 era director del Instituto de Medicina Experimental de esa universidad (hoy el Instituto de Oncología lleva su nombre), difundió en una escala y con un grado de profesionalismo inéditos hasta entonces la tesis de que existía asociación entre cigarrillo y cáncer. En la década de 1960, la Iglesia Adventista organizó cursos para dejar de fumar en cinco días. En 1986, la Liga Argentina contra el Cáncer creó el Chau Pucho Club, luego de haber lanzado en los medios una incisiva campaña publicitaria que invitaba a dejar de fumar y a sumarse a sus grupos de apoyo para lograrlo. Al año siguiente, se fundó la Unión Antitabáquica Argentina, integrada por médicos y otros profesionales de sanidad, algunos incluso empleados por organismos estatales. A la divulgación de métodos para dejar de fumar, la nueva entidad sumó la promoción de políticas públicas antitabáquicas.

Prácticamente todo a lo largo del siglo XX la agenda antitabáquica fue de tipo informativo y educativo: subrayaba los efectos nocivos del cigarrillo y el modo de abandonar el hábito, vicio o adicción —los términos se hicieron más intolerantes con el paso del tiempo—. El propósito de la prédica era motivar al fumador a dejar de fumar, y darle recursos tanto racionales como emocionales,



Ángel Roffo (?), ca. 1930.



Roffo y un colaborador no identificado en el Instituto de Medicina Experimental. Foto tomada en 1934.



Primer edificio construido para sede del Instituto de Medicina Experimental de la UBA en el extenso predio parcialmente ocupado entonces por la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Obra del arquitecto Jacques Braguinsky, fue inaugurado en 1922.

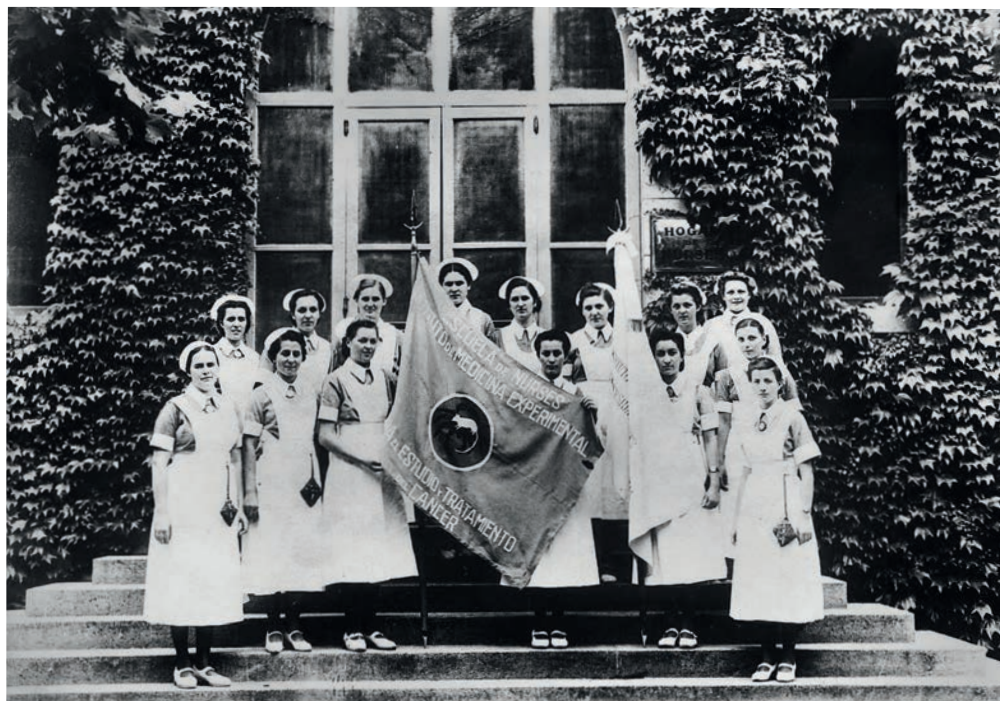
lo mismo que apoyo profesional, para que pudiera tener la voluntad de hacerlo. Solo a fines del siglo y, especialmente, en los últimos quince años aparecieron políticas públicas contra el consumo de tabaco. Entre otras medidas, estas apuntaron a prohibir que se fumara en espacios públicos, se limitara la publicidad y aumentar los impuestos a la venta de cigarrillos.

El fracaso de las iniciativas antitabáquicas durante gran parte del siglo XX fue en gran medida el resultado de las eficaces acciones de tres actores clave: (i) las compañías tabacaleras; (ii) las provincias productoras de tabaco, y (iii) los organismos del Estado Nacional a cuyo presupuesto iban los impuestos a la venta de cigarrillos. Las acciones de estos tres actores operaban sobre los deseos, las percepciones y las necesidades de los propios fumadores, en cuya relación con el cigarrillo se mezclaban hábito, adicción, placer e incluso temor del daño a la salud.

La acción de Roffó constituye un capítulo particularmente interesante en la historia de la biomedicina y de la salud pública argentinas. Dirigió el Instituto de Medicina Experimental desde su inauguración en 1922 hasta poco antes de morir en 1947. Enfocó prioritariamente la labor de la entidad en el estudio y tratamiento del cáncer, para lo cual definió protocolos de atención, alentó investigaciones específicas, creó una escuela de enfermeras especializadas y estableció convenios con otros organismos públicos para extender la acción a las provincias.

En particular, Roffó centró su labor en la asociación entre consumo de cigarrillos de tabaco y ciertos tipos de cáncer. Fue para la época una perspectiva original, casi única en el ámbito mundial. Si bien existían antecedentes aislados en diversos países que sugerían la existencia de esa relación, se trataba de afirmaciones sustentadas en observaciones clínicas que no tenían mayor consenso entre los médicos y no estaban probadas experimentalmente. Roffó, por el contrario, afirmó haber comprobado esa asociación mediante experimentos con animales de laboratorio.

De una forma que ya en la segunda mitad del siglo XX habría sido impensable —posibilitada tal vez en su épo-



Integrantes de la escuela de enfermería del Instituto de Medicina Experimental. Foto posiblemente tomada a mediados de la década de 1930.

ca por la baja estandarización conceptual, metodológica e instrumental que entonces tenían las investigaciones acerca del cáncer, así como por su escasa articulación internacional—, Roffó y sus colaboradores se embarcaron simultáneamente en diversas indagaciones sobre el tema. Una de las líneas de trabajo apuntó a identificar agentes químicos y físicos asociados con variados tipos de cáncer, desde el tabaco y la exposición al sol hasta los alimentos con alto contenido graso, e incluso gases de la combustión de hidrocarburos e infusiones como té, café y mate.

En todos los casos, comenzaban por señalar la existencia de estudios que daban cuenta de alguna conexión entre determinadas actividades y ciertos tipos de cáncer, deducida de observaciones registradas en la práctica clínica. Corroboraban esos antecedentes estudiando los pacientes del Instituto de Medicina Experimental y sometían las conclusiones a análisis estadístico. Luego pasaban a la experimentación con animales, consistente en someterlos a diversos agentes físicos y químicos para verificar si les producían tumores. Después de algunos fracasos iniciales, Roffó afirmó haber logrado inducir cáncer en conejos y ratas haciéndolos inhalar humo de tabaco, irradiándolos con rayos ultravioletas, exponiéndolos en forma directa al sol y alimentándolos con dietas ricas en grasas. Luego concentró sus indagaciones en delimitar con mayor precisión la índole de los agentes físicos o químicos cancerígenos. Así, para el tabaco estableció que se trataba del alquitrán de destilación horizontal y para la luz solar, los rayos ultravioletas. El *Boletín del Instituto de Medicina Experimental* y varias



Publicación educativa firmada por Roffo (en cuyo nombre aparece un error, pues se llamaba Ángel Honorio).

modo de vida moderno, saturado de ambivalencias, en el que el progreso conlleva 'modalidades que van en contra de la esencia de la vida misma'. Afirmó que por ello se formaba parte de una 'civilización fraudulenta', que atentaba contra 'los principios y las condiciones biológicas

revistas especializadas de Alemania y Francia (en particular el *Zeitschrift für Krebsforschung*) difundieron los resultados de estas investigaciones en varias docenas de artículos.

En 1944, Roffo publicó *Un mal de la civilización* (Ilustración Rioplatense, Buenos Aires). Con un estilo menos árido que sus artículos científicos y orientado a un público más amplio, el libro presentó al cáncer como el resultado del

para las cuales ha sido creado el hombre' y lo intoxicaba 'con venenos que destruyen lentamente la vida'.

El consumo de tabaco era el tema central de la argumentación de Roffo. El libro fue parte de sus empeños por prevenir la enfermedad mediante la educación. A su publicación sumó otras muy diversas iniciativas: notas en diarios y revistas, presencia en programas de radio, distribución de folletos, conferencias en escuelas y asociaciones vecinales, y la inclusión de la prédica antitabáquica en los programas de la educación primaria y secundaria. Esta ambiciosa agenda transformó a Roffo durante el segundo cuarto del siglo XX en la figura más destacada de la lucha contra el cáncer en el país y, sin duda, en el antitabaquista más porfiado.

Si bien sostenía que el humo de cigarrillo contaminaba el ambiente, no llegó a definir la noción de fumador pasivo, que con el tiempo sería uno de los pilares de la lucha antitabáquica. Su atención estaba centrada en el fumador. Aseguraba que la irritación continua que producían los agentes químicos del humo de tabaco en el organismo de quienes tuvieran cierta predisposición —la noción de predisposición le permitía responder a la objeción de que no todos los fumadores contraían la enfermedad— originaba para él algunos tipos de cáncer vinculados con el aparato respiratorio. Por esa razón, debían



Afiches publicitarios de cigarrillos de dos de las mayores tabacaleras de los Estados Unidos, Liggett & Myers y RJ Reynolds, que asocian sus productos con celebridades, como la actriz Rita Hayworth, o enfrentan sin nombrarlos los temores de los fumadores sobre los efectos nocivos del tabaco. Datan estimativamente de fines de la década de 1940.

evitarse acciones que facilitaran ese proceso. En esa instancia, sus argumentos tomaban un carácter moralizante y versaban sobre la psicología del fumador: adquirida la costumbre de fumar, el individuo perdía la capacidad de controlarla y terminaba preso de ella. La nicotina accionaba sobre las células de la corteza cerebral y producía 'el fenómeno del hombre estúpido y sin voluntad'. Y, como ocurría con toda toxicomanía, la producida por el tabaco causaba 'la enfermedad mental que es la manía'.

Para Roffo, la escuela debía ayudar a niños y jóvenes a adquirir tempranas conductas de rechazo del cigarrillo. También organizaciones sociales como la Liga Argentina contra los Peligros del Tabaco —a la que Roffo apoyó activamente— tenían un papel que desempeñar en cuanto a difundir las consecuencias del vicio, amparar al no fumador en la vida pública y profesional, estimular el estudio de los problemas relacionados con el tabaco e incluso establecer relaciones con entidades similares del resto del mundo.

La cautela, sin embargo, marcó las expectativas que Roffo depositaba en sus empeños antitabaquistas. Reconocía que constituían una 'empresa dificultosa', lo que atribuía a tres motivos: el hecho de que el tabaco, además de cancerígeno, es adictivo; los intereses de los gobiernos nacional y provinciales por los recursos fiscales producidos por el impuesto a los cigarrillos, y la actividad económica de la agricultura y la industria del tabaco.

Roffo fue parte del grupo internacional de investigadores que, en el segundo cuarto del siglo XX, enfocaron un tema biomédico sobre el cual abundaban las dudas, había escaso consenso científico y solo para algunos originaba un problema de salud pública. Aun estando basado en Buenos Aires —esto es, alejado de los centros científicos más importantes del planeta—, Roffo participó activamente de ese grupo pionero y publicó en reconocidas revistas científicas europeas.

También recibió críticas. Algunas de las que cuestionaban sus experimentos señalaban la dificultad o imposibilidad de reproducirlos para confirmarlos o desestimarlos, y afirmaban que las condiciones en que habían sido realizados no podían equipararse a aquellas de las personas que fumaban.

En la Argentina se enfrentó con obstáculos quizá mayores. Se lo acusó de dirigir el Instituto de Medicina Experimental, desde su misma inauguración, con un estilo autoritario y centrado en su persona, y de haber creado allí en poco tiempo un espacio amurallado, desvinculado de sus colegas que por entonces hacían esfuerzos por establecer la investigación científica en el ámbito médico. Ese estilo de conducción, por otra parte, no favoreció la formación de discípulos que pudieran continuar su labor o superar sus limitaciones. Hasta hubo voces que cuestionaron sus credenciales como investigador. Entre sus críticos se destacaron los agrupados en torno al fisiólogo Bernardo Housay (1887-1971), cada vez más influyente en la incipiente institucionalización de la escena científica argentina.

A mediados de la década de 1940, Roffo fue apartado de la dirección del Instituto de Medicina Experimental en medio de un escándalo que no solo incluyó acusaciones por el modo en que lo dirigía sino, también, de que se hacía en él uso inapropiado de morfina, habrían tenido lugar casos de seducción de enfermeras y otros cargos. Si bien no está claro hoy hasta dónde estaban fundadas las acusaciones, el escándalo desacreditó su figura. Un par de años después, con sesenta y seis años (?), Roffo murió.

Su actuación profesional en el campo de la salud pública debió insertar sus iniciativas en un aparato sanitario estatal en formación, fragmentado en múltiples reparticiones y con limitados recursos para enfrentar un problema acer-



Afiche publicitario en clave patriótica y nacionalista de la Manufactura de Tabacos Particular, fundada en Buenos Aires en 1922 por Virginio Francisco Grego. Produjo, entre otros, los cigarrillos Particulares y fue vendida a capitales alemanes en 1969. Data estimativamente de la década de 1930.

ca del cual, para peor, no había un consenso básico. En el ámbito académico, cuando le tocó actuar se daban los pasos iniciales por conformar una comunidad científica profesional cuyos integrantes procuraran comportarse como un grupo que compartía una forma aceptada de trabajo. Él, sin embargo, no parece haber estado entre los propulsores de ese cambio, que con el tiempo sustituyó a la práctica de actuar como individuos independientes. Las ambigüedades asociadas con estas circunstancias marcaron las oportunidades y los límites de las decisiones que tomó y que dieron forma a su carrera.

Su prédica pionera contra el cigarrillo cayó en oídos de un público poco predispuesto a escucharla. Además, debió enfrentar los intereses de la agricultura y de la industria del tabaco, las necesidades fiscales del Estado, la desconfianza de sus colegas médicos y las objeciones de muchos miembros de la comunidad científica local e incluso internacional (circunstancias, por otro lado, no infrecuentes en materia biomédica). Con su muerte desapareció la única figura con destacada presencia en el ámbito de la



Ilustración del libro de Roffo *Un mal de la civilización*. Llevaba la leyenda 'Humareda que se respira en una calle de la ciudad y que contiene abundantes hidrocarburos'.

ciencia y de la salud pública del período de entreguerras, que articuló un temprano aunque poco eficaz esfuerzo por combatir los dañinos efectos del tabaco. **CH**

No se sabe con certeza si Roffo nació en 1881 o 1882, y, en consecuencia, si murió con 65 o 66 años. Se ignora el origen de su foto de la página 26 (izquierda), lo que abre la posibilidad de que sea apócrifa, a pesar de que aparece en numerosas publicaciones.

LECTURAS SUGERIDAS

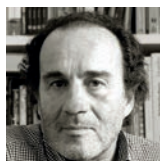
ARMUS D, 2015, 'Washington y Ginebra llegan a Buenos Aires. Notas sobre la historia del hábito de fumar y su medicalización', *Historia, Ciencias, Saúde. Manguinhos*, 22, 1: 293-302, enero-marzo.

ARMUS D, 2016, 'Cigarette smoking in Modern Buenos Aires. The sudden change in a century-old continuity', en PLILEY J, FISCHER-TINÉ H & KRAMM-MASAOKA R (eds.), *Fighting Drink, Drugs and 'Immorality': Global anti-vice activism c. 1890-1950*, Cambridge University Press.

BUSCHINI J, 2014, 'La conformación del cáncer como objeto científico y problema sanitario en la Argentina de principios del siglo XX. Discursos, prácticas experimentales e iniciativas institucionales (1903-1922)', *Historia, Ciencias, Saúde. Manguinhos*, 21, 2: 457-475, abril-junio.

BUSCHINI J, 2016, 'Los primeros pasos en la organización de la lucha contra el cáncer en la Argentina. El papel del Instituto de Medicina Experimental (1922-1947)', *Asclepio*, 68, 1, accesible en https://www.academia.edu/26873357/LOS_PRIMEROS_PASOS_EN_LA_ORGANIZACION_DE_LA_LUCHA_CONTRA_EL_CANCER_EN_LA_ARGENTINA_EL_PAPEL_DEL_INSTITUTO_DE_MEDICINA_EXPERIMENTAL_1922-1947.

PROCTOR R, 2006, 'Ángel H Roffo. The forgotten father of experimental tobacco carcinogenesis', *Bulletin of the World Health Organization*, 84, 6: 494-496, accesible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2627373/pdf/16799735.pdf>.



Diego Armus

Doctor (PhD) en historia, Universidad de California en Berkeley.

Profesor del Departamento de Historia, Swarthmore College, Pennsylvania.

darmus1@swarthmore.edu



José Buschini

Doctor en ciencias sociales, FLACSO.

Investigador adjunto en el IdIHCS, UNLP-Conicet.

Profesor, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP.

jbuschini@fahce.unlp.edu.ar

Noelia Caminos, Ailén Pino,
Guido Pascual y Anahí Cuellas
Universidad Nacional de Quilmes

Color y percepción del sabor de los alimentos

El gusto de los alimentos es el resultado del sabor que apreciamos por las papilas gustativas de la lengua más un conjunto de otros estímulos sensoriales, entre ellos apariencia, color, forma, superficie, tamaño, brillo, uniformidad y consistencia visual percibidos por la vista, olor apreciado por el olfato, cualidades táctiles o textura de lo que comemos y hasta los sonidos producidos al masticar, más cómo interpretamos todo lo anterior en el marco de nuestros hábitos sociales y culturales.

El color, en particular, es un atributo especialmente importante al que presta cuidadosa atención la industria de los alimentos, ya que determina la primera reacción tanto de los compradores en el supermercado como de los comensales cuando la comida llega a la mesa. De ahí que las empresas vean con especial interés los estudios sobre la influencia del color en la apreciación del gusto,

pues les ayudan a satisfacer a sus clientes y a entender mejor su comportamiento.

El color es consecuencia de la percepción humana de la luz reflejada por los objetos. Depende de cómo nuestros ojos registran esa luz y cómo nuestro cerebro procesa la información que le hacen llegar. La percepción del color depende de muchos factores relacionados con el observador, el objeto, la luz que lo ilumina, la geometría óptica, el fondo, el brillo, etcétera. Es la respuesta mental al estímulo que produce en la retina la radiación de determinadas longitudes de onda.

