CIENCIA HOY

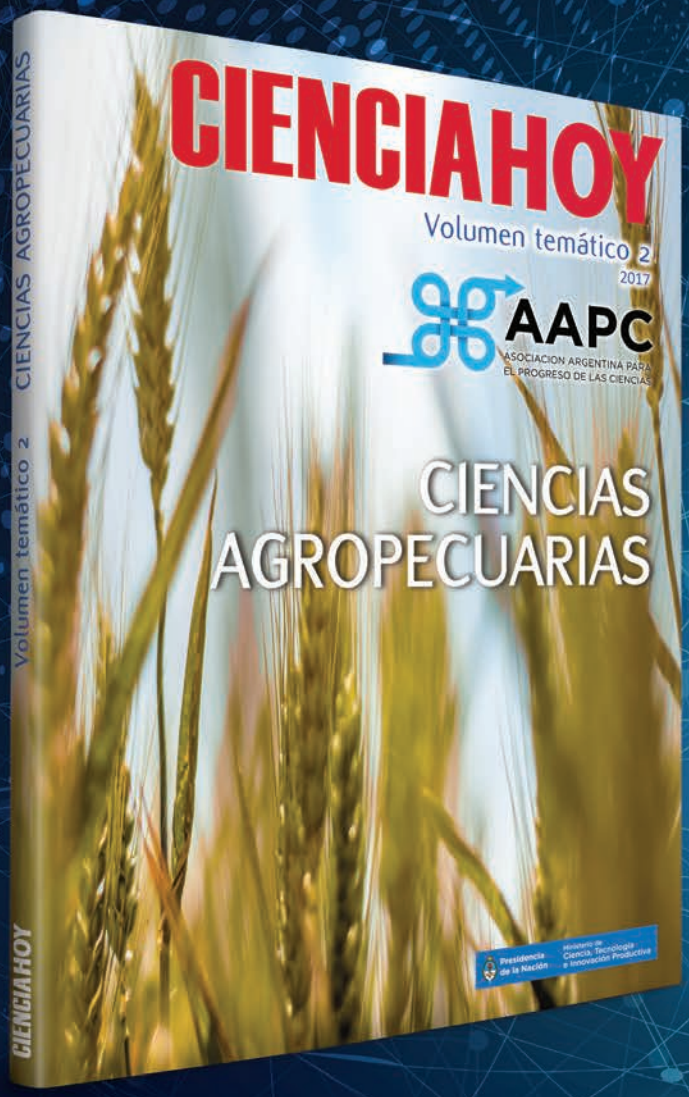
Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 27 número 158 diciembre 2017 - enero 2018
Ejemplar en la Argentina $100

Rocas y minerales como fertilizantes

El mosquito *Aedes aegypti*
Albatros. Gigantes océanicos
Guía del cielo nocturno

ISSN 0327 - 1218
00158
9 770327 121009

CIENCIA HOY CONTINÚA CON SUS VOLÚMENES TEMÁTICOS



De próxima publicación

CIENCIAS ANTROPOLÓGICAS Y SOCIEDADES PRECOLOMBINAS

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

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

CIENCIA HOY

Fundada en 1988

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@cienciahoy.org.ar*
http://www.cienciahoy.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.

Editores responsables

Federico Coluccio Leskow
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Conicet

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

Alejandro Curino
Instituto de Investigaciones Bioquímicas Bahía Blanca, UNS-Conicet

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

María Luz Endere
Facultad de Ciencias Sociales,Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Conicet

Alejandro Gangui
Instituto de Astronomía y Física del Espacio, UBA-Conicet

Aníbal Gattone
UNSAM

Roy Hora
Universidad Nacional de Quilmes. 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 Pírez
Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias, UBA-Conicet

Roberto R Pujana
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

Agustín Quesada
Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires, UBA-Conicet

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

Consejo científico

Elvira Arrizurieta (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), José Emilio Burucúa (UNSAM), Ennio Candotti (Museo de Amazonia, Brasil), 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), Marcelo Montserrat (Academia Nacional de Ciencias), 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 Mar del Plata
Raúl Fernández (Facultad de Ciencias de la Salud y Servicio Social, UNMdP)
Saavedra 3969 (7600) Mar del Plata, Buenos Aires. Tel: (0223)474-7332
Correo electrónico: *raferna@mdp.edu.ar*

Suscripciones
ARGENTINA: 6 números, $650 (incluye envío)
EXTRANJERO: 6 números, US$ 40 + envío

Costo de envío
PAÍSES LIMÍTROFES DE LA ARGENTINA: US$ 38
RESTO DE AMÉRICA: US$ 58
RESTO DEL MUNDO: US$ 65
(American Express - Visa)

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 5345384

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
FP Compañía Impresora
Antonio Beruti 1560 (1604)
Florida Oeste, 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), Carlos Abeledo (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).

MECENAZGO CULTURAL
Buenos Aires Ciudad

www.facebook.com/RevistaCienciaHoy

Ciencia Hoy agradece el apoyo del Conicet y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Esta revista se produce merced al esfuerzo desinteresado de autores y editores, ninguno de los cuales recibe –ni ha recibido en toda su historia– remuneración económica. Fundada en 1988.

Sumario

Diciembre 2017 – enero 2018
Volumen 27 - número 158

EDITORIAL

4 Paleontología, geología y nuestra noción del tiempo

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY

6 Volumen 3 - número 18
Mayo-junio 1992

8 GRAGEAS

ARTÍCULO

11 Rocas y minerales como fertilizantes de los suelos agrícolas

Carlos Herrmann

Como todo ser vivo, las plantas necesitan nutrientes. Entre los principales se cuenta el carbono, que absorben del aire, y también otros, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, que obtienen casi exclusivamente del suelo, donde deben estar para que prosperen los cultivos. El suelo, además, debe poseer otras características, como adecuada acidez y limitado contenido de sales. Si no es así, el agricultor se ve obligado a recurrir a fertilizantes o *enmiendas*, naturales o industriales, con el fin de corregir la situación.

20 Viaje al centro del átomo

Denis Delbecq

En el siglo XIX, comprender el núcleo atómico permitió aprovechar ciertos procesos, como la fisión nuclear. Hoy, el estudio teórico mediante modelos matemáticos y la experimentación en el laboratorio de núcleos atómicos exóticos, creados artificialmente en aceleradores de partículas pero susceptibles de existir en el cosmos, podría levantar el velo que oculta el origen de la materia.

ARTÍCULO

27 Las 'tácticas' de *Aedes aegypti*

Arnaldo Maciá

El mosquito *Aedes aegypti*, que vive en áreas con clima tropical y subtropical de todo el mundo, colonizó el ambiente urbano mediante adaptaciones que pueden identificarse para cada uno de los estados de su ciclo de vida: huevo, larva, pupa y adulto. Las poblaciones de esa especie, al prosperar en las ciudades, incrementan las posibilidades de transmisión de dengue, chicunguña, zika y fiebre amarilla, de las que últimamente hubo epidemias en varios países.

33 Aimé Bonpland. Médico, botánico y emprendedor

Ciencia Hoy

Relato conmemorativo de los dos siglos de la llegada al Río de la Plata del médico y botánico francés Aimé Bonpland (1773-1858), que se había formado en París con las más destacadas personalidades de las ciencias naturales y la medicina de la época revolucionaria y napoleónica, y durante cinco años había recorrido el norte de Sudamérica con Alexander von Humboldt. Con ese pasado y su permanencia en lo que hoy es territorio argentino por cuatro décadas, hasta morir en Corrientes, fue uno de los más destacados hitos tempranos de las relaciones científicas entre Francia y la Argentina.

ESPACIO INSTITUCIONAL

42 CONICET dialoga

ARTÍCULO

47 Albatros. Gigantes del viento oceánico

Juan Pablo Seco Pon

Los albatros viven la mayor parte de sus vidas –que en alguna de sus especies pueden superar los cincuenta años– en alta mar y solo se acercan a tierra para reproducirse y criar un pichón cada año, año y medio o dos años. Habitan muchos de los océanos del mundo, pero se concentran sobre todo en las latitudes altas del hemisferio sur y son abundantes en el Atlántico sudoccidental y en la plataforma continental argentina. Si bien sus sitios de cría sufren algunas amenazas, son actividades marinas como la pesca y la explotación petrolera las que más ponen en riesgo la subsistencia de sus especies.

53 Representación proporcional en Buenos Aires en 1873

Leonardo D Hirsch

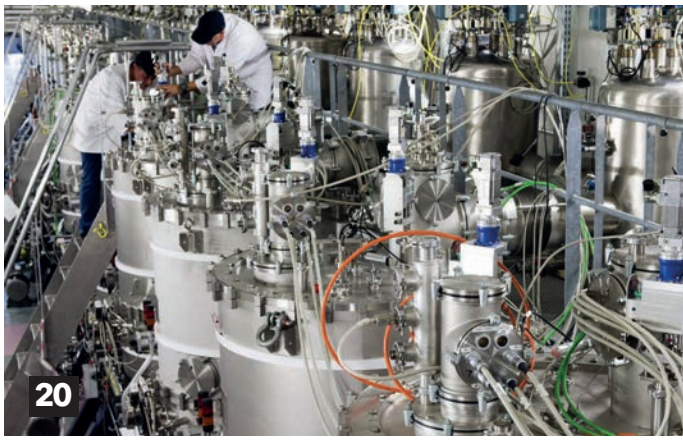
En 1816, las Provincias Unidas del Río de la Plata se declararon independientes de España y comenzaron un duro y hasta sangriento proceso, que duró décadas, en procura de definir cómo se integrarían en una nación. Como parte de ese proceso sucesivamente se fueron sancionando y reformando leyes fundamentales o constituciones, entre ellas, la de la provincia de Buenos Aires, que data de 1854, después de que se declarase un Estado independiente del resto. Luego de su regreso al redil reformó su Constitución para adaptarla a la nacional sancionada en su ausencia, y en ese momento, en 1873, estableció la representación proporcional, que no solo innovó en cuanto al procedimiento electivo sino, también, cambió el concepto mismo de representación.

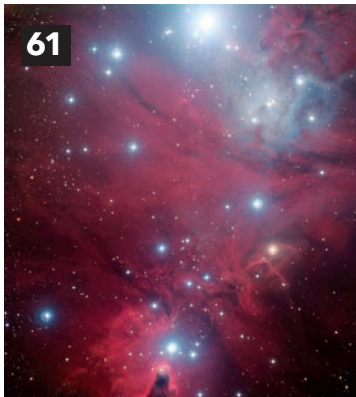
ASTRONOMÍA

61 Guía del cielo nocturno

NÚMERO 42, enero-junio de 2018

Jaime García





Paleontología, geología y nuestra noción del tiempo

En el número anterior de Ciencia Hoy, de octubre-noviembre de 2017, se publicó un artículo sobre el reciente descubrimiento de un dinosaurio de tamaño descomunal, *Patagotitan mayorum*, cuyos restos fosilizados se hallaron en la Patagonia. El número 154, de marzo-abril de ese año, estuvo enteramente dedicado a las plantas que vivieron en remotos tiempos geológicos, hace millones de años, en lo que hoy es territorio argentino, las que solo conocemos por sus fósiles. Estos, tomados en conjunto, se llaman el *registro fósil*.

El hecho de que volvamos sobre estos temas es indicación de la importancia que ha ido tomando la paleontología, disciplina que estudia el registro fósil, es decir, las evidencias dejadas por seres vivos del lejano pasado (según una definición más precisa muy difundida, por los organismos que vivieron hace más de 11.700 años, es decir, antes del comienzo de la época geológica presente, el Holoceno). La paleontología se constituyó como ciencia moderna en el siglo XVIII y desde entonces proporcionó el grueso del conocimiento que tenemos sobre la historia remota de la vida en la Tierra, incluida la genealogía de los humanos. La geología, a su vez, agregó a ese conocimiento la historia del sustrato inanimado que albergó la vida. De hecho, ambas disciplinas no tenían en sus comienzos objetos bien diferenciados de estudio, y luego de establecerlos siguieron relacionadas, de suerte que los avances registrados en forma independiente por cada una muchas veces abrieron nuevas perspectivas a la otra.

La conciencia de que los fósiles se originaron en seres vivos de lejanos tiempos pretéritos condujo a revolucionar el pensamiento humano acerca del cambio en la naturaleza, lo mismo que sobre la antigüedad de la Tierra. Dicha revolución se apoyó en algunos postulados esenciales formulados por el médico y naturalista James Hutton (1726-1797) y el geólogo Charles Lyell (1797-1875), ambos escoceses, como el de *uniformitarianismo* o *uniformismo*, según el cual los procesos naturales que vemos en acción hoy son los mismos que operaban cuando vivían los organismos que nos llegaron como fósiles, por lo que el conocimiento de los actuales brinda una buena indicación sobre cómo fueron los antiguos.

Estas ideas proporcionaron a Charles Darwin (1809-1882) uno de los puntos de partida para elaborar su teoría de la evolución de los seres vivos, y llevaron a poner en duda la idea entonces ampliamente aceptada sobre la antigüedad de la Tierra, la cual, partiendo de una interpretación literal del relato bíblico, la ubicaba en el orden de los 6000 años antes de nuestra era. Geología y paleontología avanzaron juntas en el esfuerzo de esclarecer el *tiempo geológico*, que fue entrando lentamente en foco. Hoy esos 6000 años a los que se había acostumbrado la cultura occidental como edad de la Tierra se han expandido a 4600 millones de años (Ma), antigüedad ampliamente aceptada por la ciencia en estos momentos sobre la base de variadas y sólidas evidencias, entre ellas dataciones realizadas recurriendo a isótopos radiactivos.

En el marco de esos 4600Ma, la paleontología y la geología, auxiliadas por la comprensión de la estructura de los seres vivos que proporciona la biología actual en sus diversas ramas, y por técnicas de análisis que provienen de las ciencias fisicoquímicas, han ido logrando desplegar el vasto panorama de la aparición, diversificación y sucesivas oleadas de extinción parcial de la vida. Los hitos destacables de esa historia son:

- La aparición de los primeros organismos unicelulares, hace unos 4300Ma.
- La difusión del oxígeno en la atmósfera, hace unos 2500Ma.
- El advenimiento de la reproducción sexual, hace unos 1200Ma.
- La explosión o radiación cámbrica, hace unos 541Ma.
- Los inicios de la vida fuera del agua, hace unos 430Ma.
- Las extinciones de inicios y de fines del Triásico, respectivamente hace unos 252Ma y 201Ma.
- La llegada de las plantas con flores o angiospermas, hace unos 140Ma.
- La gran extinción de especies en el límite entre el Cretácico y el Paleoceno, que acabó entre otros seres vivos con los dinosaurios, hace unos 66Ma.

- La divergencia de la rama de los *homínidos* (que es la línea ancestral de los humanos e incluye a orangutanes, gorilas y chimpancés) del tronco de los primates, hace unos 16Ma.
- La diferenciación del género *Homo*, hace unos 2,5Ma.
- La entrada en escena de nuestra especie, *Homo sapiens*, unos 200.000 años atrás.

Este vasto panorama temporal es difícil de imaginar a la luz de nuestra experiencia personal, la que, aun ampliada con la memoria familiar y social, abarca intuitivamente a lo sumo unos pocos siglos. Además, por lo menos conceptualmente nuestra noción del tiempo se vio expandida mucho más por la física, la astronomía y la cosmología, que a lo largo del siglo XX llevaron el atávico concepto de origen del universo (que tradicionalmente no se distinguía del origen de la Tierra) a unos 14.000Ma atrás.

Esto significa que la Tierra estuvo presente durante apenas un tercio del lapso de existencia de nuestro universo; que la atmósfera tuvo oxígeno por el 18% de dicho período; que la vida en nuestro planeta, iniciada como organismos unicelulares en el mar, existió durante el 29% de ese tiempo, pero solo en el último 3% de él se estableció fuera del agua; que los dinosaurios se extinguieron cuando el cosmos tenía el 99,5% de la edad que tiene hoy; y, finalmente, que el tiempo de existencia de la especie humana se extiende por el 0,0014% de la edad del universo.

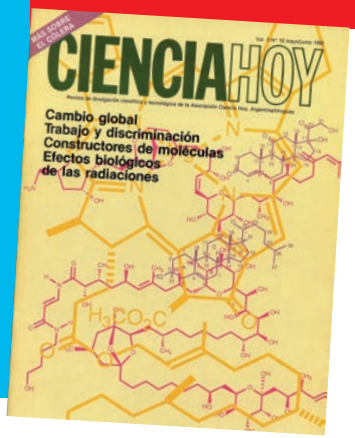
Si enfocamos la mirada en los plazos y momentos más significativos para el pasado de la humanidad, podemos apuntar que esta, originada en el África oriental habría comenzado a salir de ese continente y a diseminarse por el mundo en forma significativa hace unos 60.000 años; habría llegado a Australia hace 50.000, a Europa occidental y septentrional hace 40.000, y habría entrado en América por la actual Alaska hace quizá unos 30.000 años, con lo que pudo haber alcanzado el extremo austral sudamericano unos 8000 años atrás. Lo acontecido en todo ese lapso cae fuera del campo de la paleontología e ingresa en el de la arqueología, de la prehistoria y de la historia, cuyo análisis se desplaza de la consideración de organismos y poblaciones de estos, al del estudio de los cuerpos sociales y de la constitución y diversificación de sus culturas, un proceso que fue desembocando en el florecer de las diversas civilizaciones.

Lo que hoy sabemos del desenvolvimiento de la vida en nuestro planeta es todavía fragmentario y tiene muchas preguntas sin responder, entre ellas, cómo sucedieron las extinciones de especies y cómo la interrupción del proceso evolutivo por hechos catastróficos afectó la ramificación del árbol de la vida. También ignoramos a qué ritmo se descubrirán nuevas técnicas para hallar rastros del pasado que no proporcionen los fósiles, o nueva información contenida en ellos que no sepamos encontrar con las técnicas actuales, o cuántos nuevos descubrimientos de fósiles se harán y de qué líneas evolutivas hoy desconocidas adquiriremos conocimiento.

Aun con estas limitaciones, sin embargo, la escala del tiempo que fueron revelando la paleontología, la geología y la física nos ayuda a poner en una perspectiva más amplia nuestro concepto del pasado de la humanidad, que no se agota con la prehistoria y la historia. Seguramente, esa perspectiva también proporciona una luz, que se suma a la que nos brinda la historia, para iluminar aspectos oscuros del mundo presente. CH

Foto de tapa. Estratos de travertino depositados día a día en forma de terrazas por la actividad geotermal en Mammoth Hot Springs, parque nacional Yellowstone, en el estado norteamericano de Wyoming. El travertino, mencionado en la página 18, es una roca sedimentaria formada por depósitos de carbonato de calcio (CO_3Ca) en aguas termales, común como revestimiento de edificios. La diferencia de color indica variedades de la piedra.

HACE 25 AÑOS en CIENCIA HOY



Pablo Barragán. Ilustra el artículo 'Ciencia y arte de construir moléculas'

UN PASEO ALUCINANTE

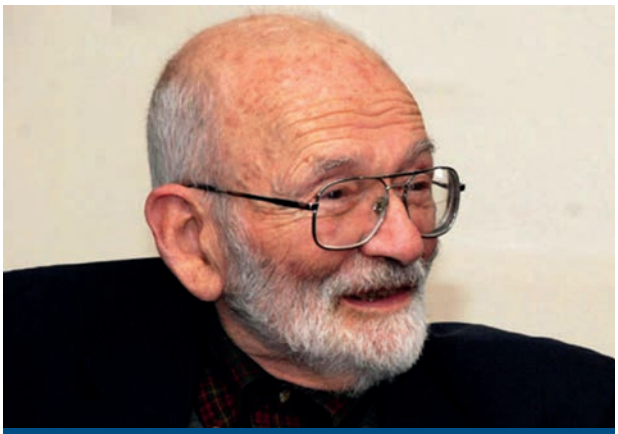
HÉCTOR VUCETICH

Un libro del matemático y físico Roger Penrose, *La nueva mente del emperador*, está destinado a atacar la llamada 'tesis de la inteligencia artificial fuerte', al menos cuando esta se aplica a objetos como el cerebro humano. Para ello el autor nos embarca en un viaje alucinante por el mundo de la ciencia contemporánea.

LA PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS

JORGE CHIRIFE

La desecación al sol y la adición de sal o azúcares fueron durante milenios los principios básicos en los que se sustentaron, y aún se sustentan, las técnicas de preservación de alimentos. En la actualidad sabemos que el efecto clave logrado a través de estos procedimientos se basa más en la reducción de la llamada 'actividad del agua' de los alimentos que, como es habitual creencia, en la disminución de su grado de humedad.



TULIO HALPERIN DONGHI: DE VOLUNTADES Y REALIDADES

JOSÉ CARLOS CHIARAMONTE Y OSCAR TERÁN

En una de sus breves visitas al país, Tulio Halperin Donghi, reconocido como el más importante historiador argentino de la actualidad, conversó largamente con Ciencia Hoy. Habló, claro, de nuestra historia, pero en su testimonio también es posible encontrar muchas respuestas a los porqué de hoy.

LOS DISEÑOS DE LEONARDO: DEL PAPEL AL ESPACIO TRIDIMENSIONAL

GABRIELA TENNER

Durante más de cincuenta años, un ingeniero de Milán ha estado incorporando una realidad tridimensional a los bosquejos de Leonardo da Vinci. A partir de las anotaciones del artista, Roberto A Guatelli demostró que muchas de aquellas ideas podían ser llevadas a la práctica.

Visita nuestros archivos en www.cienciahoy.org.ar

EL CAMBIO GLOBAL

JOSÉ M SURIANO, LUIS H FERPOZZI Y DANIEL E MARTÍNEZ

Cosechas que alimentan al mundo donde antes había desiertos, ciudades imponentes donde antes reinaba el hielo, torrenciales lluvias sobre terrenos no preparados para contenerlas: los cambios que soporta el sistema ambiental de nuestro planeta pueden producirse a lo largo de millones de años o en unas pocas décadas. El tema del cambio global ya está en el centro de las preocupaciones estratégicas de las grandes potencias y la Argentina empieza a participar de ellas.

TRABAJO Y DISCRIMINACIÓN

ANA GARCÍA DE FANELLI, MÓNICA GOGNA Y ELIZABETH JELIN

Durante años se creyó que las desigualdades entre hombres y mujeres en el mercado de trabajo se debían a la falta de preparación educativa de estas últimas. Sin embargo, actualmente, cuando el alumnado que asiste a las universidades de nuestro país se distribuye casi en partes iguales entre ambos sexos, la proporción de mujeres que ocupan puestos de menor jerarquía y remuneración sigue siendo grande. Se trata de un problema de mentalidades que abarca a toda la sociedad y es estudiado aquí en su incidencia en el sector público nacional.

LA RADIACIÓN IONIZANTE Y SUS EFECTOS BIOLÓGICOS

MARÍA E BRANDAN Y PATRICIA OSTROSKY-WEGMAN

La radiación ionizante implica tanto riesgos como beneficios. Es necesario conocer sus principales efectos biológicos para saber hasta qué punto nuestra salud puede resultar afectada por ella, pero también se ha de evaluar el hecho de que muchas de sus aplicaciones no solo mejoran la calidad de nuestra vida, sino que pueden llegar a salvarla.

CIENCIA Y ARTE DE CONSTRUIR MOLÉCULAS

TEODORO S KAUFMAN, MARÍA I COLOMBO Y EDMUNDO A RÚVEDA

La síntesis de compuestos orgánicos, que tuvo su origen en hallazgos accidentales, recorrió en el presente siglo un camino signado por la generación de estructuras cada vez más complejas mediante procedimientos cada vez más sencillos, elegantes e ingeniosos. Así, EJ Corey, premio Nobel de química 1990, ha podido definir a quien realiza esta tarea como 'un explorador en extremo inclinado a especular, imaginar, incluso a crear'.

NOTAS SOBRE EL CÓLERA

STELLA M GONZÁLEZ CAPPA

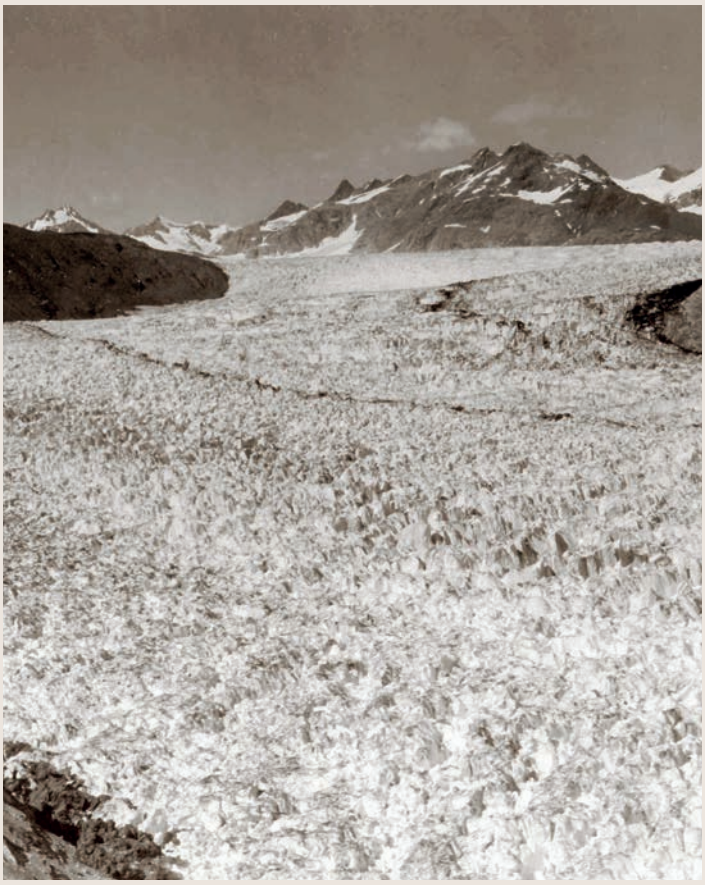
La sociedad ha sido informada sobre las medidas que deben adoptarse para prevenir el cólera. Resulta conveniente conocer, además, las razones por las cuales se han de tomar esas medidas. Con esa intención se comentan aquí algunos aspectos de los temas tratados por científicos argentinos y uruguayos desde estas páginas en mayo de 1991, cuando se iniciaba la epidemia en el Perú y las costas del Pacífico.

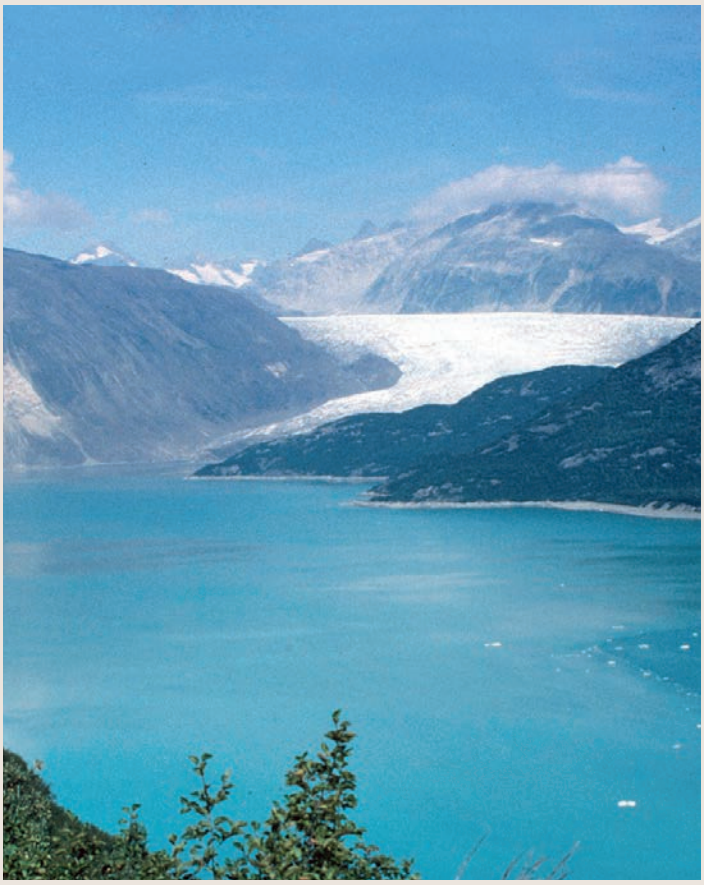
Cambio climático, glaciares y volcanes

Tanto en la literatura académica como en la prensa general se vienen publicando en las últimas décadas noticias acerca de la retracción de glaciares en prácticamente todo el mundo, lo mismo que sobre la disminución de los hielos en los casquetes polares, respaldadas por numerosos estudios y mediciones confiables, y a veces ilustradas por elocuentes fotografías, como las dos incluidas en esta página.

Otros estudios, realizados con métodos más complejos, mostraron que fenómenos de esta especie se produjeron repetidas veces, en el mismo sentido y en el inverso, a lo largo de los millones de años del tiempo geológico. Tanto en el pasado remoto como en el presente, esos cambios de los hielos terrestres mostraron clara correlación con los cambios de la temperatura media de la atmósfera, al punto que geólogos y climatólogos concluyeron que los aumentos y las disminuciones de dicha temperatura causan las alteraciones en sentido inverso constatadas en los glaciares. Y también causan los ascensos y descensos del nivel del mar, pues en un sistema cerrado como es la Tierra, menos glaciares sobre los continentes significa a grandes rasgos más agua líquida en los océanos, y viceversa.

Si lo anterior coincide con lo que cualquiera podría deducir con un poco de sentido común, no sucede lo mismo con lo que sostiene un artículo publicado en *Geology*, la revista científica de la Asociación Geológica de los Estados Unidos: que el cambio climático y su





Glaciar Muir, en Alaska, el 31 de agosto de 1941 y de 2004. Fotos de William O Field (izquierda) y Bruce F Molnia, NASA.

Erupción en 2010 del volcán Eyjafjallajökull, Islandia.

consiguiente modificación del tamaño de glaciares y hielos polares iría también de la mano de alteraciones en sentido inverso de la actividad volcánica en muchas regiones del mundo, algo que no es la primera vez que se observa. En otras palabras, del registro geológico se deduce que, tomando en cuenta la escala del tiempo geológico, existe correlación inversa entre glaciares y actividad volcánica.