Se ha comprobado que el color puede desempeñar un papel importante en la decisión de aceptar o rechazar un alimento, más allá de los atributos de este, que se establecen y miden con técnicas e instrumentos de laboratorio. De ahí que se recurra a la *evaluación sensorial* para estudiar en forma sistemática esas características subjetivas

¿DE QUÉ SE TRATA?

Un experimento de gabinete sobre cómo el color de la comida influye en el gusto que le sentimos, más allá del sabor que apreciamos por las papilas gustativas de la lengua.



Esferas exteriormente gelificadas de jugo comercial de pomelo preparadas para su presentación a evaluadores de entre 15 y 75 años elegidos al azar. De derecha a izquierda, diferenciadas por su color: esferas amarillo pálido, el color jugo del pomelo; esferas con colorante amarillo intenso, y esferas con colorante azul turquesa.

vas que condicionan la aceptación de los productos alimenticios.

Evaluación sensorial

En el departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, del que forman parte

los autores de esta nota, se han realizado varios experimentos de evaluación sensorial de alimentos. En los dos números anteriores a este de CIENCIA HOY (161 y 162) encontrará el lector sendas notas sobre la influencia respectiva de la textura y del olor de la comida en la percepción del gusto. En este texto nos ocupamos de la relación entre el color de los alimentos y el gusto que les sentimos.

PREPARACIÓN DE LAS ESFERAS DE JUGO DE POMELO

Se parte de agua envasada comercial sin gas con sabor a jugo de pomelo, que tiene el color amarillo pálido de esa fruta. Usando alginato de sodio se forman pequeñas esferas líquidas por dentro y con una capa exterior gelificada. El ácido algínico y los alginatos, productos ampliamente difundidos en la industria alimentaria, se obtienen de algas pardas deshidratadas. El alginato de sodio es una sal sódica de un hidrato de carbono. Esta técnica de esterificación produce una vesícula gelificada en la superficie y líquida por dentro, y permite lograr un empaque natural comestible. Lo último es importante porque el envoltorio,

que protege al producto de agentes externos, desempeña un papel primordial en la percepción del sabor de un alimento. Se deja un tercio de las esferas del color amarillo pálido de los pomelos; se adiciona a otro tercio un colorante amarillo intenso, y el tercio restante se lleva a un azul turquesa también intenso. Los colorantes empleados no alteran el sabor, el olor o la textura de las esferas, cuya apariencia impide conocer qué hay en su interior. Con tal presentación es posible evaluar únicamente la influencia del color en la percepción del sabor, y disminuir la incidencia de factores psicosociales.



El gusto se forma a partir del sentido del sabor, uno de los cinco sentidos que nos enseñaron en la escuela primaria, junto con el oído, la vista, el olfato y el tacto. El sabor se percibe por la acción de células de la lengua que actúan como sensores capaces de identificar cinco sabores básicos (dulce, salado, amargo, ácido y umami) y de enviar la información al cerebro. El sabor dulce resulta, entre otros compuestos, de la presencia de azúcares, de los que no todos tienen la misma potencia, es decir, no provocan la misma percepción del dulzor. El gusto salado resulta de la sal común o de otras sales, las que tampoco lo generan con la misma intensidad; se percibe muy rápidamente pero tarda en desaparecer. El gusto ácido también se percibe rápidamente, si bien esa velocidad puede variar bastante en función de qué sustancias haya en la saliva y del tipo de ácido (los más comunes son tartárico, cítrico, láctico, málico y acético) que se pruebe, lo que resulta en un amplio rango tanto de intensidad como de duración. El sabor amargo, detectado mediante las papilas gustativas ubicadas en la parte posterior de la lengua, es interpretado como desagradable en muchas culturas, en las que también varía el umbral de su detección y la tendencia a asociarlo con venenos. Existe un quinto sabor, el umami, un nombre que proviene del japonés. Es propio de carne asada, algunos mariscos y determinados quesos. Resulta difícil de describir. Es sutil pero prolongado, provoca la salivación y estimula la garganta, el paladar y la parte posterior de la boca.

Para realizar los experimentos mencionados, se prepararon muestras de idéntico sabor, olor, forma y textura, pero de distintos colores. Consistieron en pequeñas esferas con su exterior gelificado y su interior líquido. Para producirlas se partió de una bebida comercial saborizada sin gas, de pomelo de color amarillento, que se sometió al proceso de esferificación explicado aparte. Se dejó un tercio de las esferas resultantes del color amarillento pálido de los pomelos, se adicionó a otro tercio un colorante amarillo intenso, y el tercio restante se llevó a un azul turquesa también intenso, como se aprecia en las ilustraciones. Los colorantes empleados no alteraron el sabor, el olor o la textura de las esferas, cuya apariencia impedía conocer qué había en su interior.

En paralelo, se seleccionó al azar un grupo de 146 personas de entre 15 y 75 años para que actuaran como jueces no profesionales del gusto de las muestras. A cada integrante del grupo se le pidió que probara tres esferas (una de cada color) y que para cada esfera llenara una ficha como la que se reproduce con su evaluación en una escala de 0 a 5 sobre el sabor que percibió y cuán agradable le resultó el gusto.

En la evaluación, se determinó la percepción de los gustos dulce, ácido, salado, en cada muestra, así como su nivel de aceptación. Los resultados (que se presentan

Influencia del color en el gusto

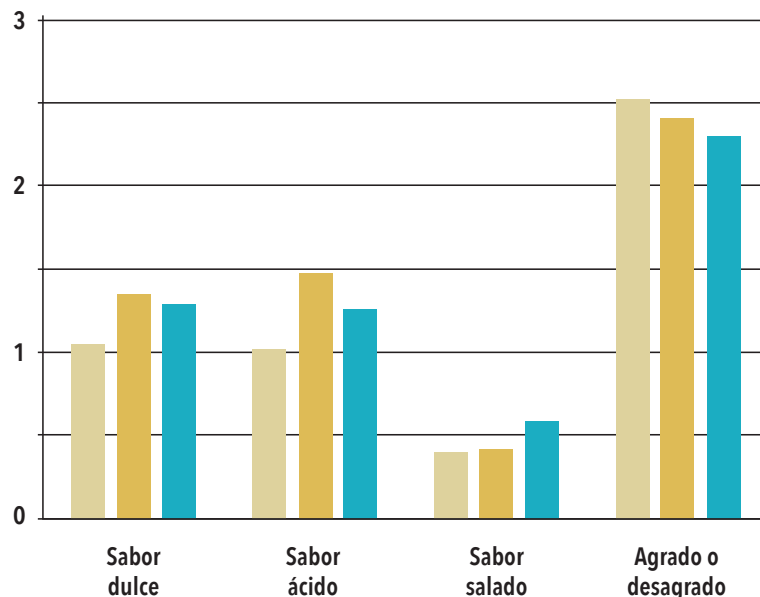
Indique su apreciación de cada muestra en una escala de 0 a 5

	Muestra amarillo pálido	Muestra amarillo intenso	Muestra azul turquesa
Sabor dulce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada dulce Muy dulce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada dulce Muy dulce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada dulce Muy dulce
Sabor ácido	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada ácido Muy ácido	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada ácido Muy ácido	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada ácido Muy ácido
Sabor salado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada salado Muy salado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada salado Muy salado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nada salado Muy salado
Agrado o desagrado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No me gustó nada Me gustó mucho	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No me gustó nada Me gustó mucho	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No me gustó nada Me gustó mucho

Ficha de encuesta. Cada encuestado completó una ficha poniendo cruces en los casilleros correspondientes a su opinión en una escala de 0 a 5 acerca de cada una de las tres muestras en cuanto a cada uno de los tres sabores y al agrado o desagrado de la preparación.

Colores	Sabor dulce	Sabor ácido	Sabor salado	Agrado o desagrado
Amarillo pálido	1,15	1,08	0,40	2,53
Amarillo intenso	1,36	1,47	0,42	2,40
Azul turquesa	1,27	1,35	0,58	2,29

Resultados de la encuesta en forma numérica. Promedio de los puntajes asignados en una escala de 0 a 5 (véase la ficha de encuesta) por cada uno de los 146 participantes en el experimento de probar muestras del mismo producto –jugo de pomelo– en preparaciones de tres colores distintos. Téngase presente que para el experimento, con independencia del valor absoluto de los valores, es sobre todo importante la variación de estos en una misma columna.



Resultados de la encuesta en forma gráfica.

aquí en forma tanto numérica como gráfica, sintetizados por los valores promedio de los puntajes asignados por los participantes) indican que los sujetos atribuyen a las muestras distinto grado de aceptabilidad, dulzor, acidez y salinidad dependiendo del color de las esferas. La muestra de amarillo intenso fue clasificada como la más dulce y también la más ácida. Quizá haya sido considerada más ácida porque los sujetos la asociaron con cítricos. Es posible también que la muestra turquesa, en segundo lugar en dulzor y acidez, haya evocado jugos o golosinas de arándanos o de ananá, dos frutas que contienen ácido cítrico. Por su lado, la muestra sin colorante resultó significativamente tanto menos ácida como menos dulce que las otras dos.

En la percepción del sabor salado se registró prácticamente igualdad para las dos muestras amarillentas y un valor algo más alto para la azul, pero resultó claro que este sabor fue débilmente percibido por los sujetos, algo esperado ya que la bebida elegida tiene muy bajo contenido de sales.

En cuanto al agrado o desagrado de las muestras, el hecho de que las tres hayan recibido una calificación levemente negativa –un poco más cercana a ‘no me gustó nada’ que a ‘me gustó mucho’– no es relevante para el experimento (como tampoco lo es para juzgar los valores absolutos de la percepción de los tres sabores evaluados), pero sí lo es el hecho de que, si bien los resultados evidenciaron alguna diferencia entre las tres muestras, ella fue modesta. Tal vez se haya preferido la amarillenta clara por pensar que, por la ausencia de colorante, era más natural.

En los alimentos, el color es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante en el conjunto de sensaciones que genera el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el gusto y el olor.

De las experiencias realizadas podemos concluir que el color incide directamente en la percepción final del gusto de los alimentos. Es decir, existe sinestesia entre el gusto y la vista, nombre que se da a la percepción de un sentido debida al estímulo recibido por otro. Las sinestias pueden, además, suscitar asociaciones con ideas

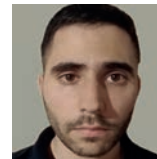
o sentimientos. Los colores amarillos y naranjas suelen evocar a los cítricos, a su vez imaginados como parte de una dieta saludable y una vida sana, lo cual predispone a consumir alimentos con esas tonalidades. El azul, en cambio, más rara vez aparece como colorante natural de alimentos y por ello actúa menos como estímulo a consumir productos de esa gama cromática.

Por otro lado, esa clase de asociaciones varía entre individuos y es producto subjetivo de la relación previa de cada consumidor con la comida. Por lo tanto, las preferencias de colores de los alimentos pueden diferir según factores socioeconómicos, culturales, etarios, regionales, etcétera. Y esos factores también deben tomarse en cuenta en el diseño de los productos alimenticios. **UH**



Noelia Caminos

Estudiante de grado de ingeniería en alimentos, UNQ.



Guido Pascual

Estudiante de grado de ingeniería en alimentos, UNQ.



Ailén Pino

Estudiante de grado de ingeniería en alimentos, UNQ.



Anahí Cuellas

Licenciada en biotecnología, UNQ.
Magíster en ciencia y tecnología de alimentos, Universidad Nacional del Litoral.
Profesora adjunta, UNQ.
acuellas@gmail.com

LECTURAS SUGERIDAS



CAIVANO JL, 2011, 'Sinestias cromáticas como figuras retóricas visuales', en Migliore T, *Retorica del visibile*, Aracne Editrice, Roma, pp. 77-87, accesible en <https://issuu.com/caivano/docs/2011aisv>.

DELMORO J et al., 2010, 'El color en los alimentos. Determinación de

color en mieles', *Invenio*, 13, 25: 145-152, accesible en <http://www.redalyc.org/pdf/877/87715116010.pdf>.

KOPPMANN M, 2015, 'Los sentidos, el cerebro y el sabor de la comida', *CIENCIA HOY*, 24, 142: 61-64.

Nota preparada por la redacción de CIENCIA HOY

Extraños veleros

Quizá el lector haya visto un barco como alguno de los que muestran las fotografías y se haya preguntado qué son esos cuatro altos tubos que tiene el carguero de casco verde o el único tubo del buque de pasajeros de casco rojo. El primero, de 131m de eslora, fabricado en 2010, pertenece a la firma alemana Enercon, que produce turbinas eólicas, y lleva el nombre de *E-Ship 1*. El segundo, de 218m de eslora, llamado *Viking Grace*, es un trasbordador o ferry con capacidad para 2800 pasajeros más automóviles y carga, que desde abril de 2018 viaja diariamente por el Báltico entre Estocolmo y la ciudad finlandesa de Turku. Los tubos del primero miden 27m de alto y 4m de diámetro; el del segundo, 24m de alto y 4m de diámetro. El buque tanque *Maersk Pelican*, de 244m de eslora, que transporta 110.000 toneladas de petróleo, instaló hace pocos meses dos de tales tubos, de 30m de alto y 5m de diámetro.

Esos altos tubos son... velas. Por lo menos, tienen la misma función que las acostumbradas velas de las embarcaciones históricas y actuales: aprovechar la energía del viento para propulsar la nave. Para que cumplan su función, se los debe hacer rotar alrededor de su eje lon-

gitudinal, normalmente usando motores eléctricos que consumen una potencia menor que la entregada por el viento. Técnicamente, se denominan *rotores Flettner*, así llamados en honor del ingeniero alemán Anton Flettner (1885-1961) por las razones que se indican más adelante. Pero ¿cómo puede un dispositivo de ese tipo, es decir, un esbelto cilindro que rota, propulsar un buque o, por lo menos, contribuir a hacerlo?

El principio físico que lo explica es el mismo que explica la función de las velas de un velero convencional o la de las alas de un avión. Es también lo que explica la trayectoria curva por el aire de una pelota impulsada con efecto, es decir, rotando. Cuando un objeto esférico o cilíndrico que rota se mueve a través de un fluido, experimenta una presión positiva que va desde la zona de menor velocidad del fluido que lo rodea a la de mayor velocidad, como lo explica la leyenda del gráfico de la página 39. De hecho, Isaac Newton (1643-1727) había identificado el fenómeno en el siglo XVII al advertir en partidos de tenis en la Universidad de Cambridge que las pelotas enviadas con efecto se desvían de la trayectoria recta, cosa que sabe y trata de aprovechar hoy todo tenista, lo mismo que jugadores de fútbol, golf o béisbol.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Rotores Flettner, turbovelas y velas ala: formas no convencionales de navegar con la energía del viento.



Buque carguero *E-Ship 1*, de 131m de eslora. Perteneció a la empresa alemana Enercon, que lo usa para transportar desarmadas las turbinas eólicas que fabrica en Europa, como se aprecia en la foto. Con tal propósito cruzó el Atlántico hasta el sur del Brasil.



Buque trasbordador *Viking Grace*, de 218m de eslora. Desde abril de 2018 viaja diariamente por el Báltico entre Estocolmo y la ciudad finlandesa de Turku.

En el siglo XVIII, el matemático inglés Benjamin Robins (1707-1751) explicó la trayectoria de balas de mosquetes mediante el mismo fenómeno.

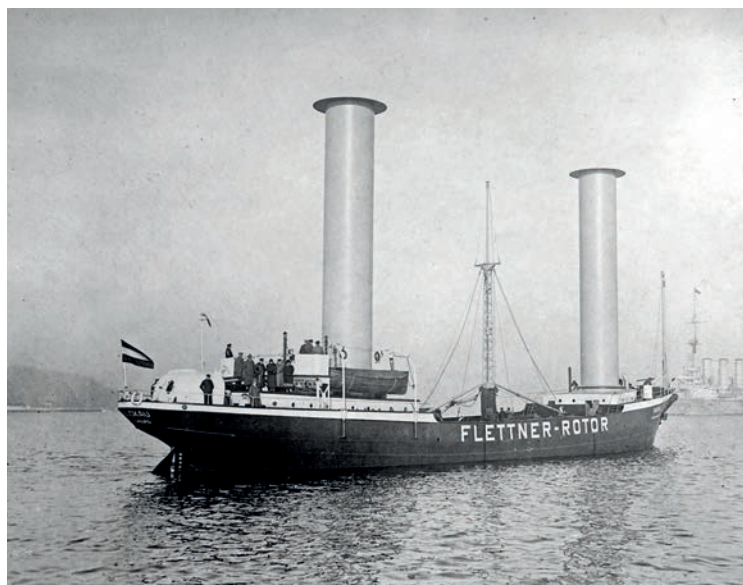
Quienes hayan pateado una pelota de fútbol hacia adelante y con una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj habrán notado que ella se desplaza por el aire describiendo un arco hacia la izquierda del pateador. La curvatura depende de las velocidades de rotación y de desplazamiento. Un buen pegador logra que ambas sean grandes y que el efecto resulte muy claro. De hecho, los deportistas más destacados controlan muy hábilmente ese efecto en una variedad de deportes. La curvatura también depende de la densidad del aire: a menor densidad, menor presión del aire sobre la pelota en rotación y menos curva su trayectoria. Se dice que un técnico argentino de fútbol comentó que, en Quito, a 2850m sobre el nivel del mar, 'la pelota no dobla'.

La física por la cual los rotores Flettner cumplen su propósito se basa en los mismos principios aerodinámicos que las pelotas en trayectorias curvas: el efecto Magnus, así llamado en recuerdo del físico alemán Heinrich Gustav Magnus (1802-1870), que lo describió en 1852, aunque –según se indicó al nombrar a Newton y a Robins– era conocido desde bastante antes. En la década de 1920, el mencionado ingeniero Flettner se valió del efecto Magnus para propulsar un buque de 54m de eslora y 2000 toneladas, con casco de acero, mediante dos cilindros de 18,3m de alto y 2,8m de diámetro que giraban impulsados por sendos motores eléctricos de 7,5kW de potencia. La electricidad era generada por un motor diésel de 33kW. La embarcación, que llevaba el nombre de *Buckau* (luego cambiado a *Baden-Baden*), había sido construida en 1920 en Kiel, en los astilleros Krupp Germania, como velero convencional de tres palos, y fue adaptada en 1924 para desplazarse con solo esos rotores como forma de propulsión. En esas condiciones navegó durante unos dos años por el Báltico y el mar del Norte, e incluso viajó a Nueva York, pero al cabo de ese período los rotores fueron desmantelados y la nave fue dotada de propulsión con combustible fósil. Técnicamente, los rotores fueron un éxito, pero no pasaron de constituir un experimento no replicado que cayó en el olvido ante el dominio incuestionado de los combustibles fósiles como fuente de energía para la navegación, favorecido por el derrumbe de los precios del petróleo a lo largo de las décadas de 1980 y 1990.

¿Por qué, entonces, a casi cien años de distancia, han reaparecido rotores Flettner en naves modernas? Lo han hecho como una forma complementaria de propulsión, en navíos principalmente propulsados por motores diésel, a diferencia del *Buckau*, para el que los rotores Flettner eran lo único que lo movía. Hoy el sistema puede contarse entre las diversas formas no convencionales en en-



Buque petrolero de la línea Maersk en el puerto de Róterdam.