Los autores del artículo que comentamos, activos en diversas universidades del Reino Unido y los Estados Unidos, basaron sus conclusiones en estudios sobre glaciares, clima y vulcanismo en Islandia. Investigaron la presencia de ceniza de volcanes (o *tefra*) de Islandia depositada en esa isla y en el norte de Europa, en formaciones de turba y en sedimentos lacustres, y advirtieron la relación inversa mencionada en el párrafo anterior.

La causa de que esto tenga lugar está abierta a discusión. La hipótesis más difundida es que el peso de gruesas capas de hielo comprime la corteza terrestre y el manto que esta tiene debajo, lo cual cierra los canales por los que el magma volcánico llega a la superficie. Inversamente, la disminución o desaparición de ese peso por derretimiento del hielo permite la llegada del magma a la superficie, es decir, causa una erupción volcánica.

Estas observaciones llevan a pensar que, con el aumento actual de la temperatura terrestre la humanidad no solo se enfrentará con una retracción de los glaciares y de los casquetes polares, y un incremento del nivel del mar, sino también con mayor actividad volcánica en las zonas con glaciares en tierra firme. Lo último, según los antecedentes examinados en el artículo que se comenta, tardará un tiempo en producirse: alrededor de unos 500 a 600 años. CH

Más información en SWINDLES GT *el al.*, 2017, 'Climatic control on Icelandic volcanic activity during the mid-Holocene', *Geology*, DOI *10.1130/G39633.1.*

A jugar al fútbol se aprende mirando...

...o por lo menos así lo hacen los abejorros

En experimentos realizados con abejorros de la especie *Bombus terrestris* –natural de Europa e introducida en la Argentina–, un grupo de investigadores de la Universidad de Londres demostró que dichos insectos poseen una importante flexibilidad cognitiva, la cual les permite mejorar un comportamiento aprendido: son capaces de aprender a jugar al 'fútbol' simplemente viendo cómo lo hacen otros abejorros.

El experimento o juego fue relativamente simple. Los abejorros debían transportar una pelota hacia una ubicación definida, que equivaldría al arco; si lo lograban, recibían azúcar en recompensa, como si hubiesen hecho un gol. Uno de los resultados más llamativos del trabajo no es que los insectos aprendieran un comportamiento tan ajeno a su conducta en la naturaleza, sino que hubiesen sido capaces de aprenderlo simplemente observando a sus congéneres.

La primera parte del experimento consistió en entrenar abejorros, que llamaremos instructores, a realizar la tarea indicada. Se les ponían delante tres pelotas, ubicadas a distintas distancias de la meta, de las que solo una, la más alejada de ella, se podía mover, pues las otras estaban adheridas al piso. Una vez que aprendían a 'patear' la pelota adecuada para recibir la recompensa, se les hacía repetir el ejercicio ante otros abejorros, que llamaremos aprendices.

En la segunda parte del experimento, los investigadores apuntaron a determinar si los aprendices eran capaces de jugar, es decir, buscaron evaluar el posible cometido del aprendizaje social en el comportamiento de los insectos. Los resultados mostraron que los abejorros aprendices no solo aprendieron a realizar la tarea perfectamente, sino que la llevaron a cabo más eficientemente que los instructores.

Para los aprendices, ninguna de las tres pelotas estaba adherida al suelo. Si solo hubiesen copiado a los instructores, habrían impulsado hacia la meta la misma pelota que estos, es decir la más alejada del arco; sin embargo, una amplia mayoría de los aprendices optó por impulsar la más cercana a este (lo que les significaba menos esfuerzo), incluso si era de color distinto.

Con estos experimentos, los investigadores mostraron que estos insectos son capaces de realizar un comportamiento dirigido a una meta que es distinto de sus conductas habituales en su medio natural, que fueron originadas en adaptaciones evolutivas. También constataron que los abejorros muestran una gran flexibilidad cognitiva. Esto sugiere que en especies cuyo estilo de vida requiere habilidades de aprendizaje avanzadas, como los insectos sociales, nuevos comportamientos pueden surgir de manera relativamente fácil.

Nos permitimos incluir aquí una reflexión relacionada a un tema candente de los recientes meses: ¿por qué no rinden como Messi los demás jugadores de la selección argentina? Tal vez Sampaoli debería seguir el consejo de los abejorros y simplemente pedirles a los integrantes del equipo que observen en detalle como aquel juega la pelota. Si Agüero, Dybala o Di María tuviesen la misma flexibilidad cognitiva que estos abejorros, tal vez en Rusia 2018 se cumpla nuestro gran deseo de alcanzar otra vez el campeonato. CH

Federico Gascue
fgascue@gmail.com

Nicolás Pírez
npirez@fbmc.fcen.uba.ar

Más información en LOUKOLA OJ *et al.*, 2017, 'Bumblebees show cognitive flexibility by improving on an observed complex behaviour', *Science*, 355, 6327: 833-836.

Carlos Herrmann
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

Rocas y minerales como fertilizantes de los suelos agrícolas

Cuando el suelo no es capaz de proveer los nutrientes que necesitan los cultivos, por su baja fertilidad natural o por haber sufrido un deterioro, esa provisión se logra con la aplicación de fertilizantes. En la pampa húmeda, que produce el 90% de los granos del país, en muchas situaciones se han registrado pérdidas significativas de nutrientes, causadas por diferentes procesos de degradación, entre ellos la erosión hídrica y eólica y la baja reposición de los nutrientes removidos por los cultivos que se cosechan. Por otro lado, ciertas características de los suelos, como su acidez o su salinidad, pueden adquirir valores inadecuados para la agricultura. Ambos tipos de deterioro comprometen la sustentabilidad del suelo como recurso natural, una situación que necesita ser atendida y corregida. Determinados minerales –en su gran mayoría existentes en el país– constituyen una fuente adecuada de materias primas para hacerlo.

Los nutrientes esenciales que las plantas obtienen de los suelos y permiten su crecimiento se clasifican según la cantidad de ellos que necesitan para desarrollarse en buenas condiciones. Así, habitualmente se habla de *macronutrientes*, que son sobre todo nitrógeno, fósforo y potasio; *mesonutrientes* (también llamados macronutrientes secundarios), principalmente azufre, calcio y magnesio, y *micronutrientes*, entre otros, boro, hierro, manganeso, cobre, cinc,

¿DE QUÉ SE TRATA?

Para mejorar la fertilidad y corregir la acidez o salinidad de los suelos se puede recurrir a minerales en lugar de a los productos industriales que se obtienen de ellos.

Deficiencia de potasio en el suelo indicada por el amarillo de los bordes de hojas de soja.

molibdeno, cloro, cobalto y selenio. Existen importantes diferencias en los requerimientos de nutrientes de cada cultivo y en la oferta de rocas y minerales con las que responder a esas demandas usándolas como fertilizantes.

Con pocas excepciones, las materias primas básicas con las que se elaboran los fertilizantes industriales mediante procesos químicos son rocas y minerales. Una de esas excepciones es el nitrógeno, pues no todos los países poseen yacimientos de nitratos que lo pueden aportar como mineral. Por eso, es común que los fertilizantes con nitrógeno sean elaborados por la industria química a partir de la síntesis del amoníaco.

Los nutrientes naturales encontrados en suelos derivan de la acción de los agentes como el agua, el oxíge-

Arriba. Plantación de girasol en la cuenca del Salado, pampa deprimida, donde la salinización de los suelos no es infrecuente y puede corregirse mediante la aplicación de yeso agrícola.

Abajo. Plantación de trigo en la pampa ondulada, una de las zonas de agricultura extensiva de más alta productividad del país, donde la propia práctica agrícola puede provocar la disminución de nutrientes esenciales en el suelo.

no y la temperatura sobre las rocas que los formaron, un fenómeno llamado *meteorización*. Las características de ese material originario, en especial su composición química, influyen sobre sus propiedades fertilizantes.

Los minerales, además de haber sido formadores originales de los suelos, constituyen también un importante recurso como fuente de nutrientes y, por ende, de mejoradores de las condiciones de fertilidad de esos suelos. Además, son también utilizados para corregir las mencionadas características de acidez o salinidad de aquellos suelos en que tienen o han tomado valores inconvenientes para los cultivos. Sin embargo, de la multiplicidad de minerales y rocas que existen, solo un puñado tiene relevancia para la sustentabilidad de los suelos agrícolas.

El caso del fósforo

La mayor parte de los fertilizantes fosfatados que se aplican a los cultivos pampeanos son productos industriales que se elaboran a partir de roca fosfórica natural mediante la acción de distintos ácidos. Sin embargo, sobre todo para mejorar suelos ácidos, esa misma roca fosfórica natural, obtenida de los yacimientos, puede ser utilizada aplicándola de manera directa, con las ventajas de su bajo costo comparativo y la liberación gradual de fósforo, lo que la hace particularmente apropiada para cultivos que se mantienen en explotación por varios años, como la vid, sobre todo con el fin de reponer al suelo sustancias extraídas en sucesivas cosechas.

Los yacimientos de rocas fosfáticas o fosforitas de los que se extrae el fósforo, que por lo general contienen más de 18% de pentóxido de fósforo (P_2O_5), suelen estar constituidos por rocas sedimentarias marinas, y en menor medida algunas rocas ígneas, con acumulaciones de guano. En el mercado mundial, más del 80% del fósforo se obtiene de la explotación de esas rocas, cuyo principal componente es la apatita, un fosfato de calcio, por lo que también es fuente de calcio.

Los principales yacimientos de este tipo están en el norte de África, pero también los hay en Australia, Brasil, Estados Unidos, Canadá, China, Kazajistán y Nueva Zelanda. El tamaño medio de sus reservas es del orden de 350 millones de toneladas, con alrededor de 20% de pentóxido de fósforo. En la Argentina se ha identificado una docena de cuencas sedimentarias con potencial para albergar rocas fosfóricas, pero su contenido de fósforo es comparativamente bajo y su tamaño, hasta donde se ha podido estimarlo, no alcanza el umbral de una explotación económica viable.

Cantera de yeso en San Rafael, Mendoza.

Arriba. Plantación de berenjenas en terrenos salinizados del valle Coachella, California.

Abajo. Deficiencia de potasio en el suelo indicada por el amarillo de los bordes de hojas de tomate.

Potasio en minerales de los salares

Por su origen geológico, los suelos pampeanos tienen un contenido original relativamente alto de potasio, pero existen situaciones en las que se requiere agregarles ese nutriente, el cual al presente se importa en su totalidad en forma de fertilizantes que también contienen nitrógeno, fósforo y distintas sales. Existen en la Argentina importantes reservas probadas de la principal materia prima mineral para producirlos, cloruro de potasio, tanto en salares andinos superficiales de Catamarca, Salta y Jujuy, donde forman parte de salmueras, como en yacimientos en profundidad de Mendoza y Neuquén, donde integran el mineral silvita, que es cloruro de potasio (KCl) con 60% de óxido de potasio (K_2O) soluble.

Rocas y minerales que aportan magnesio

En la Argentina, el magnesio se agrega principalmente en explotaciones intensivas, como las hortícolas, florales o frutales, ya sea incorporándolo al suelo o aplicándolo directamente al follaje del cultivo. Los minerales usados

como fuentes del elemento son el sulfato de magnesio ($MgSO_4$), el cloruro de magnesio ($MgCl_2$) extraído de salares, y la dolomía, un carbonato de magnesio y calcio, que podría utilizarse para liberar esos elementos lentamente al suelo.

Yeso, una forma de corregir suelos alcalinos y de reponer azufre y calcio

Existen compuestos, denominados *enmiendas*, que tienen como función principal corregir alguna característica inconveniente del suelo, como el exceso de determinado mineral. También pueden cumplir la función de fertilizante. El yeso es uno de ellos y se utiliza para corregir los suelos con exceso de sodio. Está constituido por sulfato de calcio y agua, con hasta 23% de calcio y 19% de azufre. Tradicionalmente se utiliza en agricultura para la corrección de suelos alcalinos, pero cumple también el cometido de fertilizante.

El yeso natural obtenido de yacimientos posee bajo costo por unidad de nutriente y es ambientalmente seguro; su principal ventaja comparativa es que incorpora al suelo azufre en forma de sulfato (SO_4). En la Argentina, una norma IRAM indica las especificaciones que debe cumplir el yeso mineral para uso agrícola, entre ellas su contenido de sulfato de calcio, sodio, hierro, aluminio y humedad, tamaño de las partículas y forma de preparación (granulado, pelletizado, molido).

En ciertas zonas de la pampa húmeda, por ejemplo, la cuenca del río Salado o pampa deprimida, los suelos exhiben una tendencia a la salinización y al exceso de sodio, lo que los hace inadecuados para cultivos con rendimientos pobres en suelos salinos y sódicos. Así, el yeso agrícola constituye una enmienda económica para los

Margas, piedras calizas mezcladas con arcillas, en el Negev, en el sur de Israel.

suelos sódicos. Su acción se basa en que el calcio intercambia su lugar con el sodio del suelo, el que luego puede ser arrastrado por el agua. El proceso anterior, sin embargo, requiere que el sodio desplazado por la aplicación de sulfato de calcio pueda drenar o infiltrarse en profundidad en el suelo en forma eficiente, lo cual depende de factores diversos, entre ellos pendientes y disponibilidad de agua en cantidad y de calidad adecuadas.

En la Argentina existen cuantiosas reservas de yeso de calidad apta para el uso agrícola, más o menos aprovechables según diversos factores, como su distancia a las zonas de aplicación. Los más importantes son los yacimientos de origen marino de la cuenca geológica neuquina, en las provincias de Neuquén, Mendoza y Río Negro. Los formados en antiguos ambientes lacustres, hoy situados en San Luis, Santiago del Estero, Catamarca y otras provincias no andinas, si bien más pequeños que los de la cuenca neuquina, tienen como ventaja su cercanía a los principales centros de consumo.

Carbonatos y cales, correctores de acidez en suelos

Los suelos de zonas húmedas, tropicales y subtropicales tienen una tendencia natural a incrementar su nivel de acidez, y los procesos agrícolas aceleran este proceso. Los valores de pH (la sigla significa *potencial de hidrógeno* y mide la concentración de ese elemento), que varían entre 0 y 14, son una medida de esa acidez (o su recíproca, la alcalinidad): cuanto más bajo el pH, mayor la acidez. Si bien los niveles críticos y óptimos de pH varían para cada especie vegetal, en algunas porciones de la región pampeana los suelos presentan para muchos cultivos valores de pH inferiores a los adecuados, que oscilan alrededor de 7.

Las rocas carbonáticas o carbonatadas, un recurso mineral común, constituyen un remedio extendido para corregir deficiencias de acidez de los suelos. Son rocas *sedimentarias* (formadas por acumulación de sedimentos) que contienen diferentes formas cristalinas de carbonato de calcio (CO_3Ca) u otros carbonatos. Entre las principales están las *calizas*, compuestas principalmente por *calcita*, una de esas formas, y las *dolomías*, cuyo componente mayor es la *dolomita*, un carbonato de calcio y magnesio [$(CO_3)_2CaMg$].

Las calizas y las dolomías se originaron normalmente a partir de bicarbonato contenido en agua de mar o de lagos, al que se agregaron, en el caso de las segundas, sales de magnesio también contenidas en el agua. El calor y la presión de determinados procesos geológicos formaron, a partir de ellas, mármoles calcíticos o dolomíti-

Arriba. Deficiencia de nitrógeno en el suelo indicada por el amarillo de las hojas de frutilla.

Abajo. Un pico en los Dolomitas, Alto Adige, de donde proviene el nombre de las dolomías, calizas cuyo componente mayor es la dolomita, un carbonato de calcio y magnesio.

cos. La Argentina es un importante productor de calizas y dolomías, con abundancia y variedad de yacimientos en buena parte del territorio, entre otros lugares en la zona precordillerana de San Juan y Mendoza, las sierras del sur de la provincia de Buenos Aires, las de Córdoba, la región noroeste del país y el norte de la Patagonia.

También se usan con los mismos propósitos agronómicos la conchilla, formada por la acumulación de restos fósiles de organismos como crustáceos, moluscos, etcétera, preservados en calcio natural; la cal viva, que es óxido de calcio (CaO) o la cal apagada, que es hidróxido de calcio (CaO_2H_2), elaboradas industrialmente, y otras variedades de carbonatos naturales de calcio, como los travertinos, que son calizas precipitadas en aguas termales, o margas, que tienen contenidos variables de arcillas.

La aplicación de correctores calcáreos, así como de carbonatos, tiene efectos duraderos según las dosis, los cultivos y el manejo posterior del suelo. También una norma IRAM especifica los requisitos para el uso agropecuario de estas sustancias, contempla la concentración del material utilizado y su granulometría. La mayor finura de esta significa mayor velocidad de reacción y un efecto más completo, pero menor residualidad.

Boro, zinc y otros micronutrientes

Los micronutrientes son requeridos en muy bajas cantidades por los cultivos y, por lo general, se incorporan en las mezclas de fertilizantes en dosis bajas, por ejemplo, se aplica menos de 1kg por hectárea de boro en sembrados de girasol o soja. Además del nombrado, los micronutrientes de mayor utilización son metálicos: cobre, hierro, manganeso, molibdeno y cinc.

Si bien los yacimientos de estos elementos abundan en la Argentina, es común que su aplicación agronómica se realice con preparados industriales o bien aprovechando su presencia marginal en otras rocas o minerales. Sin embargo, el país es un gran productor de boratos para diversos usos, en yacimientos de bórax, que es un borato de sodio, entre ellos Tincalayu, en la puna de Sal-

Cantera de ceolitas, que son alúminosilicatos, en Armenia.

ta sobre el límite con Catamarca (entre San Antonio de los Cobres y Antofagasta de la Sierra), y Loma Blanca, a escasos 20km al oeste de Coranzulí, en la puna de Jujuy, que están entre los principales del mundo.

Uso agrícola de las ceolitas

Las poco conocidas ceolitas son alúminosilicatos con la capacidad de hidratarse y deshidratarse de manera reversible. Tienen una estructura cristalina tridimensional y existen en formas tanto naturales como sintéticas; de las primeras se ha identificado unas cuarenta, encontradas en rocas tanto sedimentarias como metamórficas y volcánicas. Un grupo particular de ceolitas presenta propiedades que serían adecuadas para determinados usos agronómicos, pues facilitarían la aplicación de fertilizantes nitrogenados de liberación lenta. Su capacidad de retener humedad permitiría utilizarlas en regiones áridas. Por el momento no se las aplica en forma extensiva, pero se realizan investigaciones y ensayos en diferentes tipos de suelos. Los principales productores mundiales de ceolitas naturales son China, Corea del Sur, Japón, Jordania, Turquía, Eslovaquia y los Estados Unidos. En la Argentina, el Servicio Geológico Minero (SEGEMAR) tiene identificados varios depósitos portadores del mineral, principalmente en La Rioja, San Juan, Mendoza y Chubut, cuyas características se está investigando.

Reflexiones finales

Del volumen total de fertilizantes que utiliza la agricultura argentina, la mayor parte está compuesta por productos industriales, de los que se aplican unos 4 millones de toneladas anuales. Son escasos los minerales usados en competencia con ellos para ese propósito, tanto en número como en volumen: entre ellos están el yeso agrícola, utilizado para aportar de azufre y calcio, nutrientes cuya adecuada presencia produce importantes mejoras de rendimiento en muchos cultivos; y los carbonatos, en especial dolomita, aplicados para corregir la acidez y enmendar deficiencias de calcio y de magnesio. En la actualidad se aplican unas 50.000 toneladas anuales de yeso y dolomitas. También como aportantes de nutrientes, los minerales encuentran difícil competir con los productos industriales, que establecieron una amplia red de distribución y de apoyo al productor, y lograron el reconocimiento de este.

Por otra parte, se ha ido afianzando la conciencia sobre cuán importante para la rentabilidad futura de la tierra agropecuaria es mantener la fertilidad del suelo, aunque hay factores que conspiran en contra de lograrlo, como la práctica ampliamente difundida en la región pampeana de dar los predios en arrendamiento con contratos de tres años, una situación en la que los intereses de propietario y arrendatario tienden a no coincidir. En contraposición con lo último, sin embargo, se oyen regularmente voces autorizadas –de asociaciones de productores, entidades académicas, el INTA, etcétera– sobre los riesgos de las explotaciones en las que la extracción de nutrientes no se contrarresta con su reposición.

Para esta, lo mismo que para el tratamiento de suelos salinos o ácido, los minerales pueden constituir una alternativa de costo relativamente bajo, aplicados, por ejemplo, en dosis de sustentación o mantenimiento, y complementando el uso de productos industriales como fertilizantes de rápida respuesta. CH

LECTURAS SUGERIDAS

HERRMANN C y GOZALVEZ M, 2005, *Disponibilidad de fertilizantes y enmiendas minerales para el agro argentino*, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.

PEREYRA F y TORRES DUGGAN M (eds.), 2016, *Suelos y geología argentina: una visión integradora desde diferentes campos disciplinarios*, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo-Asociación Geológica Argentina-Universidad Nacional de Avellaneda.

VIGLIZZO E *et al.*, 2002, 'La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana', Ciencia Hoy, 12, 68: 38-51.

Carlos Herrmann

Doctor en geología, UBA.
Auxiliar docente, FCEYN, UBA.
Director de Recursos Geológicos Mineros, SEGEMAR.
recursosmineralesyambiente@gmail.com

LA Recherche

Artículo firmado por
Denis Delbecq
publicado en *La Recherche*,
524: 34-40, junio de 2017.
Traducido y adaptado
por CIENCIA HOY.

Viaje al centro del átomo

Los átomos son los ladrillos con los que está conformada la materia. Pero esos ladrillos solo constituyen el inicio de la historia. En un átomo, un séquito de electrones remolina en torno a un núcleo: si se ampliara un átomo a las dimensiones de la Tierra, su núcleo sería más pequeño que París. El núcleo es un mundo completo en el corazón del universo atómico. Es mucho más complejo que la bolita de materia que uno ingenuamente se imagina. Es un mundo variado, regido por efectos cuánticos, en el que ningún núcleo se asemeja a su vecino. Y con elementos cada vez más pesados descubiertos en el laboratorio, es un mundo que los investigadores continúan explorando.

La asombrosa diversidad de los núcleos atómicos

Es minúsculo y sin embargo de una insólita complejidad. A más de cien años de su descubrimiento, el núcleo atómico conserva enormes secretos. ¿Cómo explicar su comportamiento? ¿Cómo comprender la diversidad y la abundancia de los elementos observados en el universo? Hay tantas preguntas sin respuestas ciertas que nadie ha logrado aún describir el átomo en un marco global. 'Estoy estupefacto de advertir que para los núcleos pesados el modelo cambia prácticamente en cada experiencia', confiesa un físico teórico experto en cálculos *ab initio*, es

¿DE QUÉ SE TRATA?

Los ladrillos que componen la materia que nos rodea todavía encierran secretos en su diversidad y en su estructura. Para penetrarlos, los físicos estudian en el laboratorio núcleos atómicos exóticos, es decir, inexistentes en la naturaleza.

decir, en partir de las interacciones más fundamentales para recomponer el rompecabezas del núcleo.

Con los trabajos de Ernest Rutheford (1871-1937), se consideró al átomo como un todo. Joseph John Thomson (1856-1940) había hablado antes de un budín con pasas: una masa con cargas positivas en la que están incrustados los electrones negativamente cargados. En 1911, Rutheford puso a prueba el modelo de Thomson, su antiguo director, bombardeando una delgada hoja de oro con partículas alfa, idénticas a núcleos de helio. Constató, para su sorpresa, que algunas volvían atrás. 'Fue tan increíble como haber disparado un proyectil de grueso calibre sobre una hoja de papel de seda y haberlo recibido de rebote', explicó Rutheford antes de concluir que un átomo está formado por un núcleo de protones, denso y minúsculo, rodeado a buena distancia por electrones. Después, en 1932, James Chadwick (1891-1974) descubrió el neutrón, lo que permitió a Werner Heisenberg (1901-1976) y Dimitri Ivanenko (1904-1994) sugerir, unos meses más tarde, una descripción del núcleo que sigue vigente: es un ensamble de nucleones, es decir, protones y neutrones, con un diámetro de alrededor de un femtómetro (1fm = 10^{-15}m), cien mil veces más pequeño que el séquito de electrones y, por ende, que el átomo.

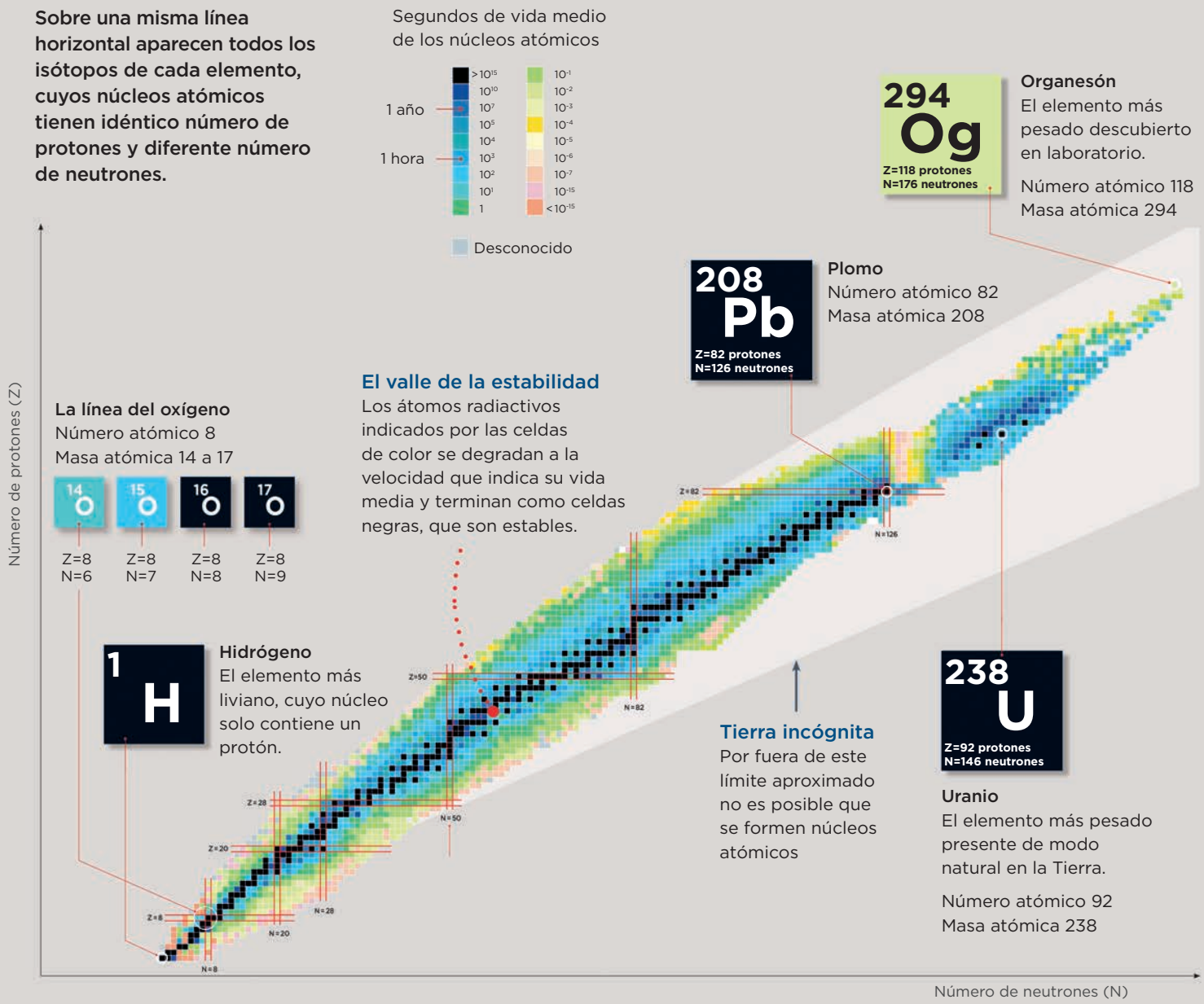
Esta visión permitió realizar avances espectaculares, por ejemplo, en las aplicaciones de la física nuclear, entre ellas, liberar energía de manera controlada o explosiva, así como sondear y curar el cuerpo humano. Esta representación permitió también describir los núcleos estables y los que no lo son. Después de haber concebido el núcleo como una gota líquida –lo que permite entre otras cosas estimar su masa de manera aproximada–, los físicos se inclinaron por un modelo de capas, como usan para representar los niveles de energía de los electrones en su nube. Para cada tipo de núcleo, una primera capa puede albergar dos partículas; la segunda, seis, y la tercera, doce. Y de la misma manera que un átomo es químicamente más estable si su capa externa de electrones está completa, un núcleo tiene mayor estabilidad si su capa periférica de protones o de neutrones está llena. Ello arroja números calificados de 'mágicos', como 2 (primera capa completa), 8 (las dos primeras) o 20 (las tres primeras). Los números siguientes son 28, 50, 82 y 126. Cuando los núcleos son 'mágicos' por partida doble, es decir tanto por sus neutrones como por sus protones, resultan particularmente estables y más abundantes que los núcleos vecinos, como es el caso del helio 4 (2 protones, 2 neutrones), del oxígeno 16 (8 protones, 8 neutrones) o del plomo 208 (82 protones, 126 neutrones), el más pesado de los núcleos estables del universo. Y como ciertas capas poseen varias subcapas de energías próximas, existen también núcleos con una de esas subcapas llena. Esto explica, por ejemplo, la estabilidad del carbono 12 (6 protones, 6 neutrones), a pesar de que su número de nucleones no sea 'mágico'.