El *Buckau*, una goleta de tres palos de 54m de eslora, cuya arboladura fue sustituida en 1924 por rotores Flettner, que fueron su única forma de propulsión por unos dos años hasta que, en 1926, los rotores fueron eliminados y se dotó la nave de hélices impulsadas por motores diésel.

sayo del uso de energías de fuente renovable. Incluso no es la única forma de aprovechar la energía eólica que se ensaya o se ensayó en navíos.

El catamarán experimental *Energy Observer*, de 30,5m de eslora, por ejemplo, se vale de una combinación de turbinas eólicas, paneles fotovoltaicos y celdas de hidrógeno, y si bien recurre al viento para disponer de electricidad a bordo, no lo hace para propulsarse. Por eso no nos detenemos en él en esta nota. Por su lado, el rotor Flettner no es el único dispositivo diferente de las velas tradicionales usado para impulsar la nave mediante energía eólica que se ensaya o se ensayó en navíos. Otro es la *turbovela*, usada en el *Alcyone*, nave de 31m de eslora botada en 1985 y uno



Izquierda, de arriba hacia abajo. Buque experimental *Energy Observer*, que no se propulsa por la energía del viento sino por la obtenida mediante paneles fotovoltaicos y celdas de hidrógeno.

El *Alycone* en el puerto de Caen. Turbovelero de 31m de eslora botado en 1985 para el comandante Cousteau.

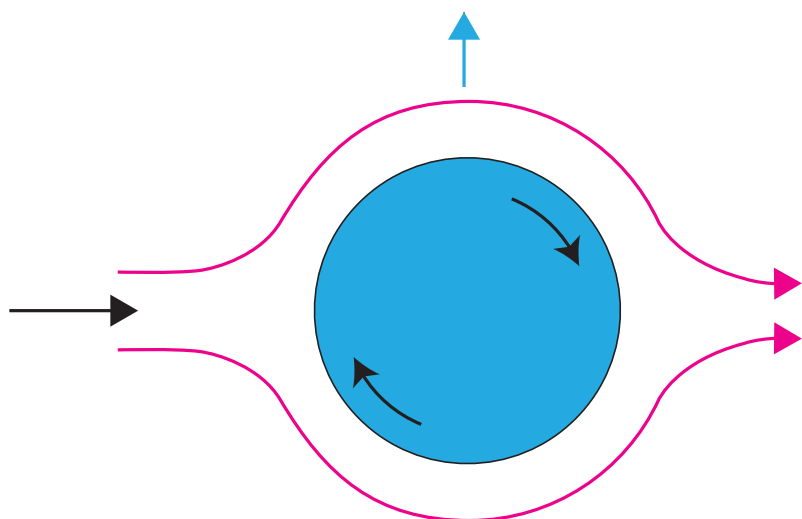
Velero de competición del equipo Oracle para correr la Copa de America, San Francisco.

Derecha. *Harbor Wing X-2*, trimarán experimental con velas ala amarrado en San Diego, California.

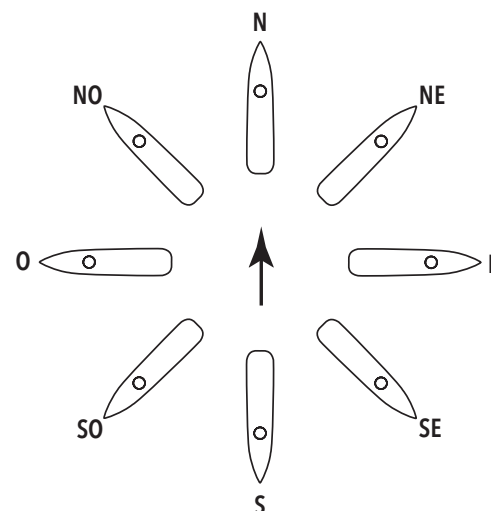


de los reemplazantes del legendario *Calypso* de Jacques-Yves Cousteau (1910-1997). Aprovecha la energía eólica mediante dos tubos de 10,2m de alto y sección elíptica de 1,35 x 2,05m que no rotan en forma continua ni operan sobre la base del efecto Magnus, sino que constituyen velas rígidas verticales orientables en la mejor dirección para tomar el viento. También se han ensayado velas rígidas múltiples o velas ala, sobre todo en veleros de competición o en embarcaciones experimentales como el *Harbor Wing X-2*. De todos los sistemas mencionados, sin embargo, solo los rotores Flettner se están considerando seriamente para ser usados en buques comerciales, a diferencia de las turbovelas y las velas alas, que por ahora no han entrado en la mira de las empresas navieras.

En líneas generales, la reaparición del rotor Flettner en la navegación comercial se debe al efecto combinado de dos causas: una, la recuperación de los precios del petróleo, acaecida desde comienzos de la década de 2000, que hace económicamente más competitivos a sus sustitutos; la otra, la presión internacional por encontrar reemplazo a los combustibles fósiles, dadas las consecuencias ambientales de su uso por el efecto invernadero que causa el CO₂ emitido a la atmósfera. A pesar de que el *E-Ship 1* ya lleva unos ocho años en operación, e independientemente de las conclusiones que pudiera haber sacado su armador y no ha hecho públicas, lo cierto es que el sistema de propulsión en cuestión debe considerarse aún en estado experimental, y que no es posible en este momento vaticinar la suerte que correrá.



El efecto Magnus. El viento, que sopla en la dirección de la flecha horizontal, al encontrarse con un cuerpo que rota como lo indican las flechas de color negro, lo rodea y pasa tanto por el lado del objeto que en su rotación se mueve en el mismo sentido del viento (el cual por fricción de sus moléculas con el objeto adquiere más velocidad) como por el lado que se mueve en sentido contrario y le sucede lo inverso. Esa trayectoria del aire va indicada en fucsia. El resultado es que se crea una diferencia de presión entre ambos lados que somete al objeto a la fuerza de Magnus, indicada por la flecha vertical.



Esquema de ocho rumbos que puede tomar una embarcación propulsada por un rotor Flettner. Si se supone que sopla viento del sur, como lo indica la flecha, cuando la nave pone proa a ese rumbo o navega hacia el norte, la fuerza de Flettner la impulsa respectivamente hacia el oeste o el este (suponiendo que el cilindro gire en el sentido de las agujas del reloj en el primer caso, y en sentido contrario en el segundo).

A los inconvenientes que son propios de todas las formas de aprovechamiento de la energía eólica —entre ellas, altos costos de inversión inicial e irregularidad de los vientos—, se suma una desventaja específica de su uso para la navegación: la eficiencia del sistema depende fuertemente del rumbo de la nave con relación a la dirección del viento. Como lo muestran los gráficos, la fuerza de Magnus opera en sentido perpendicular a la dirección del viento: si se navega con viento lateral o a la *cuadra* (y los rotores giran en sentido correcto), esa fuerza se ejerce exactamente en el sentido de avance de la nave.

En cambio, con viento de proa o de popa, la fuerza apunta enteramente en sentido lateral y solo causa deriva. En todas las otras posiciones se divide en dos componentes: uno de avance y otro de deriva, es decir, solo una parte de la fuerza de Magnus contribuye al ahorro de combustible. Algo semejante ocurre con los turboveleros y con las velas ala. De cualquier forma, se han oído afirmaciones de operadores de navíos con rotores Flettner de que, según las circunstancias de la embarcación y del viaje, podrían ocasionar un ahorro de combustible de entre el 5% y el 25%. El tiempo dirá. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

AAVV, 2013, *Future Ship Powering Options*, Royal Academy of Engineering, Londres, accesible por internet en formato pdf.

ARGYROS D, 2015, *Wind-Powered Shipping. A review of the commercial, regulatory and technical factors affecting uptake of wind-assisted propulsion*, Lloyd's Register Marine, Londres, accesible por internet en formato pdf.

MILIĆ KRALJ D & KLARIN B, 2016, 'Wing sails for hybrid propulsion of a ship', *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 4, 1: 1-13.

PEARSON DR, 2014, *The Use of Flettner Rotors in Efficient Ship Design*, The Royal Institute of Naval Architects, Londres.

Noticias institucionales

Se entregó el Premio L'Oréal-UNESCO “Por las Mujeres en la Ciencia”

La ganadora fue la Dra. Silvia Goyanes, por su labor dedicada a generar filtros que contribuyan a mitigar la contaminación del agua.

L'Oréal Argentina junto al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) llevaron a cabo la ceremonia de entrega de la 12° Edición del Premio Nacional L'Oréal-UNESCO “Por las Mujeres en la Ciencia” edición 2018 en “Ciencias de la materia”. El programa busca premiar la excelencia científica, promoviendo y estimulando la participación de las mujeres en el ámbito científico.

La ceremonia estuvo encabezada por el Director General de L'Oréal Argentina, Marcelo Zimet, y los vicepresidentes del CONICET, Dr. Miguel Laborde y Dra. Mirtha Flawiá. El acto también contó con la presencia del secretario de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Ing. Jorge Aguado. “Para nosotros este premio es algo muy especial y esperado”, dijo Zimet. “Comenzamos con este galardón hace doce años, y en este tiempo tuvimos cinco

laureadas internacionales: el Premio L'Oréal se constituyó como uno de los premios de ciencia más importantes del mundo”. A su turno, el Dr. Laborde, que además de ser vicepresidente de Asuntos Tecnológicos pertenece a la gran área que corresponde a la disciplina de esta edición -Ciencias Agrarias, Ingenierías y Materiales-, destacó que, de las seis premiadas de este año, cinco sean de diversas partes del país y solo una radicada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. “Todos los temas de investigación de las laureadas son temas de frontera y tienen una fuerte impronta de transferencia: eso demuestra que han sido muy bien elegidas”, subrayó.

El Premio, que pone de manifiesto la importante contribución de la mujer a la ciencia, consiste en dos categorías: el Premio Nacional reconoce la trayectoria de una investigadora para que siga desarrollando su proyecto

de investigación en el país; la Beca Nacional premia la formación y el desarrollo de una joven investigadora o becaria en etapa de formación postdoctoral. Además, se reconoce a otras dos científicas dentro de cada categoría, como menciones especiales.

En esta edición, el premio de 2018 fue otorgado a la Dra. Silvia Goyanes, que lidera el proyecto “Inmovilización de nano adsorbentes en membranas nanofibras electroestiradas para remoción de contaminantes en agua dulce”. Goyanes busca desarrollar filtros con nanopartículas como absorbentes de materiales contaminantes del agua. “Gracias por premiar el trabajo apasionado que hacemos todos en el laboratorio. Nuestro objetivo es desarrollar productos que sirvan para aplicaciones industriales, y en ese sentido, siento felicidad, porque este premio matchea perfecto con nuestro espíritu de trabajar con



Ganadoras del Premio L'Oréal UNESCO por las Mujeres en la Ciencia. Foto: CONICET Fotografía.

empresas”, dijo la Dra. Goyanes al recibir el premio.

Además, recibieron menciones en esta categoría la Dra. Vera Alejandra Álvarez, del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA, CONICET-UNMDP), por su investigación “Desarrollo de sistemas portadores de principios activos para aplicaciones en biomedicina, agroindustria e industria textil”, y la Dra. Carla Eugenia Giacomelli, del Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC, CONICET-UNC), por su investigación “Materiales bio-responsivos: cómo reparar tejidos con genes”.

A su vez, la beca de este año fue entregada a la Dra. Florencia Montini Ballarin, por su trabajo “Desarrollo racional de matrices tridimensionales para regenerar músculo esquelético isquémico mediante técnicas combina-

das de impresión 3D y electrohilado”, que se basa en diseñar estructuras que actúen como matriz extracelular temporal y promuevan la interacción celular conduciendo a la regeneración de tejido para reemplazar músculos. “Estoy super emocionada –expresó la científica galardonada–. Este premio es muy importante para todas las que hacemos investigación. Es pionero. Ojalá contagie la pasión que le ponemos a nuestro trabajo, y que muchas otras mujeres se vuelquen a la ciencia para hacer aportes a la sociedad”.

Asimismo, dos investigadoras recibieron menciones en la categoría beca. Por un lado, la Dra. Analía Elizabeth Zwick, que se desempeña en la Gerencia de Física (Centro Atómico Bariloche), en la Gerencia de Área Investigaciones y Aplicaciones no Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Atómica, por

su trabajo “Sensores cuánticos: expandiendo aplicaciones en imágenes por resonancia magnética”. También recibió una mención la Dra. Valeria Boeris, que trabaja en el Departamento de Química y Física de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la Universidad Nacional De Rosario, por su investigación “Estudio de sistemas coloidales con potencial aplicación en el desarrollo de alimentos más saludables”.

El Premio Nacional se encuadra dentro del Premio L’Oréal-UNESCO “For Women in Science”, un programa sin precedentes en el mundo que lleva 20 años de trayectoria. Los trabajos presentados fueron evaluados por un comité de reconocidos especialistas en esta materia y un Jurado de Notables integrado por representantes del CONICET y autoridades de L’Oréal Argentina. ■

Noticias institucionales

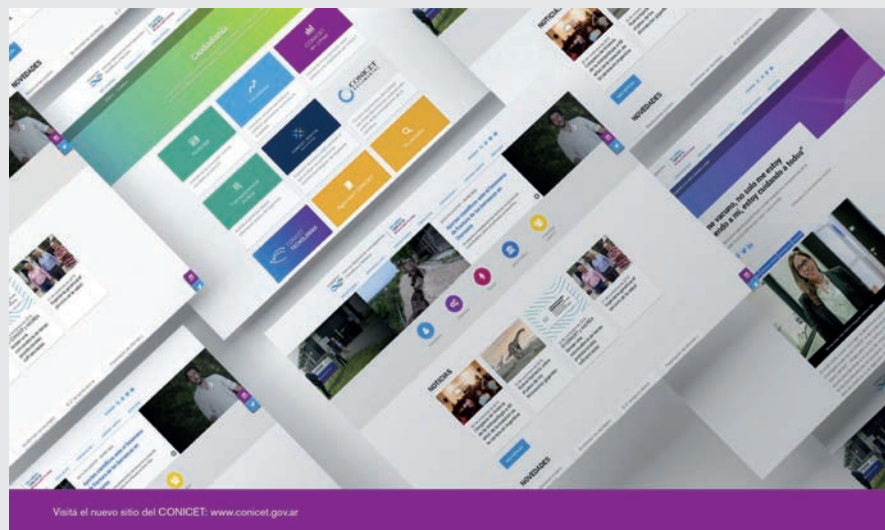
El CONICET presenta su nuevo sitio web

Facilita el acceso a la información y mejora la experiencia del usuario con un diseño renovado.

Tras varios meses de trabajo, la Dirección de Relaciones Institucionales junto a la Gerencia de Organización y Sistemas del CONICET presentan la nueva página web del organismo. Completamente renovado, el sitio –que se puede visualizar en cualquier dispositivo móvil– ofrece a los usuarios una navegación más sencilla e intuitiva.

Como novedad, incluye en su página de inicio cinco perfiles, a través de los cuales la ciudadanía, las empresas, la prensa, el sector público y la comunidad CONICET podrán acceder a información útil y de interés.

Otra novedad del nuevo sitio es el botón **Gobierno Abierto**, ubicado en el menú principal. A través de este micrositio, el usuario entrará en contacto con información pública sobre el organismo, disponible para fomentar la participación ciudadana y



la transparencia de la gestión pública. Los portales de Transparencia Activa, CONICET Digital, CONICET en Cifras y Presupuesto integran esta sección.

Cabe destacar, que se mantienen todos los contenidos del sitio anterior, sólo se modificó la estructura de la Web para mejorar su visibilidad y facilitar el acceso. ■

Ciencias Biológicas y de la Salud

Ingeniería genética al servicio de la salud

Por Miguel Faigón

Investigadores del CONICET trabajan en proyecto para producir el factor IX de la coagulación, proteína cuya deficiencia es la causa de la hemofilia tipo B.

La hemofilia es una patología genética y hereditaria que se caracteriza por un defecto en la coagulación de la sangre. Para un paciente con esta enfermedad, una intervención quirúrgica sencilla o una extracción dental pueden convertirse en un problema grave dado que no se podrá detener la hemorragia. Su causa es la deficiencia en la producción de alguna de las proteínas (factores) que intervienen en la formación del coágulo. Su tratamiento terapéutico implica justamente la administración de las proteínas faltantes.

La deficiencia de los factores VIII y IX de la coagulación son respectivamente las causas de las hemoflias tipo A y tipo B. Si bien este segundo tipo tiene una prevalencia mucho menor, la posibilidad de poder generar en Argentina el factor IX -que actualmente cuenta con un sólo productor mundial- permitiría evitar al país la necesidad de importarlo y ahorrarle el costo anual en divisas que ello implica.

Investigadores del CONICET del Centro de Investigaciones en Bioquímica Clínica e Inmunología (CIBICI; CONICET-UNC) y del Centro de Investigaciones en Química Biológica de Córdoba (CIQUIBIC; CONICET-UNC) son los asesores científicos desde hace más de un lustro de un proyecto denominado BIOHEMO que en articulación con el Laboratorio de Hemoderivados de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) apuesta, a través de métodos de ingeniería genética, a producir en Argentina el factor IX de la coagulación. El proyecto se desarrolla técnicamente en el Laboratorio de Hemoderivados con la participación de profesionales y jóvenes investigadores de la institución.

“Lo que nosotros buscamos es producir el factor IX de la coagulación a través de técnicas de ADN recombinante. Esto es,

utilizando la secuencia de ADN del gen que codifica para esta proteína, sintetizar el factor IX humano, en células en cultivo de otra especie, -nosotros utilizamos en este caso las provenientes de hámster chino, células tradicionalmente utilizadas para sintetizar proteínas humanas-. A nivel de laboratorio y recientemente a escala piloto, pudimos llevar adelante este procedimiento de manera exitosa, sintetizando factor IX no sólo con actividad biológica sino también con propiedades físico-químicas idénticas al factor IX disponible comercialmente. El desafío ahora es llevar su producción a una escala más alta porque nuestro interés es que atraviese todos los controles de calidad y bioseguridad necesarios a fin de que cumpla el objetivo principal, su aplicación en pacientes que necesitan este producto”, explica José Luis Bocco, investigador superior del CONICET en el CIBICI y uno de los responsables del proyecto.

El Laboratorio de Hemoderivados de la UNC se dedica principalmente a la producción de fármacos derivados del plasma humano, que es la fracción líquida de la sangre, es decir libre de glóbulos rojos y de glóbulos blancos, y está compuesto por un 90 por ciento de agua y un 10 por ciento de proteínas. La purificación de diversos compuestos que se encuentran en este fluido (como albúmina sérica, factores de coagulación, antitrombina III o gammaglobulina) resulta útil para el tratamiento de distintas enfermedades, incluida la hemofilia. Pero este modo de producción requiere indefectiblemente de disponer de plasma humano que se obtiene a través de donantes de sangre.