LA BÚSQUEDA DEL CÁLCULO *AB INITIO*

Durante mucho tiempo, los físicos buscaron la manera más efectiva de construir modelos matemáticos o modelizar los núcleos atómicos. 'Ella consiste en partir de un objeto relativamente bien conocido y luego describir las diferencias que aparecen cuando se le agregan nucleones', aclara Duguet, y prosigue: 'Se puede considerar los isótopos de flúor (9 protones) como la suma de un núcleo de oxígeno doblemente «mágico» (8 protones, 8 neutrones) más un protón y algunos neutrones, y luego calcular los efectos inducidos por los últimos'. Este tipo de descripción conduce a una multitud de modelos difíciles de armonizar. 'El cálculo *ab initio* permite apuntar a modelos más globales, que se apoyan en escalas más fundamentales. Para núcleos con masas inferiores a 12, este enfoque resultó eficaz a partir de la década de 1980.'

Para reducir la complejidad de la ecuación de Schroedinger, que gobierna el estado cuántico del núcleo, y extender el campo de aplicación de estos métodos, los físicos teóricos procuran primero organizar los procesos según su importancia. Así, solo toman en cuenta las interacciones de dos o tres nucleones y descartan las otras por su menor influencia. 'Se constata que es necesaria una interacción de tres nucleones para que aparezca el apareamiento espín-órbita y para explicar el número «mágico» 28. Hacen falta más esfuerzos para esperar comprender los números «mágicos» más allá de ese o determinar el conjunto de núcleos autorizados por las leyes de la mecánica cuántica y la interacción fuerte.' Algo sin sentido, teniendo en cuenta que la complejidad de las ecuaciones a resolver crece exponencialmente con el número de partículas.

De diez años a esta parte, los métodos *ab initio* han realizado grandes progresos gracias a nuevos enfoques teóricos y al rápido aumento de la capacidad de las computadoras. Cada vez más, los investigadores arraigan su trabajo en la cromodinánica cuántica, que gobierna las partes constitutivas de los nucleones, para deducir las restricciones vigentes en el seno del núcleo. En cuanto al razonamiento *ab initio* más fundamental, que aspira a describir el núcleo a partir de sus partes más elementales, encuentra una dificultad adicional: contrariamente a los nucleones, los quarks alcanzan velocidades relativistas cercanas a la de la luz. Hay para ocupar cerebros y computadoras por décadas.



Distribución de los núcleos atómicos según el número de protones y neutrones que los componen. Los colores indican el tiempo de vida media de los núcleos, es decir, el tiempo en que se desintegra la mitad de los núcleos debido a la radiactividad; las celdas negras indican núcleos estables. *New Scientist* y National Nuclear Data Centre

El valle de estabilidad

Si se representa en dos dimensiones la distribución de los núcleos conocidos en función de los números de sus protones y neutrones, y se agrega en la tercera dimensión su falta o debilidad de cohesión, la cual hace inestables a los núcleos, se advierte que se forma un valle bordeado de pendientes escarpadas. Ese valle reúne los 291 núcleos estables conocidos existentes en el universo, los que en su mayoría poseen un ligero excedente de neutrones, necesario para compensar la repulsión electrostática entre protones. A ambos lados del valle se ubican los núcleos inestables, que se precipitan por las pendientes al sufrir uno o varios procesos nucleares hasta que llegan al valle. Así, en el flanco de los núcleos ricos en neutrones, el cesio 143 (55 protones, 88 neutrones) experimenta cinco transformaciones sucesivas de neutrón en protón (desintegración beta menos, que emite un electrón y la antipartícula del neutrino) que lo transforman en neodimio 143 (60 protones,

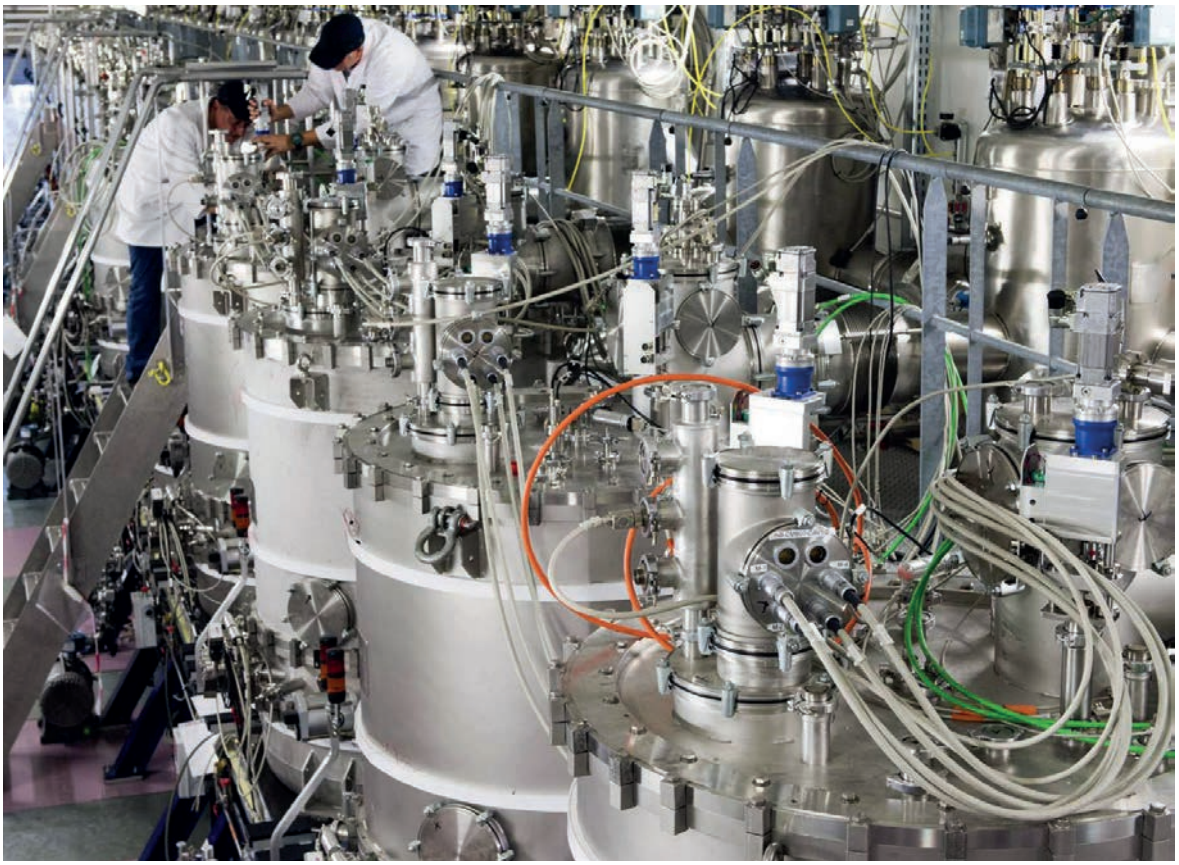
83 neutrones), que es estable. Del otro lado del valle se ubican los núcleos demasiado ricos en protones, como el oxígeno 14, con 8 protones y 6 neutrones. Este sufre una desintegración beta más, que transforma un protón en neutrón y emite un antielectrón y un neutrino, de lo que resulta un átomo estable de nitrógeno 14. Otros núcleos, más pesados, sufren desintegraciones alfa y beta. Y los núcleos más pesados son susceptibles de fisión, que los divide en dos o tres fragmentos, los cuales, a su vez, sufren desintegraciones hasta arribar al valle de estabilidad.

Fuera de los núcleos estables, los físicos han podido crear, entre todos los posibles, cerca de tres mil núcleos exóticos, es decir, que no se encuentran naturalmente en la Tierra. Lo hicieron en los reactores nucleares o en los aceleradores de partículas, como el Gran Acelerador Nacional de Iones Pesados (Ganil), instalado en Caen. Existirían miles de otros núcleos. Los investigadores procuran encontrar los límites de la estabilidad, es decir, la curva que engloba todos los núcleos formados y aglutinados por la fuerza nuclear. Para los núcleos más livianos, esa línea resulta definida por los modelos matemáticos y verificada experimentalmente. 'Se constata, por ejemplo, que no existe un diprotón [helio sin neutrones], ni un dineutrón', explica Thomas Duguet, del Comisariado de Energía Atómica (CEA).

Repensar los modelos

Para los núcleos más pesados, todavía inaccesibles a la modelización y a la simulación numérica, pues se requeriría manejar demasiados parámetros, solo la experimentación permite establecer la mencionada línea. 'Para los núcleos ricos en neutrones, solo se lo puede hacer hasta ocho protones', continúa Duguet. 'Para aquellos ricos en protones, se puede llegar hasta 91 protones', precisa Vittorio Somà, también teórico del CEA. Más allá de eso, la línea se traza hasta cierto punto a dedo.

Para avanzar, los investigadores se empeñan en crear nuevos núcleos exóticos y, también, en repensar los modelos. 'Uno se pregunta hasta qué punto es posible describir las propiedades del núcleo a partir de las interacciones elementales entre nucleones', comenta Somà. A lo largo de las décadas, los descubrimientos sobre el núcleo y sus componentes han reforzado el misterio. Para empezar, protones y neutrones no son partículas elementales. Ambos están formados por quarks, minúsculas partículas ligadas por los gluones, las partículas que sirven de vehículos a la interacción fuerte. Esta es una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza, relativamente bien descripta por la cromodinámica cuántica, pero acerca de la cual nadie sabe cómo verdaderamente origina la fuerza nuclear,



Acelerador lineal construido en el Ganil, en Caen, Normandía.

LA SINGULARIDAD DEL SILICIO 34

Comparando el silicio 34 con el azufre 36, ambos con 20 neutrones, los físicos pudieron deducir que hay la misma densidad de neutrones en ambos núcleos. Por el contrario, la densidad de protones del silicio 34 es 40% inferior a la del azufre. 'Todo sucede como si uno de los niveles de energía correspondiente a protones cercanos al centro del núcleo atómico estuviese vacío, de donde proviene la semejanza con un halo', en palabras de Sorlin. Esto constituye una singularidad, que se encuentra asociada con el apareamiento espín-órbita, y que aparece en el origen de la mayoría de los números 'mágicos', como 28, 50, 82 y 126. Su constatación abre nuevas perspectivas a los modelos, pues en tanto que la densidad de nucleones se mantenía cercana en todos los núcleos, no era posible estudiar su relación con la interacción espín-órbita. El silicio 34 resulta así una mina de información para los físicos teóricos, en especial para modelizar mejor los núcleos producto de explosiones estelares y padres de núcleos estables. Muy recientemente, la medición indirecta de la estructura del halo de silicio 34 fue corroborada por el equipo de Duguet.

principal fuente de cohesión de los neutrones. Peor aún, la incesante danza de los quarks y los gluones a veces transforma los neutrones en protones e, inversamente, por efecto de otra de las fuerzas elementales de la naturaleza, la interacción débil, por el proceso de desintegración beta. Una tercera fuerza fundamental, la interacción electromagnética, complica las cosas, pues aleja los protones por la repulsión de Coulomb. Se agregan también efectos de borde, pues los nucleones ubicados en la periferia del núcleo tienen menos vecinos que aquellos cercanos al centro. Además, está el principio de exclusión de Pauli que impide que, en su comportamiento cuántico, los fermiones –protones y neutrones son fermiones– ocupen el mismo estado. Esa naturaleza cuántica dota a las partículas de un espín, que se puede describir como un sentido de rotación sobre ellas mismas, que interactúa con sus desplazamientos en el seno del núcleo. Tal interacción se conoce por apareamiento espín-órbita, cuya importancia en la física nuclear se reconoce cada día más. 'Es un verdadero rompecabezas', subraya Olivier Sorlin, investigador del Consejo Nacional de Investigación Científica (CNRS) en el Ganil, 'porque el núcleo crea su propio potencial, su propia reserva de energía'. Y Jean-Paul Ebran resume: 'Estamos ante un problema de N cuerpos que resulta tanto más complejo por la existencia de cuatro tipos de fermiones en el núcleo, pues cada uno de los neutrones y de los protones tiene dos estados posibles de espín'.

Para un sistema con dos o tres partículas que interactúan, la modelización matemática está al alcance de los físicos. De la misma manera, en sistemas que incluyen un número considerable de elementos, los métodos de la física estadística describen cierto número de magnitudes observables, como la temperatura y la presión de un gas. Pero la mayor parte de los núcleos atómicos caen entre esas dos aguas, lo cual dificulta particularmente la determinación de su geometría y de sus propiedades.

Por largo tiempo considerados esféricos –como lo son los núcleos 'mágicos'–, los núcleos atómicos exhiben una asombrosa diversidad. Algunos tienen forma de pelota de rugby; otros, de plato volador, o de pera, o de banana. Determinadas geometrías, como la de la esfera, se caracterizan por una saturación de nucleones: alejándose del centro, la densidad se mantiene primero constante y luego de derrumba violentamente. Sin embargo, hay núcleos que escapan de esa regla. Así, algunos tienen la geometría de una aureola, con una densidad que decrece con lentitud en la periferia, por ejemplo, el litio 11. Y hay más extraños. Mientras se ha constatado que la densidad central es similar en la mayoría de los núcleos, existe por lo menos uno que escapa a esa regla. En 2016, un grupo de investigadores conducido por el mencionado Sorlin descubrió en un experimento realizado en los Estados Unidos que el núcleo de silicio 34 tiene forma de halo. Este tipo de investigaciones ayuda a comprender cómo se forman los números 'mágicos' y por qué algunos pueden desaparecer si se agregan neutrones a un elemento. 'Nuestro grupo había observado la desaparición del número 28 en el silicio 42, que es un núcleo muy deforme', señala el nombrado.

Otros trabajos confirmaron que ciertos núcleos presentan una estructura de naturaleza molecular. En 2014, el grupo teórico del nombrado Ebran demostró, para toda una serie de núcleos, que entre ellos aparecen algunos muy pequeños. Eso explica, por ejemplo, ciertas observaciones de carbono 12 que revelan un reagrupamiento de nucleones en forma de tres núcleos de helio. La estructura molecular explica su proceso de formación, por la fusión de un berilio –a su vez originado en la fusión de dos helios– y de un tercer helio. 'En su estado fundamental, el núcleo de neón 22 presenta un núcleo de carbono 12 en el centro y dos de helio; los dos últimos neutrones refuerzan los vínculos entre esos tres núcleos', sostiene Ebran, y agrega: 'Esa estructura

molecular se advierte hasta el calcio (20 protones), más allá del cual los agregados tienen menos tendencia a formarse. Pero en la superficie de ciertos núcleos pesados la formación de un agregado resulta favorable en materia energética, lo que permite, por ejemplo, interpretar la radiactividad alfa del polonio 212'.

Los progresos de la física nuclear son muy esperados por los astrofísicos, a quienes les falta información para entender en detalle el funcionamiento de las estrellas, en especial, de los acontecimientos cataclísmicos que padecen. También necesitan ese conocimiento para deducir la abundancia relativa de núcleos atómicos en el cosmos, dado que solo los más livianos –hidrógeno y helio esencialmente– datan de los primeros instantes de existencia del universo, mientras todos los demás se originaron en las menos frecuentes reacciones de fusión. Una parte de esos núcleos se formó en las estrellas, cuya duración hace posible lo improbable; la otra lo hizo en el transcurso de procesos todavía mal comprendidos desencadenados por los mencionados acontecimientos cataclísmicos, por ejemplo, las supernovas y las fusiones de estrellas de neutrones. Ante los numerosos procesos que dependen de quarks y de gluones, cuyos efectos en gran escala nos resultan difíciles de describir, los físicos esperan explorar los núcleos en forma más detallada, con los electrones, que son 1800 veces más livianos que los protones y los neutrones. En los Estados Unidos, los físicos trabajan sobre un colisionador de electrones con iones, un proyecto que está bastante avanzado pero cuyo calendario pende de la imprevisibilidad del actual ocupante de la Casa Blanca. En Europa, el CERN contempla desde hace tiempo agregar al Gran Colisionador de Hadrones una línea de electrones y así disponer de un Gran Colisionador de Hadrones-Electrones. Hay apuro. CH

GLOSARIO

Desintegración alfa. Degradación radiactiva por emisión de partículas alfa. Por cada partícula emitida por un átomo radiactivo, este ve reducido su número atómico en 2 unidades.