“En el caso de la producción de proteínas recombinantes -a diferencia de cuando se trabaja en la purificación a partir de fluidos naturales humanos- no hay limitación en la disponibilidad de la fuente. Por otro lado, es un procedimiento más seguro en cuanto a que la posibilidad de contaminación con otros factores biológicos es muy escasa”, explica Carlos Argaraña, investigador superior



José Luis Bocco, José Luis Daniotti y Carlos Argaraña. Foto: gentileza investigadores.

del CONICET en el CIQUIBIC y otro de los encargados del proyecto.

Esta experiencia no es la primera en la producción del factor IX de la coagulación por tecnologías de ADN recombinante, sino que se trata de un producto biosimilar, lo cual alienta la expectativa de los científicos de que la llegada al mercado de este producto no se demore mucho.

“Si bien para que nuestro producto pueda comercializarse es necesario que atraviese todos los controles exigidos por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), al tratarse de un biosimilar -es decir, de una tecnología validada y un producto que ya se comercializa- los tiempos para su aprobación son más breves”, afirma José Luis Daniotti, investigador principal del Consejo, Vicedirector del CIQUIBIC y tercer integrante del grupo asesor.

BIOHEMO fue en parte financiado a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (hoy dependiente del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología) y por el Laboratorio de Hemoderivados de la UNC. Más allá del proyecto concreto para sustituir la importación del factor IX, la apuesta de fondo es generar una empresa de base tecnológica (EBT) que dependa del CONICET y la UNC, con sede física en la Ciudad Universitaria de Córdoba y con capacidad instalada para producir también otras proteínas recombinantes necesarias para el país. ■

Ciencias Biológicas y de la Salud

Investigadora del CONICET fue distinguida por sus aportes en el campo de la audición



La Investigadora Ana Belén Elgoyhen fue galardonada por la Fondation Pour l'Audition. Foto: gentileza Fondation Pour l'Audition.

Por Miguel Faigón

La Fondation Pour l'Audition reconoció a Ana Belén Elgoyhen por haber descubierto dos moléculas que protegen al sistema auditivo de entornos ruidosos.

Ana Belén Elgoyhen, investigadora superior del CONICET en el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular “Dr. Héctor N. Torres” (INGEBI-CONICET), fue condecorada en Francia con el Gran Premio Científico de la Fondation Pour l'Audition, galardón que tiene el objetivo de destacar científicos o médicos de todo el mundo cuyos descubrimientos significan un progreso en el conocimiento de la audición humana y pueden implicar avances en el campo de la salud auditiva.

Elgoyhen fue la responsable del descubrimiento de las dos proteínas fundamentales que conforman el receptor del sistema eferente olivococlear dentro del oído interno. Éste media la comunicación del sistema nervioso central con el oído interno y se en-

carga de modular la forma en que los seres humanos escuchan.

“Este sistema es importante por diferentes razones. Por empezar, permite amplificar tonos que necesitamos escuchar y simultáneamente filtrar sonidos de fondo que podrían resultar molestos. También se activa, por ejemplo, cuando tenemos que realizar otra tarea comportamental para disminuir la información sonora que llega al cerebro de modo que podamos enfocarnos en por ejemplo leer o escribir”, explica Elgoyhen, quien está a cargo del laboratorio Fisiología y Genética de la Audición del INGENBI.

El sistema eferente olivococlear también protege al sistema auditivo de sonidos muy intensos. Estos pueden producir hipoacusia –pérdida de la sensibilidad a distintas frecuencias, que pueden llegar a la sordera en algunos casos– y acúfenos, percepción de sonidos fantasmas (carentes de fuente sonora externa) que se generan en el sistema auditivo y el sistema nervioso central.

“Nosotros desde el laboratorio buscamos obtener moléculas que permitan desarro-

llar fármacos que puedan activar este sistema de protección. De todas formas, la mejor forma de prevenir el daño es evitar la exposición a impactos sonoros que puedan resultar lesivos”, afirma la investigadora galardonada.

“El problema de las células sensoriales de los oídos es que son pocas –aproximadamente 12 mil en cada uno– frágiles y que no se regeneran. Cada célula está asociada a la detección de una frecuencia específica. A medida que las células van muriendo perdemos la posibilidad de percibir la frecuencia correspondiente”, agrega.

Más allá del reconocimiento a sus investigaciones en ciencia básica y sus potenciales aplicaciones clínicas, de acuerdo a la investigadora, uno de los aspectos de su trayectoria profesional que valoraron los evaluadores fue el servicio de salud de detección de las bases genéticas de hipoacusias en humanos, que funciona a su cargo desde hace más de una década en el INGENBI.

“Hace 15 años que proveemos desde nuestro instituto un Servicio Tecnológico de Alto Nivel (STAN) para hacer diagnóstico molecular de sorderas. De esta forma las personas hipoacúsicas pueden conocer el origen genético de sus problemas auditivos”, afirma Elgoyhen.

La nominación de Elgoyhen fue propuesta por el Dr. Langguth Berthold, un psiquiatra alemán especialista en acúfenos, con el que la investigadora comparte la comisión directiva de la Tinnitus Research Initiative.

“Siempre recibir un premio es un estímulo y un reconocimiento. Más al tratarse de un premio internacional en el que participan investigadores de todo el mundo, de las primeras ligas y que cuentan con mayores recursos que nosotros. También es un estímulo para los becarios e investigadores que trabajan conmigo saber que lo que estamos haciendo acá en la Argentina es de primer nivel internacional”. ■

El paisaje serrano de Tandilia: un tesoro geológico, ecológico y cultural

En la inmensidad de la llanura pampeana se encuentra el sistema de Tandilia: un conjunto de sierras muy desgastadas que forman un arco abierto de 12.300km². Estas sierras están separadas por valles y abras de relieve levemente ondulado y de suelos profundos donde en la actualidad se desarrolla principalmente la actividad agrícola. El sistema también presenta lomadas con roca en superficie de menor tamaño y altura, comúnmente llamadas *cerrilladas* o *cerrillos*.

Un paseo por la historia de Tandilia

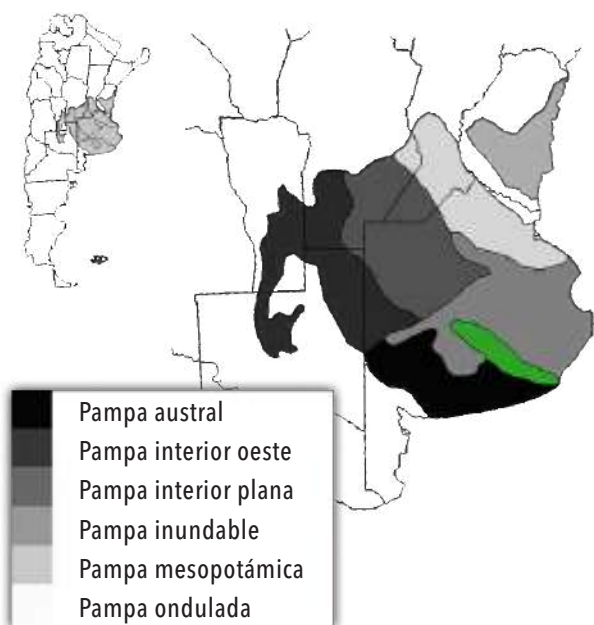
El sistema de Tandilia se caracteriza por su antigüedad geológica (2200 millones de años, Ma), y por la diversidad de rocas ígneo-metamórficas que posee. A lo

largo de este período las sierras sufrieron eventos de deformación, depósitos de material y erosión. En su cubierta sedimentaria se pueden encontrar trazas fósiles de origen marino (icnogéneros) pertenecientes al Paleozoico inferior (550Ma), que revela que en su pasado fue parte de un fondo marino, cuando Tandilia formaba parte de Gondwana. Durante el proceso de separación de ese megacontinente, que comenzó hace 200Ma (Jurásico), se habría originado el relieve de mesetas que caracteriza a Tandilia, cuya elevación sería consecuencia de las mismas fuerzas tectónicas que dieron lugar a la formación de la cordillera de los Andes.

Los suelos de la región se originaron durante el Cuaternario (1,8Ma) a partir de un material fino (loess), transportado por vientos desde el oeste. Acompañaron su desarrollo el incremento de la humedad, la estabilidad ambiental y el establecimiento de una cubierta vegetal (Pleistoceno tardío-Holoceno, 10.000 años). Es-

¿DE QUÉ SE TRATA?

El paisaje serrano del sistema de Tandilia es único por su geología, biodiversidad y acervo cultural. Conocer su historia profunda, escalar sus rocas, recorrer sus caminos y conectarse con el pastizal natural son algunas de las experiencias que nos ofrece este paisaje singular.



Izquierda: ubicación del sistema de Tandilia (área verde) dentro de la pampa austral en la provincia de Buenos Aires y distribución de las subregiones pampeanas. Derecha: imagen típica del paisaje serrano de Tandilia (reserva Paititi, Mar del Plata). Foto Pedro Rodríguez



Trazas fósiles (izquierda) y depósitos sedimentarios marinos (derecha) registrados en las rocas de las sierras del sistema de Tandilia (reserva Paititi, Mar del Plata). Fotos Pedro Rodríguez

ta vegetación, caracterizada por pastos o gramíneas, ha evolucionado bajo distintos climas hasta constituir el pastizal templado, que originalmente se extendía por toda la región abarcando las actuales zonas cultivadas. En las sierras, debido a las diferencias de pendiente y al microrrelieve originado por las rocas, encontramos también cardales, pajonales, arbustales y helechales.

Este paisaje sufrió modificaciones en su configuración por la urbanización y agriculturización ocurrida durante los últimos trescientos años. El pastizal comenzó a ser reemplazado por pasturas exóticas para el pastoreo del ganado doméstico (vacas, ovejas y caballos) y por cultivos como maíz, trigo, cebada, avena y centeno.

Este proceso de colonización trajo como consecuencia la disputa por el territorio con los habitantes originarios de la región (pampas y puelches), quienes repelían la invasión de los colonizadores, organizados en malones. Estos aborígenes utilizaban los aleros de las cuevas en las sierras como refugios y áreas de paso, según lo revelan los sitios arqueológicos allí encontrados. Utensilios, puntas de proyectil, restos de animales cazados y manifestaciones simbólicas como la pintura rupestre son piezas testigo de las actividades de estos pueblos.

En las últimas décadas el sistema de producción agrícola se ha simplificado. La difusión de tecnologías de laboreo mínimo del suelo ha permitido la agricultura

continua, que fue expandiéndose sobre pastizales y pasturas. Actualmente, la actividad agrícola se centra en los cultivos de trigo y soja. Las sierras y cerrilladas han sido testigos de estos cambios en el uso de la tierra. Si bien hoy en día albergan una importante diversidad de plantas y animales originarios de las pampas, sufren distintas presiones directas (por ejemplo, pastoreo, forestaciones, agricultura donde la roca lo permite) o indirectas (como la invasión de especies exóticas) derivadas de las actividades humanas sobre el territorio.

La historia y la transformación del paisaje no se circunscriben a cambios en la biodiversidad y en otras propiedades ecológicas, sino que también modifican las relaciones sociales y la dinámica de las ciudades y los pueblos rurales. La intensificación de la agricultura ha reducido la necesidad de mano de obra y promovido el éxodo rural. El uso actual de la tierra está principalmente en manos de empresas que arriendan superficies en distintas zonas del país. Esto contribuye a un cambio en la cultura rural, a una erosión del saber tradicional y a una menor conexión de las personas con la naturaleza.

El paisaje actual

El paisaje serrano actual aparece como un mosaico de elementos relacionados entre sí donde, además de las sierras y su vegetación relictual inmersas en la matriz



Pintura rupestre en alero de la reserva Paititi, Mar del Plata. Foto Pedro Rodríguez



Elementos de un paisaje típico serrano. Las flechas indican el movimiento de organismos (animales y semillas) entre ambientes no cultivados (sierras y bordes de caminos y de arroyos). La flecha punteada indica menor conectividad dada por la distancia, aunque la conectividad también depende de las características de cada especie. Ilustración Iván Pastoriza Estevez

REDES DE INTERACCIÓN: UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN

Las especies se relacionan en intrincadas *redes de interacción* que mantienen la biodiversidad y la estabilidad de los hábitats. Las interacciones entre las plantas y sus polinizadores aseguran la reproducción de las plantas con flor de las especies nativas y cultivadas, contribuyendo así al mantenimiento y la productividad de los ecosistemas. Mediante el estudio de las redes de interacción planta-polinizador podemos conocer la diversidad de plantas y polinizadores presentes en un sitio y la frecuencia con la que interactúan. Asimismo, las redes de interacción nos permiten identificar a las especies de plantas polinizadas por insectos que son relevantes para la conservación de las interacciones mutualistas, por ser altamente atractivas para los polinizadores y constituir una fuente primaria de néctar o de polen.

En el sistema de Tandilia, este tipo de estudio permitió identificar la carda o caraguatá (*Eryngium regnellii*) como especie clave en las comunidades serranas, por recibir la mayor diversidad de visitantes florales. Esta especie nativa herbácea es típica de los ambientes rocosos. En sus tallos secos nidifican himenópteros (abejas carpinteras y cortadoras de hojas) y hormigas; mientras que en sus hojas, donde comúnmente se acumula agua, se hospedan larvas de otros artrópodos e incluso ranas. Algunas aves, entre ellas el pájaro carpintero (*Colaptes campestris*), suelen buscar alimento en sus tallos. Las especies vegetales como el *Eryngium spp.* son

claves en la restauración ecológica, ya que al facilitar las interacciones biológicas permiten recuperar los procesos y las funciones del ecosistema.

El estudio de las redes también nos permitió entender el rol de las sierras en la conservación de las especies y las interacciones dentro del paisaje agrícola pampeano. En particular, las sierras de mayor tamaño y menos aisladas albergan una mayor diversidad de especies e interacciones que las sierras pequeñas. La cercanía a otras sierras también es importante, ya que permite la dispersión de los organismos desde y hacia otras áreas, lo cual asegura el flujo génico y, en consecuencia, la supervivencia de las especies. Esta información es muy valiosa y puede ser aplicada en la planificación de reservas o áreas naturales. De esta manera, las redes de interacción constituyen una herramienta de gran utilidad para la conservación o rehabilitación de los beneficios provistos por las especies y sus interacciones.

Página siguiente. Red de interacciones entre plantas (izquierda) y polinizadores (derecha) en una de las sierras del sistema de Tandilia. El tamaño de los rectángulos representa la importancia relativa de cada especie de planta (verde) y animal (azul) en la red, mientras que el tamaño de los conectores (en gris) indica la frecuencia con que interactuaron el par de especies. **Abajo.** Ejemplos de interacciones de *Eryngium regnellii* en la red: visitada por un halicido (*Augochloropsis sp.*) (A) y por hormigas carpinteras (*Camponotus sp.*) (B). Fotos Malena Sabatino.

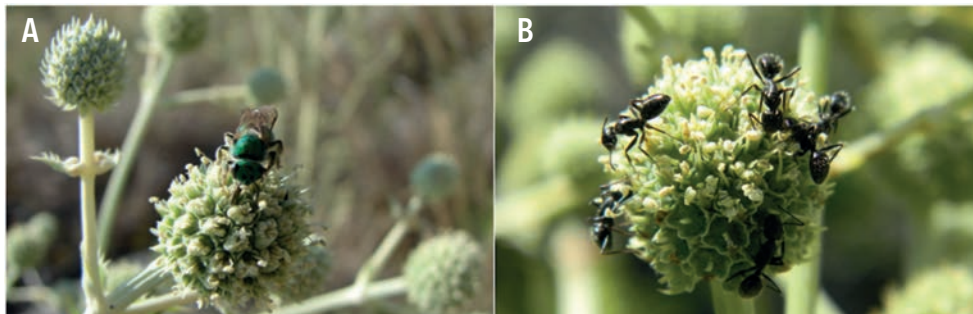
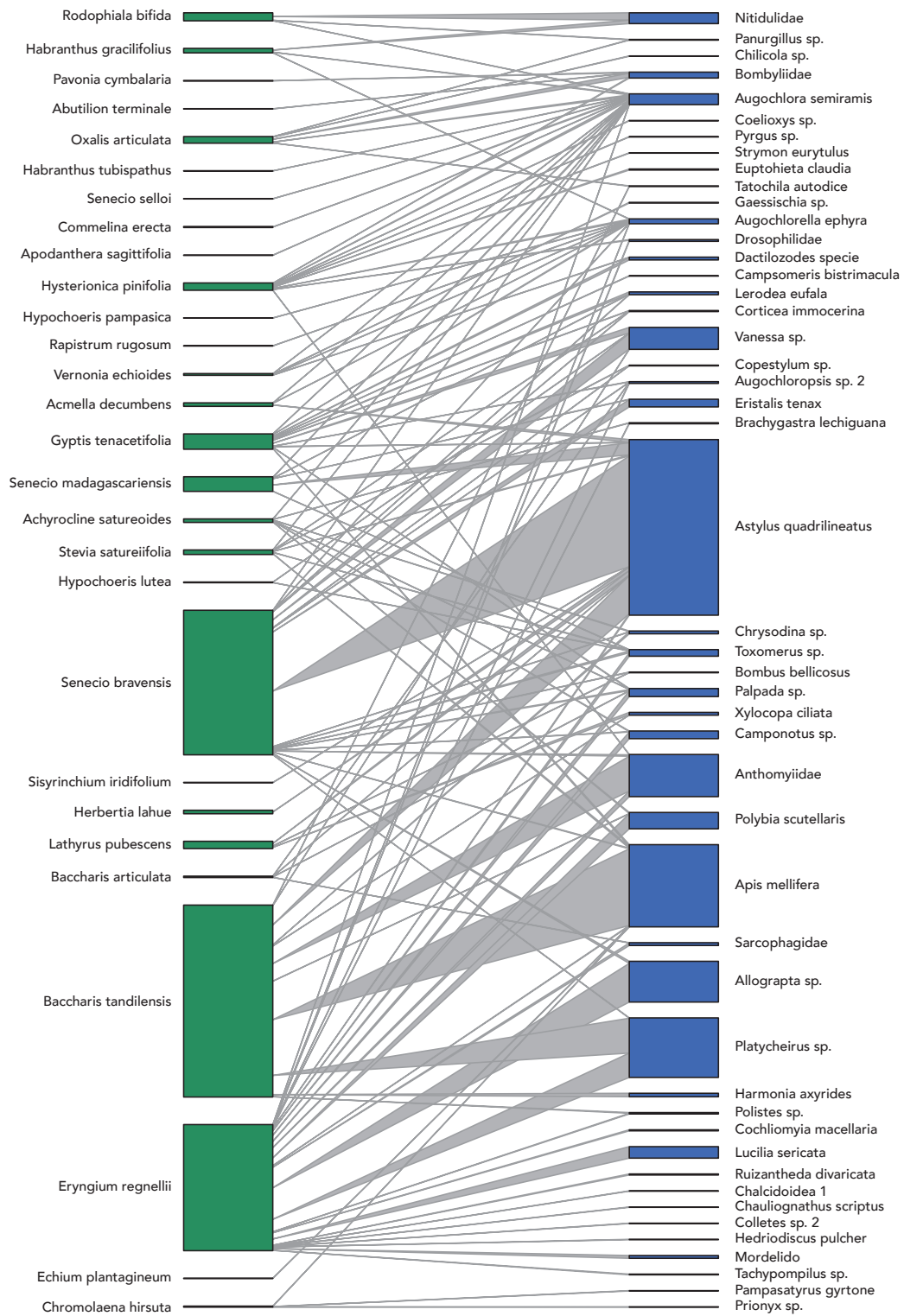
agrícola, encontramos un entramado de asentamientos urbanos y rurales, caminos y forestaciones.