Desintegración beta. Degradación radiactiva por emisión de partículas beta. Puede ser beta menos (-), la emisión de un electrón y una antipartícula del neutrino, o beta más (+), la emisión de una antipartícula del electrón (o positrón) y un neutrino.

Gluones. Partículas que sirven de vehículos a la interacción fuerte por la que los quarks se aglutinan y forman protones y neutrones.

Masa atómica. Indica para cada elemento el número de nucleones (protones + neutrones) del núcleo de sus átomos.

Neutrones. Partículas sin carga eléctrica que se encuentran en el núcleo de todos los átomos salvo el de hidrógeno.

Nucleones. Son las partículas que componen el núcleo atómico, en particular, protones y neutrones.

Número atómico. Indica para cada elemento el número de protones del núcleo de sus átomos.

Números mágicos. El término se aplica en física nuclear a aquellas cantidades de protones o neutrones que completan las capas en que se ubican en el núcleo atómico. Los más comunes son 2, 8, 20, 28, 50, 82 y 126. Se cree que la denominación se debe al físico estadounidense nacido en Hungría Eugene Wigner (1902-1995), premio Nobel en 1963.

Partículas alfa. Dos protones y dos neutrones aglutinados formando una partícula idéntica a un núcleo de helio.

Partículas beta. Electrones o antielectrones (positrones) emitidos con alta energía en la degradación radiactiva de núcleos atómicos.

Protones. Partículas con carga eléctrica positiva que se encuentran en el núcleo de todos los átomos y tienen una masa levemente menor que los neutrones. El número de protones de cada elemento químico es su número atómico.

Quarks. Partículas elementales que son constituyentes fundamentales de la materia. Se combinan para formar partículas compuestas (llamadas hadrones), como los protones y los neutrones, que forman los núcleos atómicos.

LECTURAS SUGERIDAS

DEBU P, 2017, *Noyaux et radioactivité*, Presses des Mines, París.

FERNÁNDEZ B, 2006, *De l'atome au noyau*, Ellipses, París.

STILL B, 2017, *La Vie secrète des atomes*, Dunod, París.

Aedes aegypti. Entre los extremos de las alas el insecto mide unos 1,8cm. Dibujo Amedeo Terzi, Wellcome Trust.

Arnaldo Maciá
Facultad de Ciencias Naturales y
Museo, UNLP

Las 'tácticas' de *Aedes aegypti*

Aedes aegypti es un pequeño mosquito de hábitos crepusculares o diurnos difícil de distinguir de otras especies parecidas. Es originario de África y conocido por la ciencia desde el siglo XVIII. Está hoy presente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, y constituye un riesgo para la salud pública, pues transmite comprobadamente, por lo menos, fiebre amarilla urbana, dengue, zika y chicunguña, enfermedades virales que originaron epidemias en varios países en los últimos años. Entre los mosquitos perniciosos tal vez solo sea superado en los estragos que causa por los del género *Anopheles*, transmisores de malaria. Su adaptación al ambiente urbano y a los domicilios de la gente –es decir, el hecho de que sea un insecto *sinantrópico* ('que vive con humanos')– es una de las principales causas de que resulte tan nocivo.

En esta nota trato algunos de los procesos biológicos (los que podrían denominarse 'tácticas', o 'estrategias') que posibilitan esa asociación, sin entrar en las facetas virológicas, genéticas y sociológicas de la epidemiología de las mencionadas enfermedades, de las que el mosquito no es el causante sino el transmisor o *vector*.

Los rasgos de la especie que favorecen la cohabitación domiciliaria de estos mosquitos se advierten a todo lo largo de sus estados su desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto.

Huevos

Las hembras de *A. aegypti* son *hematófagas*, es decir, se alimentan de sangre. Luego de digerir la que succiona-

¿DE QUÉ SE TRATA?

La entomología puede explicar muchos de los mecanismos biológicos que convierten al mosquito transmisor de dengue, chicunguña, zika y fiebre amarilla en un insecto domiciliario.

ron de personas o de animales, depositan sus huevos en las paredes internas de recipientes con agua, a la altura de su unión con el aire. Floreros de cementerios, neumáticos desechados y baldes son, entre otros, los recipientes más utilizados, aunque también pueden aprovechar receptáculos naturales en plantas como bromelias y bananos, huecos en troncos de árboles, etcétera. Si el agua los cubre, los huevos eclosionan y de cada uno emerge una larva; si no los cubre, permanecen sin eclosionar, pero el embrión sigue vivo por varios meses, es decir, los huevos quedan en *diapausa*.

Los huevos de varias especies de mosquitos poseen estas características, pero los de *A. aegypti* exhiben mayor resistencia a la desecación, como lo demostraron los investigadores japoneses Teiji Sota y Motoyoshi Mogi, respectivamente de las universidades de Kyoto y Saga, quienes sometieron huevos de cinco especies del género *Aedes* –tres que viven en bosques y dos en medio urbano– a diferentes lapsos fuera del agua combinados con distintas humedades relativas ambiente. Constataron que *A. aegypti* fue el que más resistió la ausencia de agua, lo que ayudaría a explicar que la especie se adapte a la vida domiciliaria incluso en zonas áridas. Esa característica permite que los huevos del insecto sobrevivan al invierno en recipientes secos, cuando no podrían eclosionar por las bajas temperaturas, aunque hubiera agua suficiente.

Por eso es muy importante para el control de la especie eliminar recipientes que puedan actuar como criaderos, en los cuales puede haber huevos que no se ven –pues miden alrededor de medio milímetro de largo– protegidos por paredes rígidas de baldes, latas o tanques. El comercio internacional de neumáticos usados que contenían huevos diseminó a *A. aegypti* en forma veloz y por gran parte del mundo.

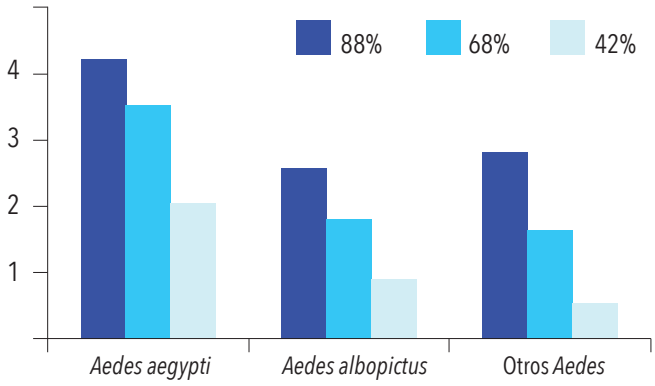
Larvas

La resistencia de las larvas de *A. aegypti* a la escasez de alimento es mayor que la de otras especies de mosquitos con hábitos similares. Esto las beneficia si crecen en receptáculos artificiales, en que puede haber menos comida que en ambientes naturales como huecos en árboles.

Una forma de procurar la reducción de poblaciones de mosquitos es recurrir a sus enemigos naturales, sean predadores, patógenos o parásitos. Tal *control biológico* no suele tener los efectos ambientales adversos de muchos insecticidas químicos. Así, los peces son predadores eficientes de larvas y pueden reducir o eliminar sus poblaciones. Hay virus, bacterias, hongos, protozoos y gusanos nemátodos que perjudican o matan mosquitos. Pero, a pesar de las numerosas búsquedas realizadas, se encontraron pocos organismos que tengan ese efecto sobre *A. aegypti* en el medio urbano. Probablemente, los recipientes artificiales en que se desarrollan sus larvas en ese medio constituyan un entorno hostil para potenciales parásitos o patógenos.

Izquierda. *Aedes aegypti.* Foto Muhammad Mahdi Karim, Wikimedia Commons.

Derecha. Huevos de *Aedes aegypti*. La barra que da la escala mide 1 mm.



Tiempo de supervivencia fuera del agua (en meses, en el eje vertical) de los huevos de mosquitos del género *Aedes* en tres condiciones de humedad relativa ambiente. Adaptado de Sota T y Mogi M, 'Interspecific variation in desiccation survival time of *Aedes* mosquito eggs is correlated with habitat and egg size', *Oecologia*, 90, 3: 353-358, 1992.

Existen en el extranjero, sin embargo, antecedentes de control biológico exitoso, principalmente con peces, que son adecuados en grandes depósitos de agua, con crustáceos capaces de devorar larvas pequeñas, y con bacterias, sobre todo *Bacillus thuringiensis israelensis*, que libera una toxina letal solo para larvas de mosquitos y otros dípteros. En la Argentina el control biológico de *A. aegypti* se encuentra en etapa experimental o se aplicó en pequeña escala; solo se ensayó en forma sistemática la mencionada bacteria como profilaxis del dengue.

Un proceso natural al cual están sometidos los seres vivos es la competencia por los recursos que necesitan para vivir, por ejemplo, espacio, agua o comida. Puede suceder que en determinado medio un recurso dado sea insuficiente para cubrir las necesidades de los organismos allí presentes. Imaginemos un frasco con agua de lluvia colonizado por *A. aegypti*, en el que el alimento disponible para cada larva, compuesto sobre todo por microorganismos y algo de materia orgánica, sea escaso y lleve a las larvas a competir entre ellas. Esa *competencia intraespecífica* es interesante porque puede alterar las características de los mosquitos adultos resultantes, incluyendo su capacidad de diseminar una enfermedad. Las larvas que triunfan en la competencia por la comida podrían generar adultos más longevos, con mayor fecundidad o capacidad de vuelo.

Hace unos años realicé un experimento para saber cómo reaccionaba *A. aegypti* cuando sus larvas estaban hacinadas en un criadero y cómo esa competencia influía en los rasgos vitales de los insectos una vez llegados a adultos. Usé neumáticos y floreros similares a los frecuentes en cementerios como recipientes, y sembré en ellos larvas en densidades variables. En los neumáticos el crecimiento de las larvas resultó más lento que en los floreros, las pupas resultantes fueron más grandes y las hembras que emergieron de ellas exhibieron mayor fecundidad porque pusieron más huevos. Pero también hubo más mortandad en las larvas de los neumáticos que en las de los floreros. En conclusión, la mayor cantidad de larvas muertas en los neumáticos se compensó con una mayor fecundidad de las hembras que originaron las supervivientes.

El experimento probó que las consecuencias de vivir con mayor o menor hacinamiento dependen del ambiente. Un segundo experimento reveló que el grado de hacinamiento tiene un efecto drástico en la biología de *A. aegypti*. Comprobé que, a mayor hacinamiento de las larvas, más pequeñas resultaron las pupas, las que originaron hembras también pequeñas y menos fecundas; además, las larvas tardaron más en transformarse en pupas y muchas murieron en el trayecto. Pero algunos individuos se desarrollaron más rápidamente que los otros, y fueron así capaces de evadir la competencia con los de su misma generación, al costo de que sus pupas fuesen más pequeñas.

Larva de *Aedes aegypti*. Las larvas de los mosquitos son acuáticas y por lo general se distinguen de las de otros insectos por poseer una cabeza evidente, un tórax globoso más ancho que el resto del cuerpo y un abdomen segmentado en cuyo extremo hay dos estructuras: una dorsal, en forma de tubo para respirar, y otra ventral, con papilas anales. La barra que da la escala mide 5mm.

Aedes aegypti hembra picando a una persona. Adviértase el color del abdomen, que delata la presencia de sangre. Foto Center for Disease Control and Prevention

No siempre *A. aegypti* es el único mosquito que comienza su ciclo de vida en el agua de recipientes domiciliarios: a veces comparte ese hábitat con otra especie llamada *Culex pipiens*, el mosquito nocturno que suele importunarnos en el dormitorio con su zumbido. La pregunta inevitable que surge de su presencia es si sus larvas compiten con las de *A. aegypti* en el agua de recipientes caseros. Para responder a ella, con Analía Francia, de la Universidad Nacional de La Plata, diseñamos un ensayo por el cual sembramos juntas y en distintas proporciones larvas de *A. aegypti* y de *C. pipiens* en neumáticos, y también las sembramos separadas en el mismo tipo de receptáculos. Constatamos la existencia de *asimetría competitiva*, pues *C. pipiens* resultó más afectada por *A. aegypti* que por sus congéneres, sea por una desigualdad en el reparto de los recursos entre ambas especies, o porque *A. aegypti* es más eficiente en el aprovechamiento de esos recursos. *A. aegypti*, en cambio, se perjudicó por la competencia intraespecífica y la competencia interespecífica casi no la afectó.

Adultos

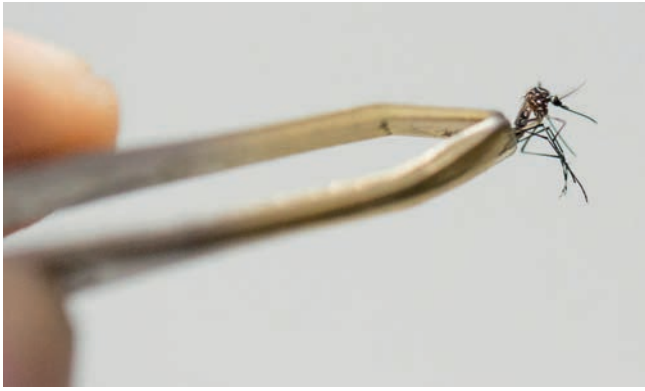
Cada pupa de *A. aegypti* se transforma en un mosquito. Las hembras se caracterizan por su tamaño pequeño, su color oscuro y las manchas blancas que llevan en las patas. Como la mayoría de las especies de mosquitos, se alimentan de sangre de un vertebrado y de soluciones ricas en azúcares del néctar de flores o de frutos. Los machos, en cambio, no son hematófagos: solo consumen esas soluciones azucaradas. Para reproducirse, sin embargo, las hembras no necesitan consumir azúcares, por lo que no requieren tener a su alcance una fuente que la ofrezca, como plantas: la sangre humana les es suficiente, y en su ausencia pueden mantenerse saludables recurriendo a animales domésticos, que no se enferman de dengue, zika ni chicunguña. Por otra parte, estudios de laboratorio evidenciaron un desempeño más eficiente de las hembras de *A. aegypti* alimentadas solo con sangre, que el de las nutridas con esta y además con soluciones azucaradas.

Para facilitar su *hematofagia*, la evolución dotó a *A. aegypti* de varias características que incrementan su contacto con humanos y que las llevan a preferirlos a otros mamíferos. Pero como la sangre humana es pobre en isoleucina, un aminoácido esencial para la producción de huevos en los ovarios de los mosquitos, disponen de mecanismos que compensan esa desventaja, por los que construyen reservas de energía –en forma de tejidos grasos– con más eficiencia si succionan sangre humana que sangre de animales como ratones o gallinas.

Dichas reservas son provechosas para la reproducción en la medida en que no se desvíen a alguna otra actividad, como el vuelo. Así, se constata que, efectivamente, *A. aegypti* es bastante sedentario: vuela cortas distancias y permanece cerca de donde empezó la vida como larva. De hecho, los vuelos de una hembra son del orden de las decenas de metros, por lo que la rápida colonización de las ciudades a partir de una pequeña población se explica por la gran oferta de criaderos, o porque transportamos esos criaderos de un lugar a otro, incluso sin agua ni larvas, pero con huevos del mosquito pegados. La capacidad de vuelo del insecto no es el factor clave de esa dispersión.

Aedes aegypti sobre piel humana. La barra que da la escala mide 5mm.

Culex pipiens, el mosquito nocturno que suele importunarnos en el dormitorio con su zumbido. Foto Stephen Doggett



Aedes aegypti atrapado en una pinza de cejas.

Otra característica de *A. aegypti* que le facilita alimentarse con sangre humana es que puede hacerlo dentro o fuera de las casas, a diferencia de mosquitos de otras especies que no ingresan en los domicilios. Además, la picadura de estos es más dolorosa, por lo cual en muchos casos genera una reacción que suele terminar con el aplastamiento de la hembra. *A. aegypti* pica en forma repetida y, comúnmente, interrumpe la succión antes de completar la carga de sangre. Esto aumenta la probabilidad de que pique a varias personas y, en consecuencia, resulta más eficiente en la transmisión de patógenos.

Después de completar la succión de sangre, los mosquitos hembras buscan un refugio, por ejemplo, un lugar sombrío de la casa, donde digerirla y poner en marcha la producción de *vitelo*, nombre que se da al conjunto de sustancias que proveerán nutrientes al embrión. Una vez que tienen los huevos formados en su abdomen, detectan los posibles criaderos con agua y los depositan dispersos en varios de estos, lo cual dará a las larvas que eclosionen la máxima posibilidad de subsistencia. En la literatura científica en inglés esa conducta se llama *skip oviposition*, o postura de huevos por saltos.

Un grupo de investigadores del Brasil encabezados por Felipe Santos de Abreu, de la Universidad Federal de Minas Gerais, confinó en jaulas a hembras llenas de huevos de mosquitos transmisores de dengue y puso a su alcance un número variado de criaderos. La mayoría colocó los huevos en entre cuatro a seis de ellos y una lo hizo en once. Como se aprecia, cuantos más objetos que puedan contener agua acumulamos en nuestros domicilios, más favorecemos a *A. aegypti*, que ha adquirido la capacidad de explotar esa situación en su beneficio.

Final

La capacidad adaptativa que la evolución confirió al pequeño mosquito de la especie *A. aegypti* le permitió invadir el hábitat urbano y obtener la sangre de las personas con más eficiencia que otras especies de mosquitos. Su asociación íntima con los seres humanos facilitó la emergencia y reemergencia de las enfermedades que transmite, y lo convirtió en una de las plagas más importantes que nos acosan. Los esfuerzos de la ciencia por cortar la cadena que conduce del virus a la enfermedad pasando por el insecto solo han arrojado resultados modestos. Por eso, uno de los mejores recursos contra *A. aegypti* sigue siendo la prevención: evitar que queden a su disposición los recipientes en que deposita sus huevos. CH

El autor agradece a Aníbal Maciá y a Ana M Marino de Remes Lenicov su lectura crítica del manuscrito.

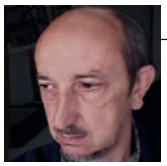
LECTURAS SUGERIDAS

APARICIO JP *et al.*, 2016, *Dengueinfoar*, accesible en *https://dengueinfoar. wordpress.com.*

BERON CM *et al.* (eds.), 2016, *Investigaciones sobre mosquitos de la Argentina*, UN de Mar del Plata, accesible en *http://archivo.inbiotec-conicet.gob.ar/publicaciones/libros/2016/Investigaciones-sobre-mosquitos-de-Argentina.pdf.*

HARBACH RE, 2013, *Mosquito taxonomic inventory*, accesible en *http://mosquito-taxonomic-inventory.info.*

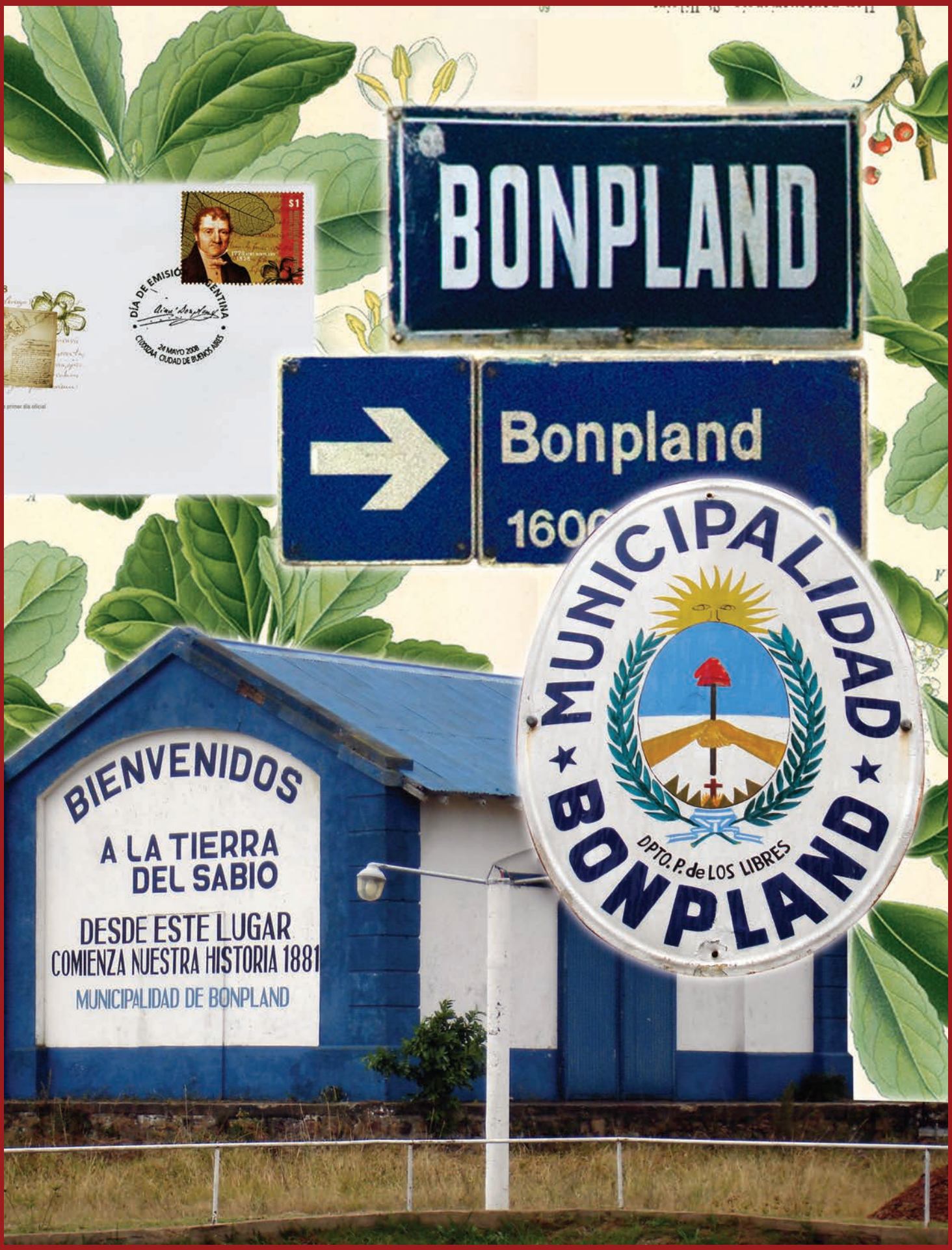
MACIÁ A, 2016, 'Cómo reconocer a *Aedes aegypti,* el mosquito transmisor de dengue, zika y chikungunya', *Boletín de la Sociedad Entomológica Argentina*, 27, 2, accesible en *http://seargentina.myspecies.info.*



Arnaldo Maciá

Doctor en ciencias naturales, UNLP. Profesional de apoyo de la Comisión Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires en la División Entomología, FCNYM, UNLP.

arnaldo_macia@fcnym.unlp.edu.ar


BONPLAND
Bonpland
MUNICIPALIDAD
BONPLAND
DPTO. P. de LOS LIBRES
BIENVENIDOS
A LA TIERRA
DEL SABIO
DESDE ESTE LUGAR
COMIENZA NUESTRA HISTORIA 1881
MUNICIPALIDAD DE BONPLAND
$1
24 MAYO 2008
CIUDAD DE BUENOS AIRES

Aimé Bonpland Médico, botánico y emprendedor

Aimé-Jacques-Alexandre Goujaud (1773-1858), que pasó a la historia como Aimé Bonpland, llegó de Francia a Buenos Aires hace dos siglos, en enero de 1817. No había cumplido aún cuarenta y cuatro años y su arribo se debió tanto a circunstancias diversas por las que quiso alejarse de la Europa posnapoleónica como a las iniciativas progresistas y modernizadoras de Rivadavia, quien lo contrató para enseñar medicina e incorporarse al museo de historia natural (el cual existía más en los papeles que en la realidad). Posiblemente suponía que al cabo de unos años regresaría a Francia, pero nunca lo hizo y murió en Corrientes cuarenta y un años después.

Bonpland ya había estado en Sudamérica: entre 1799 y 1804 había recorrido, junto con Alexander von Humboldt, sectores de lo que hoy son Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, y también Cuba, México y los Estados Unidos. Los motivaba el estudio de la naturaleza americana, tan diferente a sus ojos de la europea que conocían. Como consecuencia, publicaron una obra monumental: *Viaje a las regiones equinocciales del nuevo continente*, cuya edición original en francés se compone de treinta volúmenes que comenzaron a salir en 1807.

Si la naturaleza americana descripta en esa obra se diferenciaba de la europea, más diferente aún debe haber encontrado Bonpland el medio social y político de estas tierras. A pocos meses de haberse declarado independientes de España, las Provincias Unidas del Río de La Plata tenían todavía poco de unidas y difícilmente podían considerarse provincias de una nación, la cual co-

¿DE QUÉ SE TRATA?

A los 200 años de su llegada al Río de la Plata, una evocación de la figura de Bonpland, quien constituye un temprano y significativo hito en la historia de los vínculos científicos entre Francia y la Argentina.

Aimé Bonpland, grabado sin fecha de autor desconocido.

mo realidad política solo comenzó a concretarse efectivamente poco después de su muerte.

A su llegada, Buenos Aires, todavía en gran medida la ciudad indiana de Juan Agustín García que aún no se había convertido en la gran aldea de Lucio Vicente López, tenía estimativamente unos cuarenta mil habitantes, alrededor de un tercio de los cuales podrían haber sido negros esclavizados o liberados no mucho antes. La Universidad de Buenos Aires no se había fundado y la antigua escuela de medicina del Protomedicato se había transformado en el Instituto Médico Militar, dirigido por el doctor Francisco Cosme Argerich (1787-1846). El periódico *Gaceta de Buenos Aires* lo recibió con estas palabras, publicadas en su edición del 5 de febrero de 1817:

> Ha llegado a esta capital Mr. Bonpland, sujeto bien conocido en la república de las letras y estimado en Europa por sus eminentes trabajos [...] La venida de este profesor a un país hasta aquí no explorado valdrá mucho a los conocimientos de que el mundo carece [...] y la tierra habrá hecho una adquisición singular cuando se comuniquen sus investigaciones a las demás ciencias, principalmente la medicina, con quien la botánica tiene una conexión inmediata. El establecimiento de un jardín botánico será una obra muy útil [...] Él es sin duda el primer botánico y zoólogo que nos ha visitado, y siendo de tanta eminencia su mérito, creemos que se pondrá en contribución esta buena fortuna. [Ortografía modernizada.]

Otro periódico, *La Crónica Argentina*, hizo saber a sus lectores que llegó 'con una multitud de semillas, y con dos mil plantas vivas que con inmensas fatigas y cuidados ha salvado'. El periodista esperaba que, 'a más de servir al país como un buen facultativo en la medicina, planificará un método de agricultura práctica [...] y realizará un conservatorio de plantas donde no solo estén las que trajo y las conocidas en el país, sino muchas que se crían en nuestro continente'.

Bonpland trajo 150 variedades de vid de los Jardines del Luxemburgo, con la idea de aclimatarlas a estas latitudes. El gobierno de la naciente nación, encabezado por Juan Martín de Pueyrredón (1777-1850) como director supremo, le vendió una quinta de siete hectáreas en el Hueco de los Sauces (hoy plaza Garay), la que en realidad pertenecía a los betlemitas, quienes estaban a cargo de los tres hospitales de Buenos Aires. Si bien podía vivir de una pensión francesa (que le había otorgado Napoleón en reconocimiento de los numerosos especímenes que trajo de su periplo americano y donó al Museo de Historia Natural parisino), pronto abrió un consultorio médico y solicitó ser nombrado profesor de historia natural, en reemplazo del fallecido Thaddäus Haenke (1761-1816). Tenía también el propósito de crear un jardín botánico de plantas indígenas, escribir una obra describiéndolas y efectuar expediciones. El nombramiento le fue otorgado en octubre de 1818, con un sueldo que fue ajustado en 1819 y 1820.

En octubre de 1818, la *Gaceta* informó que Bonpland había instruido al franciscano Francisco de Paula Castañeda (1776-1832) sobre cómo procesar la cochinilla

Aimé Bonpland, daguerrotipo de 10,7 x 13,8cm, tomado posiblemente en Buenos Aires por fotógrafo no identificado hacia mediados de la década de 1850. La fotografía no existía en los tiempos en que Bonpland era joven, pero cuando este se acercaba a los ochenta años se habían difundido por el mundo los procedimientos fotográficos hoy llamados antiguos, como el daguerrotipo. La placa lleva la marca de la firma Scovill Manufacturing Co., de Waterbury, Connecticut. Museo Histórico Nacional.

Entrada al puerto viejo de la ciudad natal de Bonpland, La Rochelle, departamento de Charente Maritime. Izquierda, la torre de la Cadena; derecha, la torre de San Nicolás.

–insecto del que se extrae un pigmento rojo– presente en algunos tunales del pueblo de Pilar, y obtener un producto que, en palabras del periodista, 'puede seguramente ser de grande utilidad a estos países'. Pueyrredón le solicitó que evaluara un *Manual de agricultura* (1819) de Tomás Grigera (1753-1829), productor y alcalde de quintas. Emitió una opinión favorable con algunas sugerencias para mejorar la obra.