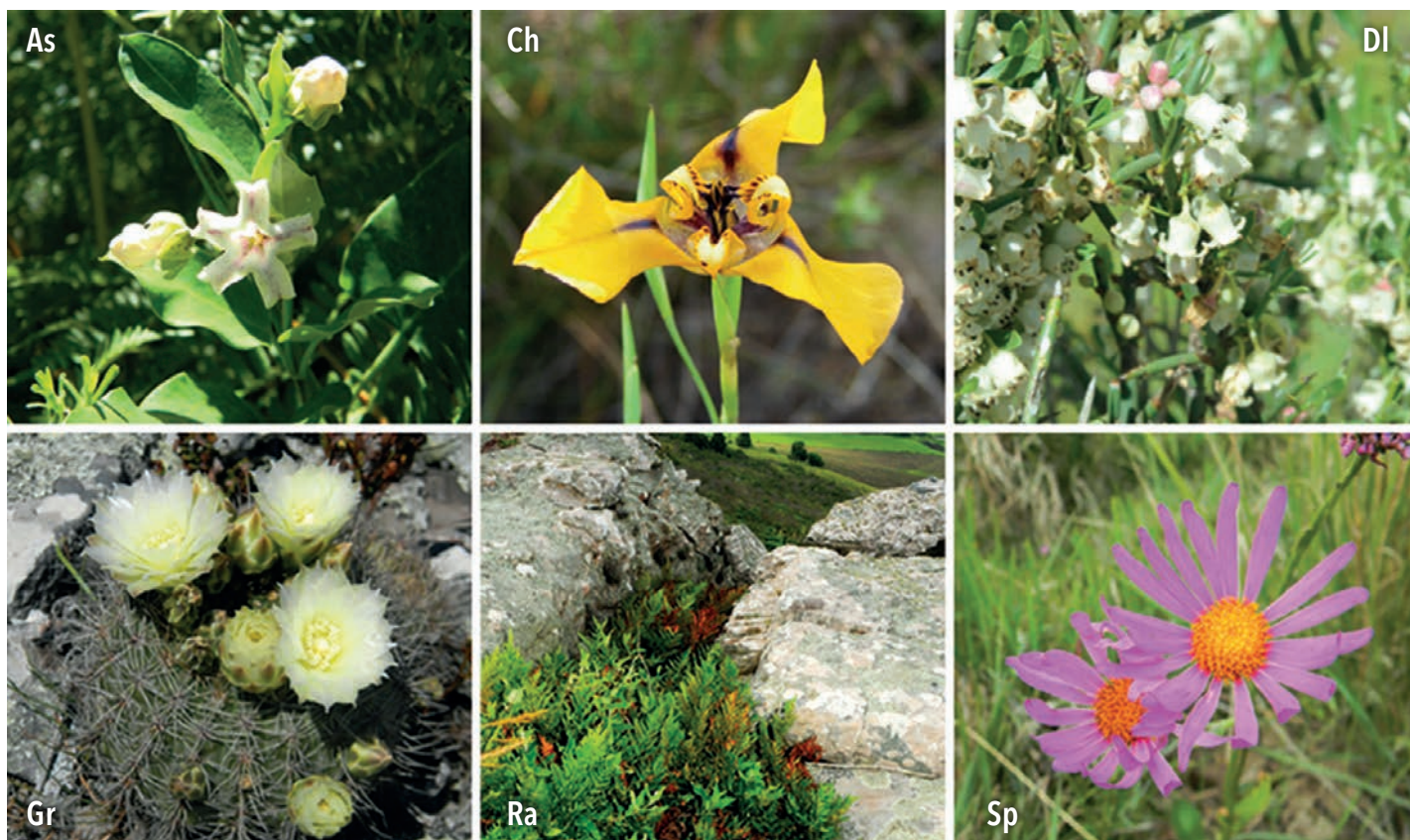
Para conservar la biodiversidad en este paisaje es crucial mantener la conectividad de sus ambientes, es decir, permitir el movimiento de organismos entre porciones o parches de hábitats naturales y evitar así su aislamiento. Algunas sierras, por su gran tamaño y ubicación en el paisaje, resultan cruciales para mantener la conectividad del sistema en su conjunto. Asimismo, cerrilladas menores a 50 hectáreas pueden funcionar como elementos conectores o sitios de paso para especies que se mueven largas distancias, como aves y mamíferos. La vegetación de los bordes de caminos también actúa como elemento conector del paisaje, aumentando la disponibilidad de hábitat.

La vegetación de los ambientes serranos

Los pastizales y arbustales presentes en sierras y cerrilladas constituyen fragmentos de la vegetación origi-

nal que antiguamente cubría también la zona interse-rrana, actualmente cultivada casi en su totalidad. Hoy en día cerca del 30% de la flora serrana corresponde a especies exóticas. Si bien estas especies pueden tener hábito invasor y efectos negativos en el ecosistema, muchas de ellas presentan funciones similares a las de las especies nativas (refugio y alimento para polinizadores). Entre las especies nativas que encontramos en estos ambientes están los pajonales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) y las flechillas que incluyen pastos con valor forrajero en distintas épocas del año (*Paspalum*, *Bromus*, *Festuca*, *Setaria*, *Stipa*, *Poa*, *Digitaria* y *Panicum*). También están presentes hierbas de valor medicinal como siete sangrías (*Cuphea glutinosa*) y oreja de ratón (*Dichondra sericea*), y especies emparentadas con otras cultivadas de valor genético para programas de mejoramiento, como la papa silvestre (*Solanum commersonii*). Encontramos además la cortadera o cola de caballo (*Cortaderia selloana*), especies de cardas (*Eryngium regnellii* y *E. floribundum*), arbustos como el curro (*Colletia paradoxa*), la chilca y el romerillo (*Baccharis spp.*), y árboles como el tala (*Celtis ehrenbergiana*), así como distintas especies de helechos.





Algunas de las especies de plantas que encontramos en las sierras del sistema de Tandilia. As: *Araujia sericifera*, Ch: *Cypella herbetti*, DI: *Discaria longispina*, Gr: *Gymnocalycium reductum*, Ra: *Rumohra adiantiformis*, Sp: *Senecio pulcher*. Fotos Malena Sabatino y Pedro Rodríguez

En conjunto, las sierras y cerrilladas albergan aproximadamente un total de seiscientas especies de plantas vasculares, incluyendo numerosos endemismos (especies que solo viven allí). Varias de ellas fueron incluidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza en la lista roja de especies amenazadas, entre ellas barbas de la sierra (*Tillandsia bergeri*), chilca (*Baccharis tandilensis*), *Senecio bravensis* y pasto lirio (*Poa iridifolia*).

En un estudio en el que se utilizó un índice para estimar la productividad de la vegetación a partir de imágenes satelitales, se demostró que los ambientes serranos dominados por paja colorada están asociados a una mayor productividad. Este resultado podría parecer contradictorio con el hecho de que un pajonal maduro tiene una baja aptitud para el ganado. Sin embargo, las matas de pajonal dispersas en una matriz de pastos más cortos y blandos, como los que ofrece el flechillar, favorecería la intercepción y acumulación de agua y nutrientes, sobre todo en terrenos con pendiente, incrementando así la productividad global del sistema.

En definitiva, la vegetación de los ambientes serranos, además de producir forraje para el ganado, brinda importantes beneficios como la provisión de hábitat pa-

ra aves y mamíferos, y de espacio y alimento para numerosos insectos que actúan como controles biológicos de las plagas o polinizadores en pasturas y cultivos. También, evitan el escurrimiento superficial del agua de lluvia y retienen sustancias contaminantes en sus raíces.

Hacia un estudio integral del paisaje serrano del sistema de Tandilia

El sistema de Tandilia se extiende por distintos partidos o municipios (Balcarce, Tandil, Lobería, General Pueyrredón, Olavarría, Azul, Necochea, Benito Juárez). Si bien en la actualidad existen propuestas de ordenamiento del territorio a nivel municipal (Balcarce y Tandil), sería conveniente un estudio integral del sistema en su totalidad, con la participación político-institucional de los distintos municipios. Esto permitiría abordar el territorio como un sistema socioecológico en el cual naturaleza, sociedad e instituciones in-


LA OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES RURALES SOBRE LOS AMBIENTES SERRANOS

Los productores rurales del sistema de Tandilia en general se refieren a las sierras como espacios de 'desperdicio' debido a los suelos predregosos, las pendientes y a que algunas de las especies que albergan poseen baja calidad forrajera, como la paja colorada (*P. quadrifarium*). Una práctica común utilizada por los productores para mejorar su calidad forrajera consiste en quemar el pajonal, fomentando así el rebrote y pastoreo, lo cual además suele ser recomendable para disminuir la acumulación de forraje seco y evitar incendios accidentales muy comunes en las zonas serranas durante el verano.

Asimismo, en algunas sierras se encuentra una especie tóxica para el ganado, el duraznillo negro (*Cestrum parqui*),

por lo que algunos productores de la zona no las utilizan para pastoreo. Una forma de compensar esta subutilización de las sierras es por medio de un empleo forestal a través de la siembra de pinos y eucaliptus.

Sin embargo, los productores reconocen a las sierras como ambientes con una gran diversidad de especies vegetales que atraen a los polinizadores, considerados importantes para sus cultivos, y también como los espacios más bellos, tranquilos e imponentes de sus campos; los contemplan en distintos momentos del día y suelen darles otros usos como caminatas, escaladas y cabalgatas.

teractúan en forma conjunta. De esta manera, las sierras podrían cobrar el protagonismo merecido por los múltiples servicios que ofrecen en el ecosistema y por su aptitud para el desarrollo de economías alternativas como el ecoturismo. 

Las autoras agradecen a Verónica Bernava y a Esteban Zugasti (propietario de la reserva Paititi) por la lectura crítica del documento y sus valiosas sugerencias; al segundo por facilitarles el acceso a la reserva. Agradecen a Pedro Rodríguez por su labor fotográfica y a Iván Pastoriza Estevez por la ilustración del paisaje serrano.

LECTURAS SUGERIDAS

DALLA SALDA LL, SPALLETTI D, POIRÉ R, DE BARRIO H, ECHEVESTE Y & BENIALGO A, 2006, 'Tandilia', *INSUGEO. Serie Correlación Geológica*, 21: 17-46.

FRANJI J, 1975, 'Sinopsis de las comunidades vegetales y el medio de las sierras de Tandil (provincia de Buenos Aires)', *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 16: 29-319.

HERRERA L, SABATINO M, JAIMES F & SAURA S, 2017, 'Landscape connectivity and the role of small habitat patches as stepping stones: An assessment of the grassland biome in Southern Pampa, Argentina', *Biodiversity and Conservation*, 26: 3465-3479.

HERRERA LP, JAIMES F, SABATINO M y POGGIO S, 2017, 'Una propuesta para valorar el estado de conservación de los bordes de caminos rurales en el sudeste bonaerense', *Ecología Austral*, 27: 404-414.

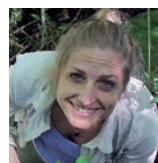
HERRERA L, TEXEIRA M & PARUELO J, 2013, 'Fragment size, vegetation structure and physical environment control grassland functioning in the Southern Pampa, Argentina', *Applied Vegetation Science*, 16: 426-437.

SABATINO M, MACEIRA N y AIZEN MA, 2010, 'Direct effects of habitat area on interaction diversity in pollination webs', *Ecological Applications*, 20: 1491-1497.



Lorena Herrera

Investigadora adjunta, Conicet.
Grupo de Estudio de Agroecosistemas y Paisajes Rurales.
Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP.
lherrera@mdp.edu.ar



Lia Montti

Investigadora adjunta, Conicet.
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Conicet,
Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario-CIC,
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP.
liamontti@gmail.com



Malena Sabatino

Investigadora asistente, Conicet.
Centro de Investigación en Abejas Sociales (CIAS). Instituto de Investigaciones en Producción Sanidad y Ambiente-Conicet. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP.
malenasabat@gmail.com



Mara De Rito

Becaria doctoral, Conicet.
Grupo de Estudio de Agroecosistemas y Paisajes Rurales.
Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP.
derito.mara@gmail.com

Gustavo Paratcha

Fernanda Ledda

Instituto de Biología Celular y Neurociencia
(IBCN), UBA-Conicet

GDNF: una esperanza para el tratamiento del Parkinson

El mal de Parkinson

La enfermedad de Parkinson, que lleva el nombre del cirujano inglés James Parkinson (1755-1824), quien la describió en 1817, es un trastorno neurodegenerativo que progresa lentamente y en estos momentos no tiene cura. Mediante mecanismos desconocidos causa la muerte de neuronas de la *sustancia negra*, denominación dada a una estructura que se encuentra en la base del cerebro. En su estado normal, esas neuronas son *dopaminérgicas*, es decir, entre otras cosas, producen y liberan el neurotransmisor *dopamina*. (Los neurotransmisores son moléculas que permiten la comunicación entre diferentes neuronas.) Se piensa que la deficiencia de dopamina sobrevenida en esa zona del cerebro por el progreso del Parkinson es el

origen de las dificultades motrices propias de los pacientes de esa dolencia, las que incluyen temblores, rigidez, lentitud de movimientos e inestabilidad.

Si bien la dopamina parece estar en el centro de la enfermedad, muchos de sus síntomas se relacionan con otros neurotransmisores, como acetilcolina, serotonina y noradrenalina. Sin embargo, los medicamentos disponibles actualmente solo procuran sustituir la dopamina perdida, pero no llegan a la raíz del problema, que es la destrucción progresiva de las neuronas productoras de dicho neurotransmisor. Se estima que hoy existen en el mundo más de seis millones enfermos de Parkinson. Como su incidencia aumenta con la edad, la mayor expectativa de vida lleva a un constante incremento del número de pacientes.

¿DE QUÉ SE TRATA?

El GDNF es una proteína producida por el organismo que, entre otras cosas, restaura neuronas deterioradas por la enfermedad de Parkinson. Experimentos de laboratorio sugieren que podría marcar un camino promisorio para tratar dicha dolencia.

Factores neurotróficos

Los factores neurotróficos son proteínas producidas por el organismo que regulan la supervivencia, la maduración y el mantenimiento de diferentes poblaciones de neuronas. Contribuyen activamente así al establecimiento de las conexiones neuronales.

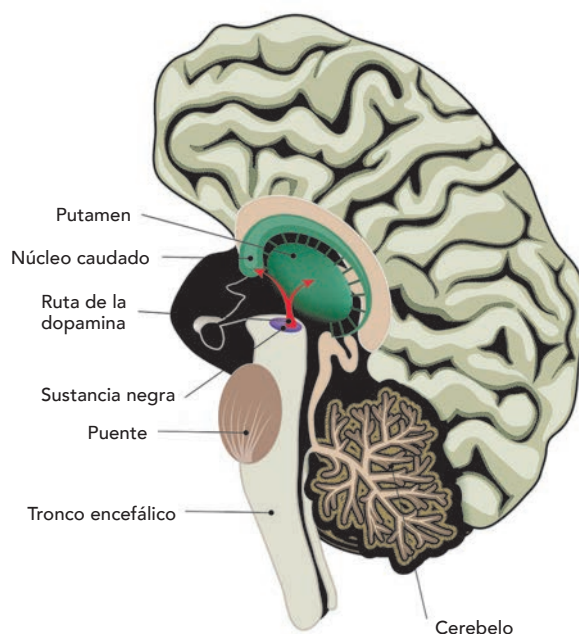
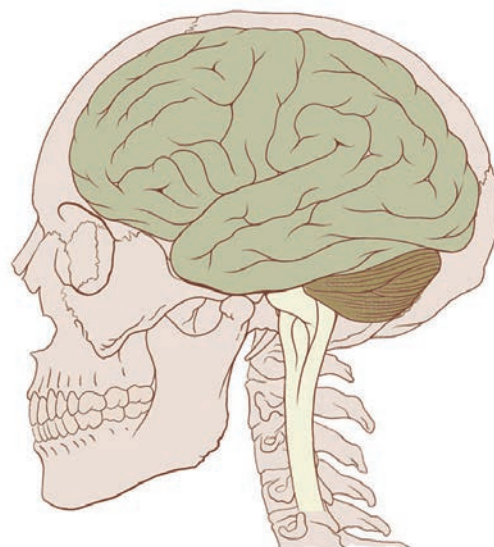
Se han identificado distintas familias de factores neurotróficos en el sistema nervioso de los mamíferos, entre los que se cuenta el factor neurotrófico derivado de la glía (conocido como GDNF, por su nombre en inglés: *glial cell line-derived neurotrophic factor*), que es uno de los más estudiados y en cuya producción intervienen tanto las neuronas como las células gliales. Su acción permite que se regeneren las esbeltas prolongaciones o axones de las neuronas que hayan sido dañadas, lo cual se verificó tanto en ensayos *in vitro* como en seres vivos. Los estudios muestran que la abundancia de estos factores —y de las estructuras de la membrana celular con las que se vinculan, llamadas receptores— aumentan en respuesta al daño neuronal, lo que llevó a pensar que los factores neurotróficos proveen protección endógena a poblaciones neuronales vulnerables.

El GDNF fue descubierto en 1991 por investigadores de Synergen Inc., una compañía estadounidense de biotecnología. En 1993, luego de muchos estudios de laboratorio, la comunidad científica reconoció su capacidad de favorecer la supervivencia de neuronas dopaminérgicas del sistema nervioso central. Los resultados alentadores obtenidos en ensayos preclínicos del GDNF en animales llevaron a encarar la siguiente etapa de la investigación: los ensayos clínicos en pacientes humanos.

Ensayos clínicos del GDNF

En las pruebas de laboratorio y los ensayos clínicos realizados hasta el momento se han utilizado distintas vías de administración del factor neurotrófico GDNF. En esos experimentos se utiliza GDNF de origen recombinante, es decir, producido artificialmente para uso experimental. Pero dado que dicha proteína recombinante no atraviesa la barrera hematoencefálica —una barrera de alta selectividad que protege al sistema nervioso central—, es necesario aplicarla localmente, es decir, en la sustancia negra, el sitio donde se encuentran las neuronas dopaminérgicas.

Se han llevado a cabo muchos ensayos con ratones y ratas para evaluar la eficiencia del GDNF recombinante como agente protector de las neuronas dopaminérgicas. Su aplicación local a animales que exhibían deterioro de la sustancia negra cerebral por haberseles suministrado drogas tóxicas para las neuronas dopaminérgicas (llamadas MPTP y 6-OHDA) produjo la restauración de las neuronas



Ubicación del cerebro en el cráneo humano (arriba) y corte esquemático del cerebro en el que se indica la ubicación de la sustancia negra (violeta), el sitio cerebral que produce el neurotransmisor dopamina cuya ruta señalan las flechas rojas. El núcleo caudado y el putamen forman el cuerpo estriado (verde).

afectadas, es decir, puso en evidencia el efecto neuroprotector del GDNF.

Por otro lado, en diferentes estudios clínicos de pacientes con enfermedad de Parkinson tratados con la proteína recombinante también administrada localmente no se obtuvieron hasta el momento resultados muy alentadores. Esto podría deberse a diversos factores, entre ellos, las dosis del GDNF utilizadas, las rutas de aplicación y los criterios empleados para la selección de los pacientes sometidos a los ensayos. Sin embargo, el principal factor li-

mitante podría haber sido que el nivel resultante de la proteína en los tejidos cerebrales tratados (a los que se suele denominar tejidos blanco del tratamiento) no fuese el adecuado. Los resultados de las pruebas llevan a pensar que se obtendría mayor efecto neuroprotector infundiendo el GDNF en forma sostenida y localizada.

Algunos investigadores han sugerido recurrir a *terapia génica* para tratar la enfermedad de Parkinson, es decir, a insertar en el genoma del paciente información genética nueva que origine la producción de mayor cantidad del GDNF en células vecinas a las neuronas afectadas. Para hacer esa modificación genética se echa mano a virus (técnicamente, a *vectores virales*). En estudios preclínicos, es decir, sobre organismos modelo, se encontró que así se alcanza una buena producción del GDNF en el cerebro y, en contraposición con el uso de la proteína recombinante, se logra una mejor difusión del GDNF en el área cerebral en que se encuentran las neuronas afectadas.

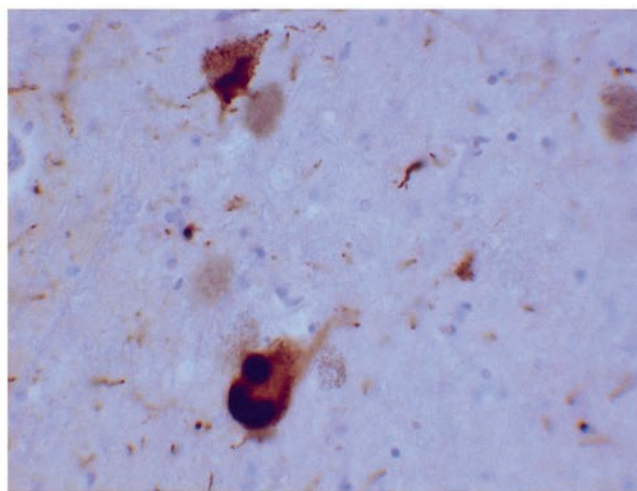
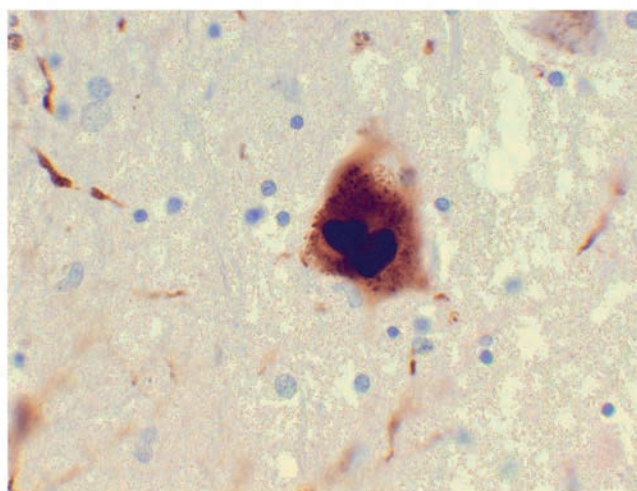
En estudios experimentales sobre la administración del GDNF recurriendo a virus se lograron efectos neuroprotectores y neurorestauradores tanto en roedores como en monos que habían sido tratados con drogas para eliminar las neuronas dopaminérgicas. Sin embargo, dicha forma de administración no fue eficaz en el caso de neuronas dopaminérgicas con altos niveles de agregados de la proteína *alfa-sinucleína*. Esta es la principal componente de unas formaciones llamadas *cuerpos de Lewy* en recuerdo del neurólogo alemán emigrado a los Estados Unidos Fritz Heinrich Lewy (1885-1950), que los describió en 1912 y constituyen un importante indicador (técnicamente, *marcador*) de la presencia de Parkinson. Lo último sugiere que las posibilidades terapéuticas de la terapia génica dependerían del grado de avance de la enfermedad.

Otra forma de terapia génica investigada actualmente para incrementar el nivel del GDNF en el cerebro es la *edición genética ex vivo*, que consiste en alterar en el laboratorio los genes de células extraídas del paciente para que tengan la capacidad de producir el GDNF y luego reintroducirlas en su organismo (*ex vivo* se opone a *in vivo*, que es hacer la alteración en el propio organismo). La base empírica que sustenta este enfoque es el hecho de que se han implantado células progenitoras (*stem cells*) neuronales que producen el GDNF en diferentes regiones del cerebro de ratas tratadas con drogas inductoras de neurodegeneración, y que el implante ha demostrado tener un efecto neuroprotector.

También se está evaluando en estos momentos la liberación del GDNF por células encapsuladas en polímeros, que permiten hacerlo en forma local en la sustancia negra y pueden ser removidas. Igualmente se analiza la utilización de nanopartículas biodegradables aplicadas fuera del cerebro, capaces de atravesar la barrera hematoencefálica y de liberar el factor neurotrófico lentamente en el área deseada. Si bien se ha obtenido resultados prometedores

utilizando ratas y ratones, no se ha emprendido aún ensayos clínicos. El tiempo revelará si de estos intentos resultan instrumentos eficaces y no invasivos de terapia génica con el GDNF para el Parkinson.

Las terapias anteriores podrían apuntar a frenar la progresión del Parkinson. Hay otras que buscan reemplazar las neuronas dopaminérgicas eliminadas como consecuencia de la enfermedad. Entre ellas están los trasplantes de tejido encefálico embrionario rico en células capaces de transformarse en neuronas dopaminérgicas. En experimentos de laboratorio, se observó que esas nuevas neuronas dopaminérgicas contribuyeron a restaurar la liberación de dopamina y generaron mejoras en los pacientes estudiados, pero el seguimiento de estos reveló que entre once y dieciséis años después una pequeña cantidad de las nuevas neuronas presentaron cuerpos de Lewy, indicador de la presencia de Parkinson. Entre las dificultades de este tratamiento se cuentan la limitada



Microfotografías de la sustancia negra de un enfermo de Parkinson en las que se distinguen los cuerpos de Lewy (manchas oscuras mayores). La barra que da la escala mide 40 micrómetros. Suraj Rajan, Wikimedia Commons.

disponibilidad de tejido encefálico embrionario y la alta variabilidad de los resultados de los trasplantes.

Recurrir al GDNF como agente neurorestaurador de neuronas dopaminérgicas deterioradas parece un camino terapéutico prometedor si se tiene en cuenta que los primeros síntomas motores del Parkinson solo aparecen luego de que el paciente haya perdido más del 60% de dichas neuronas. Al mismo tiempo, esta característica de la enfermedad hace necesario encontrar una forma de diagnosticarla antes de la aparición de sus síntomas.

Se puede concluir que una exitosa terapia de la enfermedad de Parkinson debería combinar la acción del GDNF como agente neurorestaurador de neuronas dopaminérgicas deterioradas con acciones que detengan el progreso de la enfermedad. Así, un posible camino podría ser el trasplante de células progenitoras neuronales genéticamente modificadas para que secreten factores neurotróficos protectores (entre ellos, el GDNF) en las zonas del cerebro en que se requiere mantener sin merma la liberación del neurotransmisor dopamina.

Perspectivas futuras

Quizá muchos ensayos clínicos fallaron en el pasado porque distintos grupos de pacientes de Parkinson responden de manera diferente a los tratamientos, a pesar de que las características y los síntomas de sus enfermedades son bastante similares. Por ello, se hubiese necesitado estudiar por separado esos grupos, es decir, estratificar los pacientes objeto de los estudios clínicos.



Además, como solo una fracción de los pacientes sometidos a ensayos clínicos responde al tratamiento, en la lectura y la difusión de los resultados de esos ensayos tienden a dominar las noticias acerca de los que no hicieron progresos significativos, y a eclipsarse las que describen al más pequeño grupo para los que el tratamiento fue exitoso.

También, los resultados desalentadores de ensayos clínicos pueden haberse debido a las profundas diferencias que existen en el estado y la función de las neuronas dopaminérgicas de pacientes con Parkinson avanzado. Igualmente, quizá no se eligieron los animales adecuados para realizar los ensayos preclínicos de la enfermedad, ya que los modelos animales deberían ser tales que sufran procesos neuropatológicos semejantes a los encontrados en pacientes humanos, cosa que no siempre acontece.

Sin embargo, en el estado actual del conocimiento la ausencia de efectos terapéuticos en ensayos clínicos con GDNF no debería considerarse un fracaso sino una oportunidad o un desafío para redoblar esfuerzos en la dirección de mejorar los conocimientos básicos, los enfoques teóricos y las prácticas experimentales. Así, debemos avanzar en el estudio de los mecanismos que subyacen a los efectos neuroprotectores y regenerativos del GDNF. También necesitamos mejorar la administración cerebral del GDNF y buscar nuevas vías para estimular la actividad de las neuronas dopaminérgicas.

En 2007, Maart Saarma, de la Universidad de Helsinki, describió un nuevo factor neurotrófico que recibió el nombre de *factor neurotrófico dopaminérgico cerebral* (conocido por CDNF, sigla de *cerebral dopamine neurotrophic factor*), cuya forma de acción parece diferir sustancialmente de la del GDNF.

La terapia conjunta con ambos factores podría llegar a usarse para proteger, reparar y activar en forma más eficiente a las neuronas dopaminérgicas del cerebro enfermo.

Indudablemente, la impresionante cantidad de datos acumulados hasta ahora debería ser el estímulo que alimente futuros esfuerzos e impulsen al GDNF al uso clínico como un efectivo agente terapéutico capaz de detener o revertir la progresión de la enfermedad de Parkinson. **CH**

GLOSARIO

Alfa-sinucleína. Proteína que constituye la principal componente de los cuerpos de Lewy.

Axones. Largas y esbeltas prolongaciones de las neuronas que actúan como cables y conducen los impulsos eléctricos por los que esas células se comunican entre ellas y con otras células del cuerpo.

Barrera hematoencefálica. Formación densa de células endoteliales entre los vasos sanguíneos y el sistema nervioso central. Permite el pasaje de nutrientes y oxígeno, pero no de sustancias tóxicas u otras.

CDNF. Factor neurotrófico dopamínico cerebral (en inglés, *cerebral dopamine neurotrophic factor*). Proteína descubierta en 2007 cuya forma de acción parece diferir sustancialmente de la del GDNF.

Células progenitoras (en inglés, *stem cells*). Células que tienen la capacidad de diferenciarse para dar lugar a distintos tipos de células.

Cuerpos de Lewy. Pequeñas masas anormales formadas por varias proteínas y encontradas dentro de las neuronas de la corteza o de la sustancia negra cerebrales. Constituyen una indicación o marcador de la presencia de Parkinson. Tomaron su nombre del neurólogo alemán emigrado a los Estados Unidos Fritz Heinrich Lewy (1885-1950).

Dopamina. Sustancia química (3,4-dihidroxifenetilamina) que actúa como neurotransmisor.

Edición genética. Es un tipo de ingeniería genética que consiste en insertar, extraer, modificar o sustituir ADN en el genoma de un organismo. Puede realizarse *ex vivo* (en el laboratorio sobre células extraídas del organismo que luego se le restituyen) o *in vivo* (en el propio organismo).

Factores neurotróficos. Proteínas producidas por el organismo que regulan la maduración, el mantenimiento y la supervivencia de diferentes poblaciones de neuronas. Contribuyen activamente así al establecimiento de las conexiones neuronales.

GDNF. Factor neurotrófico derivado de la glía; en inglés, *glial cell line-derived neurotrophic factor*. Proteína que, entre otras cosas, restaura neuronas deterioradas.

Neuronas dopaminérgicas. Neuronas que generan y liberan el neurotransmisor dopamina.

Neuronas. Células nerviosas capaces de recibir y emitir señales eléctricas y químicas. Se encuentran tanto en el sistema nervioso central (cerebro, cerebelo y médula dorsal) como en el periférico.

Neuroprotección. Proceso que impide o detiene el daño neuronal.

Neurorestauración. Proceso de reparación de neuronas dañadas.

Neurotransmisores. Sustancias que producen las neuronas para comunicarse químicamente con otras neuronas. Son neurotransmisores relacionados con el Parkinson acetilcolina, dopamina, noradrenalina y serotonina.

Organismos modelo. Son organismos no humanos estudiados y sometidos a experimentos de laboratorio para entender ciertos fenómenos biológicos y obtener conclusiones aplicables a otros organismos, en especial a humanos.

Receptores. Estructuras de las membranas celulares con las que se vinculan moléculas externas a las células y causan cambios en el interior de estas. Así, neurotransmisores y factores neurotróficos se vinculan con receptores de las neuronas.

Terapia génica. Recurso terapéutico que consiste en insertar en el genoma del paciente elementos ausentes de este o no funcionales en él.

Vectores virales. Virus que actúan como vectores.

Vectores. Organismos que transmiten agentes infecciosos a otros organismos o que introducen genes en las células.

LECTURAS SUGERIDAS

AAVV, 2016, 'Neurociencias', sección temática compuesta por una presentación, siete artículos y un glosario, *CIENCIA HOY*, 26, 151: 21-64.

ARON I & KLEIN R, 2011, 'Repairing the parkinsonian brain with neurotrophic factors', *Trends in Neurosciences*, 34, 88-100.

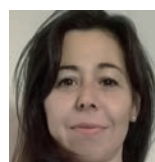
LIN LF et al., 1993, 'GDNF: A glial cell line-derived neurotrophic factor for midbrain dopaminergic neurons', *Science*, 260: 1130-1132.

LINDVALL O, 2012, 'Dopaminergic neurons for Parkinson's therapy', *Nature Biotechnology*, 30, 56-58.

PARATCHA G & LEDDA F, 2008, 'GDNF and GFRα: A versatile molecular complex for developing neurons', *Trends in Neurosciences*, 31, 384-391.

**Gustavo Paratcha**

Doctor en ciencias biológicas, UBA. Investigador independiente en el Instituto de Biología Celular y Neurociencia (IBCN), UBA-Conicet.

**Fernanda Ledda**

Doctora en ciencias biológicas, UBA. Investigadora independiente en el Instituto de Biología Celular y Neurociencia (IBCN), UBA-Conicet.

Cómo prender una lámpara con la estufa

La mayor parte de la energía eléctrica en la Argentina se produce a partir de la energía térmica que genera la combustión de gas natural. Sin embargo, una fracción mayoritaria de dicha energía no se convierte en energía eléctrica sino que se disipa en el ambiente como *calor residual*. La *termoelectricidad* da una alternativa para recuperar una fracción de esa energía perdida, ya que permite generar electricidad a partir del calor residual y de esa manera preservar recursos no renovables como los hidrocarburos.

Los aparatos electrónicos, que consumimos y desechamos junto con las baterías que los alimentan, pueden contener elementos nocivos para la salud como el mercurio y el plomo o, en muchos casos, elementos poco abundantes o caros (oro, platino, tantalio, entre otros). Para cuidar el ambiente, y el bolsillo, es importante tener en cuenta que muchos de estos componentes electrónicos pueden ser reciclados.

En esta nota elaboramos una práctica dirigida a docentes y estudiantes avanzados de nivel secundario, que permitirá trabajar el concepto de termoelectricidad (ver CIENCIA HOY, 160) y la problemática de los desechos electrónicos y su reciclado. Parte de la práctica se basa en armar un circuito electrónico sencillo conocido como 'ladrón de joules'. Los elementos

necesarios para la práctica son económicos y varios de ellos se pueden obtener recuperando componentes electrónicos de una lámpara fluorescente. El circuito permitirá encender una lámpara tipo LED utilizando una celda termoelectrica o una pila común gastada: sí, una pila que normalmente desechamos.

¿Termo qué?

La termoelectricidad es un fenómeno que permite, en algunos materiales, obtener electricidad a partir de una fuente de calor. Si se tiene un trozo de material, como el que esquematiza la figura 1, y sus extremos se someten a temperaturas diferentes, se producirá una diferencia de potencial eléctrico (voltaje) entre ellos, es decir, se comportará de forma análoga a una pila. Dicho voltaje (V) es aproximadamente igual al producto entre el coeficiente de Seebeck (S), que caracteriza al

material, y a la diferencia de temperatura (T_1-T_2) entre ambos extremos: $V = S(T_2-T_1)$.

El coeficiente de Seebeck varía de un material a otro, pero en general el voltaje (o tensión) que se logra producir es muy pequeño. El voltaje típico producido en los materiales termoelectricos más comúnmente utilizados (compuestos de bismuto y telurio) cuando la diferencia de temperatura es de unos 60°C es unas cien veces menor que el voltaje de 1,5 voltios que tiene una pila común AA. Las celdas termoelectricas, o módulos Peltier (ver recuadro 'Celda termoelectrica'), permiten alcanzar voltajes mayores. Aun así, el voltaje obtenido con una celda convencional es insuficiente para prender una lámpara

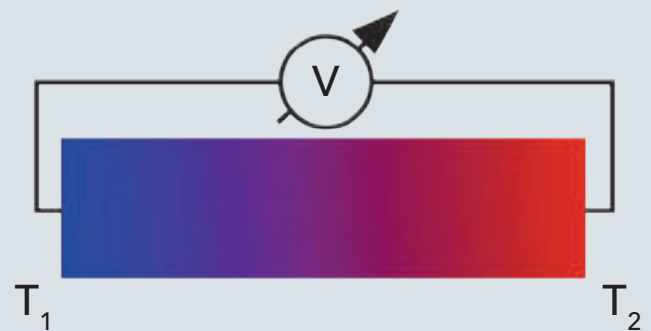


Figura 1. Trozo de material termoelectrico que genera un voltaje V entre sus extremos frío y caliente, a temperaturas T_1 y T_2 .

¿DE QUÉ SE TRATA?

Iluminados por los residuos: una aplicación termoelectrica que permite producir luz a partir del calor residual y de los componentes de una lampara quemada y una pila agotada.

CELDA TERMOELÉCTRICA

Una celda termoeléctrica o Peltier está compuesta por numerosos termopares conectados como se muestra en la figura. Cada uno de ellos está formado por dos materiales distintos, con sus extremos en las caras de la celda, de poder termoeléctrico complementario: uno con S positivo y el otro con S negativo. Al establecer una diferencia de temperatura entre las caras, los pequeños voltajes generados por cada termopar se suman entre sí, produciendo un voltaje total mayor. Dos celdas económicas y fáciles de conseguir, como TEC1-12706 y SP1848, contienen más de cien termopares, lo que permite lograr voltajes cercanos al voltio entre sus terminales eléctricos.

Las propiedades de la celda pueden ensayarse con un voltímetro o un tester. Hay que conectar los terminales de la celda a los del voltímetro y apoyar la celda sobre una superficie metálica. Al apoyar la mano sobre la cara superior de la celda se verá aumentar el voltaje. Si se apoya la celda sobre la cara opuesta, el mismo procedimiento producirá un voltaje de magnitud similar pero de signo contrario. Este modo de operación corresponde al de 'generación de electricidad' a partir de una fuente de calor (el calor del cuerpo).

Alternativamente, el módulo Peltier puede emplearse para enfriar o calentar un objeto apoyado a una de sus caras. Si se conectan los terminales a una pila AA, se genera una diferencia de temperatura entre ambas caras de la celda que se percibe fácilmente con los dedos. Invertiendo la pila, es decir al generar una corriente

eléctrica en sentido inverso, se observa que las caras fría y caliente también se invierten. Este modo de operación corresponde al de 'refrigeración o calefacción' a partir de una fuente eléctrica como la pila.



Esquema de dos termopares conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. T_1 y T_2 indican las caras a temperaturas fría y caliente respectivamente y la V encerrada en un círculo indica el voltaje generado. Los rectángulos verdes indican el material cuyo coeficiente de Seebeck es menor a cero y los amarillos el material cuyo coeficiente es mayor que cero. Los rectángulos grises representan el material metálico que conduce la electricidad y el calor.



Figura 2. Circuito 'ladrón de joules' que permite encender un LED mediante una celda termoeléctrica (Peltier). Al generar electricidad, el cable rojo del Peltier es el positivo si la cara más fría es la que tiene la etiqueta (en este caso 'SP1848').

tipo LED blanca que requiere de unos 3 voltios. De modo que en el recuadro de la página siguiente presentamos cómo armar un 'ladrón de joules', el circuito que permitirá superar ese inconveniente (figura 2). Finalmente, en el último recuadro brindamos una guía con indicaciones para recuperar componentes de una lámpara fluorescente que sirven para armar el mencionado circuito electrónico.

El experimento

Para poder generar electricidad con la celda termoeléctrica es necesario que sus caras estén a temperaturas diferentes. Es conveniente que la fuente de calor no esté a una temperatura muy elevada, porque las celdas no suelen soportar más de unos 150°C . Además, la tempera-

tura menor debe estar del lado correcto de la celda para lograr el voltaje de signo adecuado.

La figura 3 muestra cuatro ejemplos del experimento propuesto. Si colocamos la celda sobre un radiador (a unos 60°C) (figura 3a), el LED no se enciende porque la celda se calienta uniformemente y no hay diferencia de temperatura entre sus caras. Si la celda se coloca entre el radiador y un recipiente con agua y hielo, se logra una diferencia de temperatura suficientemente grande como para prender el LED (figura 3b). Alternativamente, se pueden usar como fuente fría una lata llena de hielo o un sobre de gel refrigerante sacado del congelador, y un recipiente con agua caliente sobre la cara opuesta de la celda (figuras 3c y 3d). Para poder encender el LED es importante establecer un buen contacto térmico entre las fuentes de calor y de frío y las caras

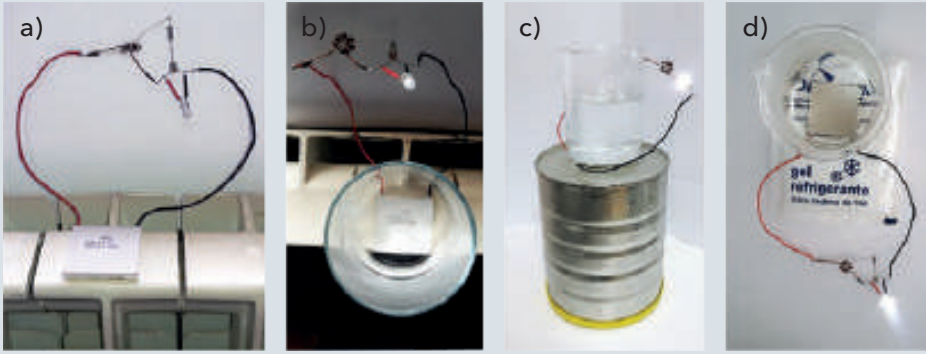


Figura 3. Empleo de distintas fuentes en el experimento propuesto. a) Peltier sobre un radiador a unos 60°C (solo fuente caliente): el LED no se enciende. b) El LED se enciende si se pone un recipiente con agua y hielo sobre el Peltier de la imagen a). c) Peltier sobre una lata con agua congelada y encima un recipiente con agua caliente a unos 80°C. d) Similar a c), sobre un gel refrigerante recién sacado del congelador.

de la celda, por ejemplo, aplicando una gota de aceite de cocina sobre las caras de la celda.

La investigación científica busca desarrollar nuevos materiales termoeléctricos con una menor resistencia eléctrica (disminuye las pérdidas por efecto Joule), una menor conductancia térmica (evita la transferencia de calor no aprovechado de la cara caliente a la fría) y con coeficientes de Seebeck más altos (se generan voltajes mayores). Si además se logra bajar el costo de dichos materiales, podría generalizarse su uso para reducir las pérdidas de energía y reducir costos. **CH**

LADRÓN DE JOULES

Presentamos aquí cómo armar y ensayar un circuito electrónico que permite utilizar una celda termoeléctrica (Peltier) para encender un LED blanco.

El inconveniente de los Peltier es que el voltaje obtenido entre sus terminales es muy pequeño. Un circuito oscilante conocido como 'ladrón de joules' (LDJ) permite generar pulsos periódicos de mayor voltaje que encenderán el LED. Se lo denomina así porque permite extraer energía aun de pilas usadas que no pueden ser utilizadas en dispositivos electrónicos convencionales. Tiene pocos componentes, que son económicos e incluso pueden ser recuperados de desechos electrónicos (ver último recuadro). La figura muestra los elementos necesarios, que se detallan a continuación:

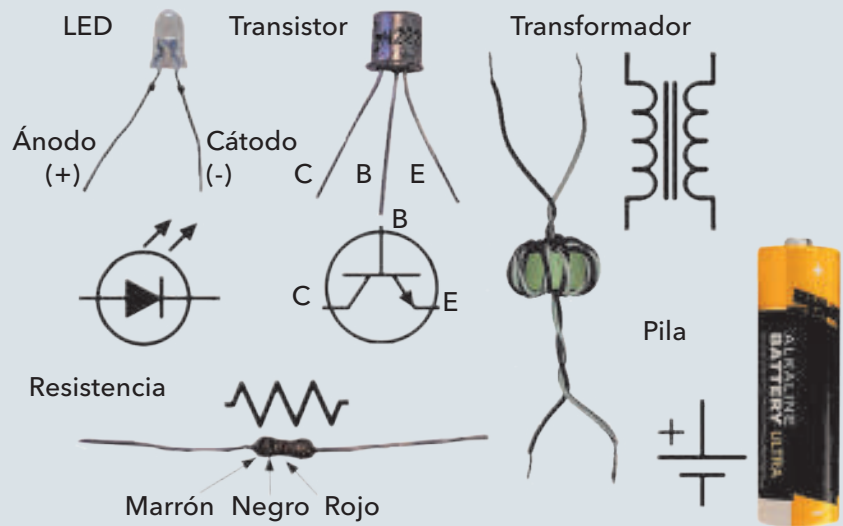


Figura a. Componentes utilizados en el armado del circuito 'ladrón de joules'.

- Un LED blanco. La pata más larga es el ánodo (+), la otra el cátodo (-). Confirmar que (i) al conectarlo a una pila AA el LED no se enciende; (ii) sí enciende al conectarlo a dos pilas AA cargadas conectadas en serie (tensión de 3V), y (iii) no ilumina invirtiendo la polaridad, es decir, conectando el ánodo al terminal negativo de las pilas en serie.
- Un transistor, un componente con tres patas llamadas base (B), colector (C) y emisor (E). Actúa como válvula que controla, con la base, el flujo de corriente entre el colector y el emisor. Utilizamos un transistor tipo NPN: 2N2222, 2N3904, LB120A o similar.

- Una resistencia limita la corriente que ingresa a la base del transistor. Tiene dos terminales y bandas de color que codifican el valor de resistencia. Puede tener entre unos 10Ω y 10KΩ.
- Un transformador con núcleo toroidal de ferrita y dos bobinados de igual cantidad de vueltas. Cumple la doble función de almacenar energía en forma de flujo magnético y de controlar la operación del transistor como interruptor. Se puede fabricar arrollando unas diez vueltas de un par de alambres aislados alrededor del toroide (figura a).
- Una pila tipo AA de 1,5 voltios o similar. También se puede ensayar el circuito con una pila recargable o una pila 'gastada'.

La forma de conectar los distintos componentes se muestra en la figura b a): a la izquierda puede observarse el esquema del circuito, mientras que a la derecha se ve una foto de uno en operación. Los terminales de los distintos componentes pueden soldarse entre sí, o pueden unirse simplemente retorciéndolos juntos. En la figura b b) se captura el momento en que estamos ensayando el circuito, alimentándolo con una pila AA. A la izquierda, se ve que el LED blanco conectado al LDJ está encendido, mientras que a la derecha un LED conectado en forma directa a la pila está apagado.

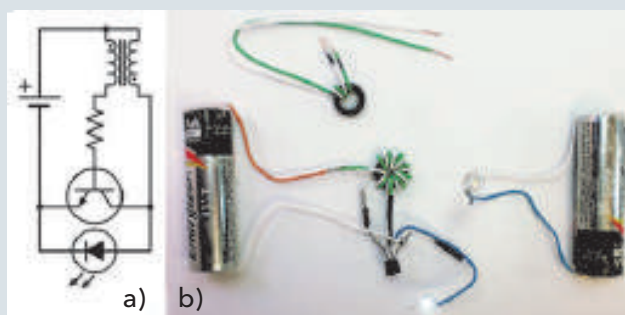


Figura b. Circuito LDJ. a) Diagrama del circuito electrónico con los símbolos definidos en la figura a. b) Circuito en funcionamiento: el LED alimentado por el LDJ está encendido, mientras que un LED similar alimentado por una pila de 1,5 voltios no emite luz. El núcleo de ferrita y el transistor LB120A de este LDJ se reciclaron según se indica en el último recuadro y arriba se observa un núcleo toroidal de ferrita en proceso de bobinado.

El LED se enciende porque el LDJ produce, a partir de un voltaje ‘pequeño’ y continuo provisto por la pila de 1,5 voltios uno mayor, que supera los 3 voltios necesarios para encender el LED. Dicho voltaje mayor no es continuo, sino que se trata de pulsos de muy corta duración que se repiten decenas o centenas de miles de veces por segundo en una secuencia prendido-apagado que es imperceptible para nuestros ojos. El LDJ es un tipo particular de circuito oscilador conocido como ‘oscilador de bloqueo’, pues la mayor parte del tiempo la circulación de corriente está ‘bloqueada’ por el transistor que actúa como válvula o interruptor. Si se dispone de un osciloscopio se puede medir la señal oscilante conectando la punta de prueba entre las patas del LED. En algunos casos, ihasta se puede detectar una interferencia en una radio AM!

Para entender intuitivamente el funcionamiento del ladrón de joules es posible utilizar una analogía hidráulica, es decir, describir el principio de funcionamiento del circuito electrónico utilizando elementos como tanques de agua y cañerías. El LDJ guarda alguna analogía con la bomba de ariete, que permite subir agua desde una fuente hacia alturas mayores, y que se describe en la figura c. En el LDJ, la pila juega el rol de la fuente y el transistor, el de la válvula, abriendo o cerrando el paso de la corriente. El toroide con un bobinado por el que circula corriente encuentra su análogo en la cañería con agua en movimiento. Mientras que cortar el paso

del agua por la cañería produce un pico de presión que empuja el agua a alturas mayores a la de la fuente, cortar el paso de corriente por el toroide produce un pico de tensión que permite llegar a voltajes más altos que el de la pila.

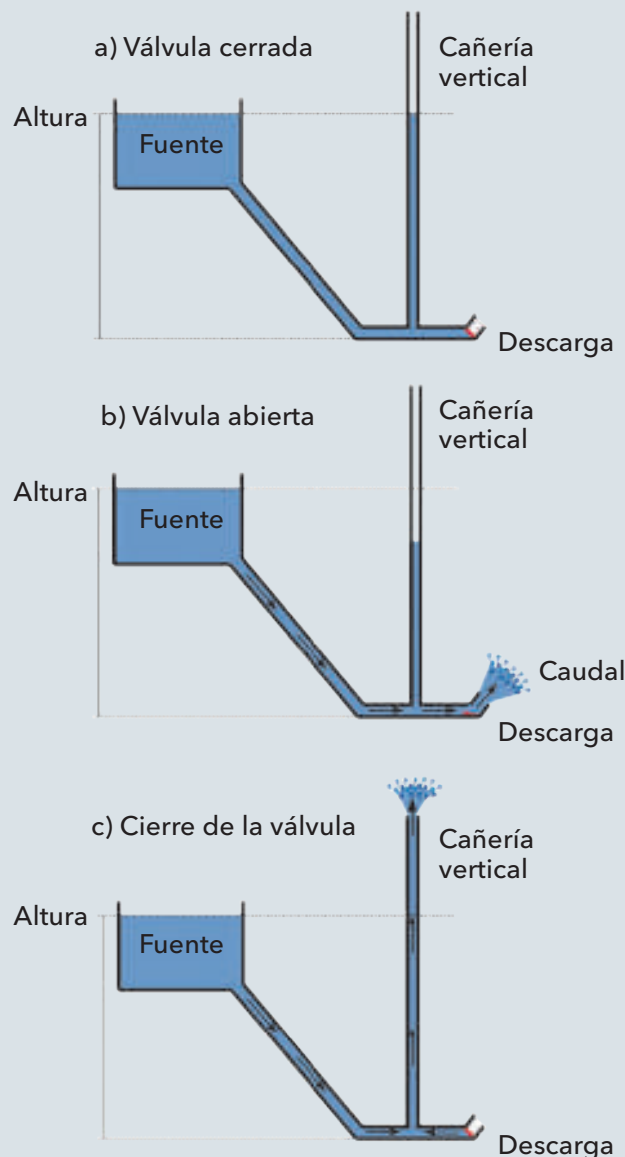
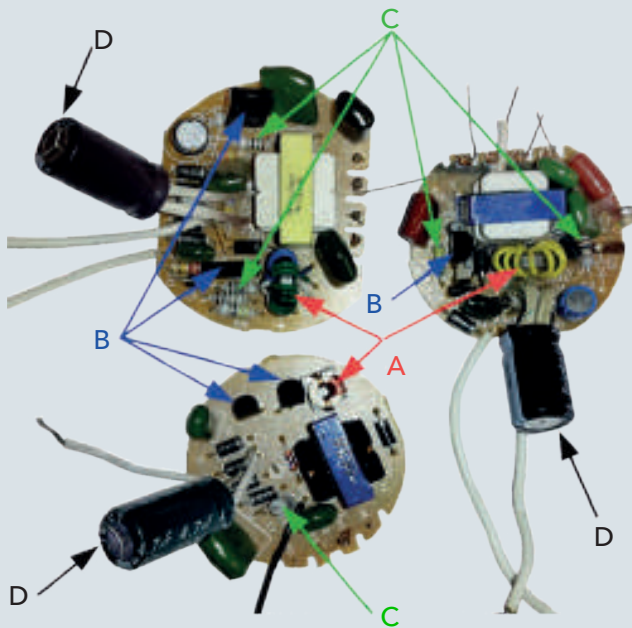


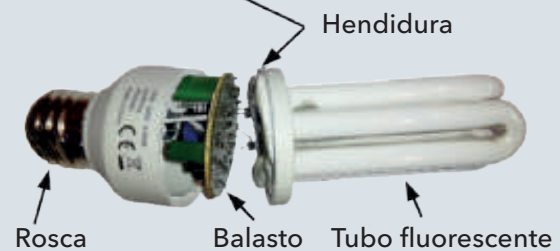
Figura c. a) Con la válvula roja de la descarga cerrada la altura del agua en la cañería vertical es igual a la de la fuente. En esta situación, la válvula roja de la descarga se abre automáticamente accionada por su propio peso. b) El agua comienza a fluir por la cañería y sale por la descarga. A medida que el agua se va acelerando, el caudal aumenta. Si el caudal es suficientemente alto, la válvula se cierra súbitamente accionada por el peso del agua. c) Al cerrarse la válvula, nos encontramos con una cañería llena de agua en movimiento que tiene que detenerse de golpe. Esto produce el llamado *golpe de ariete*, que es un fuerte aumento de la presión dentro de la cañería. El agua sube por la cañería vertical y puede llegar a alturas mucho mayores a la de la fuente antes de detenerse. Esto último ocurre por un intervalo breve y solo una fracción del agua logra llegar a una altura superior a la original. Luego de dicho intervalo, la presión dentro de la cañería baja, la válvula se abre nuevamente y se vuelve a la situación en b).

¿CÓMO RECUPERAR COMPONENTES DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA?

Las lámparas fluorescentes compactas, también llamadas de 'bajo consumo', combinan un tubo fluorescente con un circuito electrónico conocido como balasto. En general, varios de sus componentes electrónicos pueden ser recuperados y son útiles para armar el circuito LDJ, tal como se muestra en la figura de la derecha.



Tres balastos diferentes de lámparas fluorescentes compactas. En el balasto de una lámpara fluorescente suele haber un toroide de ferrita (A), uno o más transistores (B), resistencias (C) y capacitores (D), entre otros componentes.

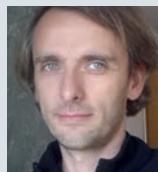


Para abrir la lámpara fluorescente es conveniente sujetar su rosca con una morsa. Con una sierra cortar el plástico aproximadamente 1mm de profundidad en la hendidura que tiene la lámpara alrededor de todo el perímetro.

Una vez abierta la lámpara, hay que cortar los cables que unen el balasto a la rosca de la lámpara y al tubo. Si accidentalmente se rompe el tubo es importante ventilar inmediatamente la habitación, ya que contiene pequeñas cantidades de mercurio, y eliminar con cuidado los restos de polvo y vidrio. Los componentes pueden extraerse desoldando sus patas o simplemente cortándolas con un alicate.

LECTURAS SUGERIDAS

CORNAGLIA PS, 2018, 'En busca del calor perdido. Efecto Seebeck y materiales termoeléctricos', CIENCIA Hoy, 27: 20-25.
Hojas de datos de componentes en <https://www.alldatasheet.com/>.
Celda termoeléctrica en <http://peltiermodules.com/peltier.datasheet/TEC1-12706.pdf>.
Videos explicativos en <https://youtu.be/F8ZWmQfBuko>, <https://youtu.be/RC16MwzFq8A>.



Pablo S Cornaglia

Doctor en física, Instituto Balseiro, UNCuyo.
Investigador independiente del Conicet en el Centro Atómico Bariloche.
Profesor adjunto, Instituto Balseiro, UNCuyo.
pablo.cornaglia@cab.cnea.gov.ar



Pablo Pedrazzini

Doctor en física, Instituto Balseiro, UNCuyo.
Investigador adjunto del Conicet en el Centro Atómico Bariloche.
Jefe de trabajos prácticos, Instituto Balseiro, UNCuyo.
pedrazp@cab.cnea.gov.ar

Jaime García Número 44, enero-junio de 2019

GUÍA del cielo NOCTURNO

Cómo utilizar esta guía

El objetivo es que esta guía sea útil para toda la Argentina, de modo que las horas utilizadas están en hora legal argentina, correspondiente al huso horario -3; sin embargo, la salida, culminación y puesta del Sol y otros fenómenos como tránsitos y eclipses están calculados para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y, por lo tanto, deben realizarse las correcciones correspondientes. En la Guía N° 38 (CIENCIA HOY, 25, 146: 61, noviembre-diciembre de 2015) incluimos un glosario para facilitar la comprensión de la terminología utilizada que puede consultarse ahí.

En la tabla de visibilidad de los planetas incluimos, para los planetas exteriores, la constelación donde se lo puede localizar a mediados del mes. Para cada mes, incluimos una lista de constelaciones seleccionadas, con sus respectivos objetos difusos destacados para observar en las noches oscuras del mes, próximas a la Luna nueva.

2019	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Mercurio	No visible	Crepúsculo vespertino	No visible	Crepúsculo matutino	No visible	Crepúsculo vespertino
Venus	De 3h al amanecer	De 3:15h al amanecer	De 4h al amanecer	De 5h al amanecer	Crepúsculo matutino	Crepúsculo matutino
Marte	Del anochecer a 23:40h en Piscis	Del anochecer a 22:30h en Aries	Del anochecer a 21:30h en Aries	Del anochecer a 20:45h en Taurus	Del anochecer a 20h en Taurus	Crepúsculo vespertino en Gemini
Júpiter	De 3h al amanecer en Ophiuchus	De 1:30h al amanecer en Ophiuchus	De 0h al amanecer en Ophiuchus	De 22h al amanecer en Ophiuchus	De 20h al amanecer en Ophiuchus	Toda la noche en Ophiuchus
Saturno	No visible	De 3:30h al amanecer en Sagittarius	De 2h al amanecer en Sagittarius	De 0h al amanecer en Sagittarius	De 22h al amanecer en Sagittarius	De 19:30h al amanecer en Sagittarius
Urano	Del anochecer a 0:30h en Piscis	Del anochecer a 22:30h en Aries	Crepúsculo vespertino en Aries	No visible	De 6h al amanecer en Aries	De 4h al amanecer en Aries
Neptuno	Del anochecer a 22:30h en Aquarius	Crepúsculo vespertino en Aquarius	No visible	De 4:30h al amanecer en Aquarius	De 2:30h al amanecer en Aquarius	De 0:30h al amanecer en Aquarius

ENERO

DJ 2458485 (ENERO 1, 9:00 HORA LOCAL)

Salida	Puesta	5	14	21	27
(1) 5:45 (15) 5:57	(1) 20:10 (15) 20:09	22:30	03:47	02:17	18:12

- 2** Saturno en conjunción con el Sol, a las 2h.
- 3** La Tierra pasa por su perihelio: 147.099.760km del Sol, a las 02:19.
- 5** Luna nueva, época de cielo oscuro. El cambio de fase tiene lugar a las 22:30 y a las 22:43 se produce un eclipse solar parcial, obviamente, no visible en Sudamérica.
- 6** Venus en máxima elongación oeste (46,95°), a las 2h.
- 12** Mercurio en su afelio a las 05:36 (distancia al Sol: 0,467UA = 69.862.206km).
- 20 a 21** Coincidente con la Luna llena (cambio de fase a las 2:17 del 21/1) y con el perigeo lunar (a las 16:48 del 21/1), a partir de las 23:36 del 20/1 será visible un eclipse total de Luna, comenzando por la inmersión del disco lunar en la penumbra que proyecta la Tierra en el espacio. A las 0:33 comienza a sumergirse en el cono de sombra proyectado por nuestro planeta para comenzar la fase total, la 'superluna roja', a la 1:41, con el máximo calculado para las 2:12, cuya magnitud es de 1,19. La fase total finaliza con el comienzo del emerger de la sombra, a las 2:43, para finalizar la fase umbral a las 3:50. La fase penumbral finaliza a las 4:48.

- 16 a 31** Los más brillantes planetas de la madrugada, Júpiter y Venus, presentarán una interesante danza junto a la estrella Antares, la más brillante del Escorpión. Primero se los verá como un triángulo hacia el este, para continuar con la máxima aproximación entre esos dos planetas que ocurrirá el 22. Se irán separando hasta que la noche del 30 se integre la Luna menguante a esa danza, para culminar en una conjunción entre ella y el planeta Venus, al amanecer del 31.
- 29** Mercurio en conjunción superior con el Sol, a las 24h.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 5/1)

Selección de constelaciones visibles en enero (1/1 a las 23h, 15/1 a las 22h, 30/1 a las 21h).

Del cielo austral: Dorado (el pez dorado), Pictor (el caballito del pintor), Tucana (el tucán) y Mensa (el Monte de la Mesa). Del boreal: Taurus (el toro).

Objetos destacados: en Dorado y Mensa, destaca la Nube Mayor de Magallanes, con su maravillosa nebulosa Tarántula (NGC 2070), una región accesible a un buen par de binoculares o a un pequeño telescopio (6 a 12,5cm de apertura). En Pictor encontramos la estrella doble iota Pictoris, bastante brillante y fácil de separar con pequeños instrumentos. En Tucana destacan la Nube Menor de Magallanes, con sus pequeños cúmulos galácticos, y dos cúmulos globulares: 47 Tucanae (NGC 104, muy brillante) y NGC 362, el popular Tucanito. Ya Taurus presenta varios objetos interesantes, partiendo por las Híades y las Pléyades (las famosas 7 cabritas o 7 hermanas), dos cúmulos galácticos visibles a ojo desnudo. A ellas se suma la nebulosa M1, remanente de supernova, que es un objeto desafiante para telescopios de entre 15 y 20cm de apertura.

FEBRERO

DJ 2458516 (FEBRERO 1, 9:00 HORA LOCAL)

Salida



(1) 6:14
(14) 6:27

Puesta



(1) 20:00
(14) 19:49



- 2** La Luna pasará muy próxima a Saturno al amanecer mirando al este.
- 4** El novilunio producirá la noche de cielo oscuro del mes, con el cambio de fase a las 18:05.
- 7** Máximo de la lluvia de meteoros alfa Centauridas (ACE);
- a 8** activas entre 31/1 y 20/2; THZ entre 6 y 25; radiante entre alfa y beta Centauri. Al instante de máximo (a las 10h del 8 de febrero) lo favorece la Luna creciente de solo tres días, por lo que se podrá observar toda esa noche.
- 13** Marte estará en conjunción con Urano. Al finalizar el crepúsculo vespertino estarán separados 1°, en la constelación de Aries.
- 15** 455° aniversario del nacimiento del genial científico italiano Galileo Galilei (1564-1642).
- 18** Al amanecer se produce la conjunción entre Venus y Saturno. Los separará apenas 1°, en la constelación de Sagittarius, mirando hacia el este.
- 19** Luna llena de perigeo ('superluna'). El perigeo lunar ocurre a las 21 y el cambio de fase a las 23:26.

- 19** Mercurio estará 0,7° al norte de Neptuno, a las 4h. Esta conjunción será muy difícil de observar pues ocurre muy próxima al horizonte en pleno crepúsculo vespertino.
- 25** Mercurio en su perihelio, a las 5:10 (distancia al Sol: 0,307UA = 45.926.546km).
- 26** Mercurio en máxima elongación este: 18,13°, a las 22h.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 4/2)

Selección de constelaciones visibles en febrero (1/2 a las 23h, 15/2 a las 22h, 29/2 a las 21h).

Canis Mayor (el can mayor), Monoceros (el unicornio) y Auriga (el cochero).

Objetos destacados: esta vez nos ocuparemos de cúmulos galácticos. En Canis Mayor además de M41 destacan NGC 2360, 2354 y 2345, todos accesibles a pequeños telescopios de 6 a 8cm de apertura. En Monoceros encontramos M50, NGC 2335, 2232 y 2343. Ya en la constelación bien boreal de Auriga, región no muy brillante de la Vía Láctea, M38 y M36, pero destaca M37 cuyas estrellas componentes están muy apiñadas, semejando el aspecto de un cúmulo globular.

MARZO

DJ 2458544 (MARZO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida



(1) 6:41
(15) 6:53

Puesta



(1) 19:31
(15) 19:12



- 1** La Luna menguante, Saturno y Venus se reúnen al amanecer, mirando hacia el este.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 6/3)

Selección de constelaciones visibles en marzo (1/3 a las 23h, 15/3 a las 22h, 31/3 a las 21h).

Del cielo austral, el grupo del navío Argos: Carina (la quilla), Vela (las velas), Puppis (la popa). Del boreal: Gemini (los gemelos).

Objetos destacados: se destacan la región de eta Carina, con su bella nebulosa NGC 3372, y los cúmulos galácticos NGC 3293, 3532, 3572 y 3590. Además, en el asterismo del Rombo, el muy notable cúmulo galáctico llamado las 'Pléyades australes'. Todo esto accesible con binoculares o pequeños telescopios. En Vela, se encuentra un bello y destacado cúmulo globular, NGC 3201. En Puppis destacamos los cúmulos galácticos M46 (que incluye la bella nebulosa planetaria NGC 2438) y M47. En Gemini se destaca M35, entre los otros cúmulos abiertos NGC 2158 y 2129 e IC 2157.

- 6** Neptuno en conjunción con el Sol, a las 22h.
- 6** La Luna nueva producirá la noche de cielo oscuro de marzo, el cambio de fase será a las 13:06.
- 14** Mercurio en conjunción inferior con el Sol, a las 23h.
- 15** Máximo de la lluvia de meteoros gamma Nórmidas (GNO); activas entre 25/2 y 28/3; THZ 6; radiante próxima a gamma Normae. Este año no la favorece la proximidad de la Luna en cuarto creciente (cambio de fase el 14/2 a las 7:29).
- 20** Equinoccio de otoño, en el hemisferio sur, de primavera en el norte, a las 18h59m38s.
- 20** Luna llena de perigeo ('superluna'). El cambio de fase será a las 22:46 y el perigeo lunar, el 19/3 a las 19.
- 23** En Marte se produce el comienzo del otoño en el hemisferio sur y la primavera en el norte.



NGC 3628 Imagen: Ken Crawford, Nasa.gov

ABRIL

DJ 2458575 (ABRIL 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida	Puesta
 (1) 7:06 (15) 7:17	 (1) 18:49 (15) 18:30



- 2** Conjunción entre Mercurio y Neptuno, al amanecer los separan tan solo 26', menos del diámetro de la Luna llena, buena oportunidad para ver al octavo planeta del sistema solar.
- 5** Tendrá lugar la Star Party Valle Grande 2019, 15ª edición, uno de los eventos astronómicos más populares entre los aficionados: <http://institucopernico.org/starparty.php>.
- 5** La Luna nueva marca la noche más oscura del mes. El cambio de fase ocurre a las 5:52.
- 10** Mercurio en su afelio a la 1:47 (distancia al Sol: 0,467UA = 69.862.206km).
- 10** Venus y Neptuno estarán en conjunción. Al amanecer los separarán unos 30', un diámetro de la Luna llena. Cerca de ellos, más próximo al horizonte, estará Mercurio.
- 11** Mercurio en máxima elongación oeste: 27,71°, a las 16h.
- 16** Venus en su afelio a las 20:37 (distancia al Sol: 0,728UA = 108.907.250km).
- 22** Urano en conjunción con el Sol, a las 21h.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 5/4)

Selección de constelaciones visibles en abril (1/4 a las 23h, 15/4 a las 22h, 30/4 a las 21h).

Del cielo austral: Norma (la regla) y Triangulum Australe (el triángulo austral). Del boreal: Leo (el león).

Objetos destacados: en Norma abundan los cúmulos galácticos, destacando NGC 6067, 6087, 6134, 6152 y 6169, todos aptos para binoculares. En Triangulum Australe, encontramos NGC6025, un cúmulo estelar abierto brillante, accesible a telescopios de 6 a 8cm de apertura. En Leo nos encontraremos con una gran cantidad de galaxias, accesibles a instrumentos medianos (entre 114 y 150mm de apertura). Destacan las espirales M95, M96, NGC 3521 y el bello triplete formado por M65, M66 y NGC 3628. Por el lado de las galaxias elípticas, el sitio de honor lo lleva M105.

- 24** Máximo de la lluvia de meteoros pi Púpidas (PPU); activas entre 15 y 28/4; THZ variable hasta 40; radiante próxima a pi Puppis. La Luna menguante complica las condiciones de observación de esta lluvia ya que su máximo es a las 3 de la madrugada.
- 25** Ocultación de Saturno por la Luna a las 12:35 (máxima aproximación de los centros 15'03") .

MAYO

DJ 2458605 (MAYO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida

(1) 7:30
(15) 7:41

Puesta

(1) 18:12
(15) 18:00

4 19:47 11 22:14 18 18:12 26 13:35

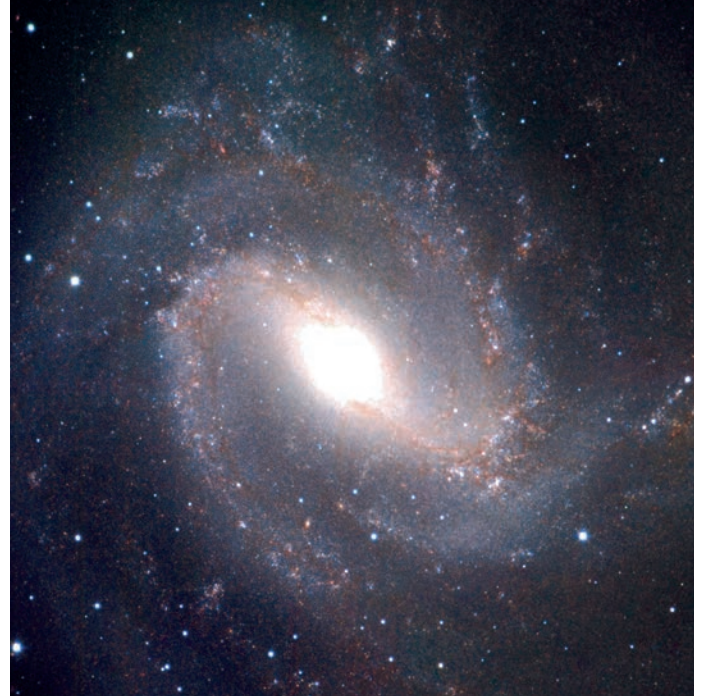
- 4 El cambio de fase a Luna nueva se produce a las 19:47, marcando la noche más oscura del mes.
- 5 a 6 Máximo de la lluvia de meteoros eta Aquaridas (ETA); activa entre 19/4 y 28/5; THZ entre 40 y 85; radiante próxima a eta Aquarii. Como el máximo tendrá lugar a las 11h del 6 de mayo, la Luna apenas creciente favorecerá su observación.
- 21 Mercurio en conjunción superior con el Sol, a las 10h.
- 24 Mercurio en su perihelio, a la 1:28 (distancia al Sol: 0,307UA = 45.926.546km).

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 4/5)

Selección de constelaciones visibles en mayo (1/5 a las 22h, 15/5 a las 21h, 30/5 a las 20h).

Hydra (la medusa) y Corvus (el cuervo).

Objetos destacados: la extensa constelación de Hydra presenta la galaxia espiral quizá más bella del cielo austral, M83. Otro objeto notable de Hydra es la nebulosa planetaria 'Fantasma de Júpiter',



M83 Imagen: nasa.gov

NGC3242. Ambos son perfectos para un telescopio de 20cm de apertura. En Corvus destaca delta Corvi, una estrella doble muy accesible a pequeños telescopios, y el par de galaxias en colisión 'Antena', NGC4038/9, desafiante para telescopios de 20cm de apertura. En el límite con la constelación de Virgo reside una de las notables galaxias espirales vistas de canto, la famosa Galaxia del Sombrero, M104; se la percibe con telescopios a partir de los 10cm de apertura.

JUNIO

DJ 2458636 (JUNIO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida

(1) 7:52
(15) 7:59

Puesta

(1) 17:52
(15) 17:50

3 7:04 10 3:01 17 5:32 25 6:48

- 3 Noche de Luna nueva, cielo oscuro. El cambio de fase tiene lugar a las 7:04.
- 10 Júpiter en oposición al Sol, a las 12h.
- 18 Ocultación de Saturno por la Luna a las 23:37 (máxima aproximación de los centros 13'15").
- 18 Conjunción entre los planetas Mercurio y Marte. A las 13h estarán separados por 13,7'. Visibles muy próximos en el anochecer, mirando hacia el oeste.
- 21 Solsticio de invierno, en el hemisferio sur, verano en el norte, a las 12h55m17s.
- 29 Mercurio en máxima elongación este (25,15°), a las 20h.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 3/6)

Selección de constelaciones visibles en junio (1/6 a las 22h, 15/6 a las 21h, 30/6 a las 20h).

Del cielo austral, Centaurus (el centauro) y Crux (la cruz del sur); del boreal: Virgo (la virgen).

Objetos destacados: en Centaurus destacan el gigantesco cúmulo globular Omega Centauri, y muy próxima a él, la galaxia peculiar NGC5128, aptos para pequeños telescopios de 10 a 15cm. Próxima a delta Crucis, encontramos la bella nebulosa planetaria azul NGC 3918, una de las más aptas para pequeños telescopios. En Crux tenemos a alfa, una notable estrella doble y al bello cúmulo galáctico kappa Crucis el 'Joyerero', visibles con binoculares. En Virgo, nos encontraremos con una gran cantidad de galaxias, accesibles a instrumentos medianos (entre 150 y 200mm de apertura), entre las espirales tenemos a M90, M58 y NGC 5068, entre las elípticas e irregulares están M87, M49 o M60.



Jaime García

Doctor en matemática aplicada, Universidad Federal de Minas Gerais.
Profesor del Instituto de Enseñanza Superior Dr Salvador Calafat, General Alvear, Mendoza.
Director del observatorio astronómico del Instituto Copérnico, Rama Caída, Mendoza.
jgarcia@institutocopernico.org

¡NO TE PIERDAS EL CONOCIMIENTO DE LAS CIENCIAS!

SUSCRÍBITE A CIENCIA HOY DE LOS CHICOS



Para saber qué tenés que hacer, visitá www.chicosdecienhoy.org.ar

chicos@cienciahoy.org.ar  CHicosdeCienhoy Tel (011) 4961 1824



Nicolás Bonadeo, Jefe del Departamento de Física Aplicada y Ensayos No Destructivos.

130 profesionales, 249.600 horas
de investigación al año.

Desde el Centro de Investigación Industrial de Tenaris en Campana se mejoran los procesos en planta mientras se estudia e investiga el producto junto a usted. Para que pueda contar con la mejor respuesta de nuestros productos hasta en la más exigente de sus operaciones. Porque para que pueda llegar lejos, necesitamos estar más cerca.

Tecnología en el producto. Innovación en el servicio.