En esa segunda década del siglo XIX, las ciencias naturales eran cultivadas en el Plata por ciertos clérigos, entre ellos Bartolomé Doroteo Muñoz (1776-1831) y, sobre todo, el oriental Dámaso Larrañaga (1771-1848), propulsor de la botánica de Linneo. A ellos se sumaban algún ingeniero, como Felipe Senillosa (1790-1858), y en calidad de agrónomos aficionados, determinados propietarios de chacras, como el mencionado Grigera o Martín José de Altolaguirre (1736-1813), quien plantó cáñamo y lino e hizo pruebas de extracción de linaza. En su *Semanario de Agricultura, Industria y Comercio*, Juan Hipólito Vieytes (1762-1815) publicó por seis meses en 1803 unas 'Lecciones elementales de agricultura'.

El más destacado naturalista de esos años en el virreinato fue el nombrado Haenke, un botánico natural de Bohemia que, como parte de la expedición de Alejandro Malaspina (1754-1810), había explorado la costa americana del Pacífico hasta Alaska. En 1795 se estableció en Cochabamba, donde procuró crear un jardín botánico, propagó la vacunación, exploró y fue propietario de una hacienda. Su *Historia natural de Cochabamba* fue publicada en entregas en *El Telégrafo Mercantil* de Buenos Aires entre 1801 y 1802.

Bonpland, nacido en La Rochelle, se había formado como médico en París, actuado como tal en la marina francesa y frecuentado a las principales figuras de las ciencias naturales francesas de los años inmediatamente anteriores y posteriores a 1800. Acreditaba una sólida obra publicada (una parte sustancial de ella con Humboldt). En otras palabras, tenía un peso científico muy superior a todos los nombrados, incluido Haenke. El rudimentario sistema institucional local, sin embargo, fue capaz de apreciar la importancia de su presencia e intentó hacerle un lugar, cosa que, efectivamente, logró, pero en

Ilex paraguariensis St. Hilaire.

forma muy poco convencional y no en Buenos Aires sino en Corrientes. Hubo, además, un poco menos que surrealista interludio paraguayo.

Bonpland no era un investigador de laboratorio, ni un teorizador: era un naturalista de campo, un médico interesado en atender enfermos y un emprendedor. Así fue como, en 1820, dejó Buenos Aires y, previo paso por Corrientes –donde se entrevistó con Francisco Ramírez, el gobernador de la región (la cual en ese momento se había proclamado República Entrerriana, entidad desaparecida un año después)–, se instaló en tierras de la suprimida misión jesuítica de Candelaria, sobre el Paraná, con el propósito de recuperar sus plantaciones de yerba mate.

A los pocos meses de establecido allí, fue capturado por soldados enviados por Gaspar Rodríguez de Francia, que gobernaba el Paraguay como dictador perpetuo, y llevado prisionero a ese país. Se puede conjeturar que Francia buscaba obstaculizar la producción de yerba mate tan cerca de su frontera (en realidad, en tierras que en

Página anterior. En su diario botánico Bonpland se ocupó de la yerba mate, y su decisión de organizar una plantación comercial de ella le significó diez años de cautiverio en el Paraguay. Lámina de *Köhler's Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Textem*, 1887.

Arriba. Desembarco en Buenos Aires de los pasajeros de ultramar en el tiempo en que llegó Bonpland. Emeric Essex Vidal, 'Landing Place', *Picturesque Illustrations of Buenos Ayres and Monte Video*, Londres, 1820.
Abajo. El Buenos Aires al que llegó Bonpland. La plaza de la Victoria en 1829 vista desde la Catedral mirando hacia el sur. A la izquierda, la recova vieja con su arco central, construida en los primeros años del siglo; al frente, la recova nueva, sobre la calle Victoria (hoy Hipólito Yrigoyen); hacia el fondo, la iglesia de San Francisco, con la fachada que tuvo antes de la actual. Acuarela de Charles Henri Pellegrini (1800-1875). Museo Nacional de Bellas Artes.

ese momento podían ser tanto paraguayas como correntinas). Si bien Bonpland fue obligado a permanecer en cautiverio por diez años, tuvo bastante libertad de acción en su espacio de confinamiento, en lo que había sido la misión jesuítica de Santa María de Fe, próxima a la actual localidad paraguaya de San Ignacio. Creó allí una extensa huerta, estableció un dispensario, ejerció la medicina (hasta habría dado consejos médicos para tratar al dictador Francia), organizó talleres y tuvo dos niños, María y Amado, con una hija del cacique Chivirá llamada María. Además, realizó regularmente estudios botánicos. En 1831, Francia lo expulsó del Paraguay y le prohibió llevarse la familia que había formado. En 1832 explicó a Alire Raffeneau-Delile, un colega botánico, director del Jardín de Plantas de Montpellier:

> Yo era el rico propietario de una plantación cuando el dictador Francia me quitó la propiedad en la que empleaba 45 personas. Dejé en el Paraguay un establecimiento agrícola en plena prosperidad. Allí cultivaba el algodón, la caña de azúcar, *Arachis hypogaea*, cinco especies de *Jatropha*, varias especies de *Convolvulus*, batatas, yerba mate. Había plantado viñas, naranjos, limoneros, guayabos… En fin, dejé una destilería, una carpintería, una cerrajería y un hospital de cuatro habitaciones donde tenía siempre enfermos. A todo esto hay que agregar 400 vacas y suficientes bueyes, burros y caballos para hacer funcionar mi establecimiento desahogadamente.

Liberado de su cautiverio en el Paraguay, Bonpland permaneció la mayor parte de 1832 en Buenos Aires, desde donde envió veinticinco cajones con especímenes al Museo de Historia Natural de París. Luego se instaló de manera permanente en San Borja, en la zona de las misiones jesuíticas al este del río Uruguay que hoy pertenece al estado brasileño de Rio Grande do Sul y que, entre 1836 y 1845, se separó del imperio como República Riograndense. Entre octubre de 1836 y marzo de 1837 hizo un viaje a Buenos Aires y se entrevistó con el gobernador Juan Manuel de Rosas; durante el resto del lapso entre 1833 y 1838 estuvo en San Borja y se dedicó a la cría de vacunos, mulas y lanares merino, a ejercer la medicina y a continuar sus investigaciones botánicas. A partir de 1838 residió en una estancia de 12.000 hectáreas en la otra margen del Uruguay, cerca de la localidad de Santa Ana (hoy Bonpland) en Corrientes, aunque no abandonó su establecimiento del Brasil hasta 1852.

Los años posteriores a la salida de Bonpland del Paraguay coinciden aproximadamente con los dos gobiernos de Rosas y el lapso inmediato a su derrocamiento. Fue una época turbulenta en la que se debió manejar con sumo cuidado para que no lo atraparan las tormentas políticas. Incluso, es posible que el dictador Francia lo haya retenido en el Paraguay esperando obtener un pedido de liberación por parte del Estado francés, lo que hubiese significado un reconocimiento de facto de la independencia paraguaya, algo impensable con los Borbones tanto en el trono francés como el español. Por otra parte, en esos años tuvieron lugar los dos bloqueos franceses contra el gobierno de Rosas, el primero entre 1838 y 1840, y el segundo, aplicado junto con Inglaterra, entre 1842 y 1848. Al mismo tiempo, se había gestado una alianza contra Rosas que incluía a los colorados del oriental José Fructuoso Rivera (1784-1854), a los unitarios de Buenos Aires exiliados en Montevideo, a la armada francesa y al gobierno de Corrientes, liderado en tres oportunidades por Pedro Ferré (1788-1867), de quien Bonpland fue amigo además de facilitador de contactos militares y políticos con otros integrantes de la alianza. Bonpland actuó también como médico en la batalla de Pago Largo (31 de marzo de 1839) –una desastrosa derrota del gobernador correntino de momento, Genaro Berón de Astrada (1801-1839), por los entrerrianos de Pascual Echagüe (1797-1867)–, como médico jefe del ejército que el general José María Paz (1791-1854) organizó para el gobernador Ferré y triunfó sobre las tropas de Echagüe en Caaguazú (28 de noviembre de 1841), y por pedido de Urquiza en 1850 trató una epidemia de disentería que se había declarado en el Ejército Grande. Seguramente, sus tiempos de médico de la marina francesa le dieron buena preparación para estas funciones.

Hubo una tradicional relación entre el estudio de la botánica y la medicina, no solo por el origen vegetal de buena parte de los remedios naturales, los únicos que había antes de la química moderna, sino, también, porque esa profesión, lo mismo que la de farmacéutico, con frecuencia era el medio de vida de los botánicos. Esto también parece verificarse con Bonpland, que llevó a su práctica médica algunos de los hábitos que adquirió como botánico, por ejemplo, registrar las historias clínicas de sus pacientes en forma de diarios. Así, sobre un caso de tétano que trató en San Borja en 1846 escribió:

Página siguiente. Exuberancia de la naturaleza en los trópicos americanos, a los que Bonpland y Humboldt llamaron *las regiones equinocciales*. Nuboselva de montaña en el parque nacional Henri Pittier, estado Aragua, Venezuela. Foto PE Penchaszadeh

> Tétano en un mulato joven, a consecuencia de una ligera pinchadura de bambú en el primer espacio interdigital del pie izquierdo. Después de haber sido herido el joven comenzó a tener trismos y a echar la cabeza hacia atrás, los síntomas del tétano. Mientras me disponía a sangrar al enfermo entró el Dr. M., desaprobó la sangría e insistió sobre la ventaja de dar fricciones mercuriales. Dado que el patrón del enfermo me había encargado especialmente darle mis cuidados, le hice enseguida una sangría del brazo. Le hice aplicar enemas purgantes, le di la tisana emoliente, le hice fomentaciones emolientes sobre todo el abdomen y en toda la extensión de la columna vertebral desde la nuca al sacro, fricciones con láudano y aceite de almendras dulce…

El paciente murió tres días después, cosa que Bonpland atribuyó a que el patrón volvió a confiarlo al Dr. M., quien aplicó un tratamiento equivocado. Probablemente hubiera muerto también con el tratamiento de Bonpland, que, como sabemos hoy, tampoco es efectivo contra la infección tetánica. Pero la historia clínica del diario es ilustrativa de la práctica médica de entonces, como lo son muchas otras de sus historias clínicas sobre casos de escarlatina o cólera.

Mientras vivió en Corrientes, Bonpland se sirvió de pus de enfermos de viruela para prevenir el contagio de la enfermedad a personas sanas, lo que entonces se llamaba 'variolización'. Así, entre enero y abril de 1844 variolizó a 162 personas. Los registros de sus honorarios médicos muestran que, además de variolizar, aplicaba purgas, abría abscesos y efectuaba las prácticas rutinarias de un médico rural de mediados del siglo XIX. En sus diarios y papeles hay muchos extractos de revistas y libros médicos.

Su actividad botánica quedó plasmada sobre todo en diarios de campo, es decir, en descripciones de las plantas halladas en sus recorridas, en algunos casos con dibujos, escritas con celeridad en el campamento al fin del día. El diario botánico *Journal de botanique* de su estadía en estas tierras se compone de varios volúmenes manuscritos (conservados en el Museo de Farmacobotánica Juan

El Buenos Aires al que llegó Bonpland. La plaza de la Victoria en 1829 vista desde la recova nueva mirando hacia el norte. A la izquierda, el Cabildo; al frente, la Catedral, con su nueva fachada aún sin las esculturas del tímpano; sobre el horizonte a la derecha, la cúpula de La Merced. Acuarela de Charles Henri Pellegrini (1800-1875). Museo Nacional de Bellas Artes.

A Domínguez, de la UBA) que cubren desde 1817 hasta 1857. Tiene un total de 2884 entradas sobre los especímenes colectados en unas 50 expediciones, viajes o recorridas en el amplio territorio de la mesopotamia argentina, el Uruguay, el sur del Brasil y el Paraguay.

Podría pensarse que, con su obligado periplo paraguayo y su radicación posterior en las costas del río Uruguay, Bonpland se habría ido desvinculando de sus raíces en Francia. Ello, sin embargo, no parece haber acontecido. Hasta donde lo permitían los medios de comunicación de la época, mantuvo contactos, entre otras razones, porque por años se fueron publicando en París los sucesivos volúmenes del *Viaje a las regiones equinocciales del nuevo continente*, que supervisaba allá Humboldt, con la ayuda de algún otro colaborador, como el botánico Karl Sigismund Kunth (1788-1850). Además, debía concurrir regularmente a la oficina consular francesa para acreditar su supervivencia y cobrar su pensión. Y, después de todo, no estaba solo ni tan aislado en el litoral, pues en torno a Urquiza, también Concepción del Uruguay y Paraná fueron lugares de radicación o pasaje de numerosos intelectuales franceses, entre ellos, el ingeniero de minas devenido paleontólogo Auguste Bravard (1803-1861), quien llegó en 1853, en 1857 fue nombrado director del Museo de Historia Natural de Paraná, y murió en el terremoto que destruyó Mendoza en marzo de 1861. O el naturalista Victor Martin de Moussy (1810-1869), quien recorrió el territorio de la Confederación por encargo de Urquiza y publicó en París entre 1860 y 1869 la *Description géographique et statistique de la République Argentine*, en tres volúmenes. O el educador Amédée Florentin Jacques, más conocido por su actuación en el Colegio Nacional de Buenos Aires. O, en fin, el multifacético bearnés Alexis Peyret (1826-1902). Como se aprecia, las relaciones culturales y científicas de Francia con la Argentina son de larga data. Aimé Bonpland ocupa un lugar destacado en ellas. CH

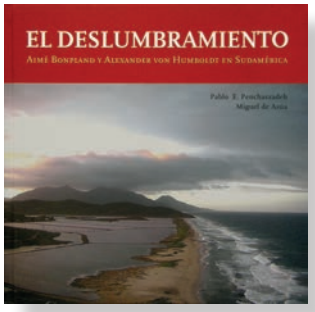
El Buenos Aires al que llegó Bonpland. La iglesia de Santo Domingo, con la fachada que tuvo antes de la actual. Emeric Essex Vidal, 'Church of Santo Domingo', *Picturesque Illustrations of Buenos Ayres and Monte Video*, Londres, 1820.

LECTURAS SUGERIDAS

BELL S, 2010, *A Life in Shadow. Aimé Bonpland in Southern South America, 1817-1858*, Stanford University Press.

HOSSARD N, 2001, *Aimé Bonpland (1773-1858), médecin, naturaliste, explorateur en Amérique du Sud*, Harmattan, París.

Nota basada y adaptada del libro *El deslumbramiento. Aimé Bonpland y Alexander von Humboldt en Sudamérica*, Museo Argentino de Ciencias Naturales, 2010, de Pablo E Penchaszadeh y Miguel de Asúa.



Noticias institucionales

Gabriel Rabinovich fue distinguido como Investigador de la Nación Argentina

El científico del CONICET fue premiado por producir nuevos conocimientos, generar descubrimientos de impacto social y promover la formación de recursos humanos.

En el Museo de la Casa Rosada, el doctor Gabriel Rabinovich, investigador superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y vicedirector del Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME, CONICET-FIBYME), fue reconocido con la Distinción Investigador de la Nación Argentina edición 2016.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, a través de la Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, otorga el reconocimiento a la labor del sector científico tecnológico. El objetivo es potenciar y jerarquizar a la comunidad nacional de investigadores, reconociendo a aquellos que a lo largo de su carrera han contribuido de manera sobresaliente a producir nuevos conocimientos, generar descubrimientos de impacto social, desarrollar innovaciones tecnológicas de impacto productivo y promover la formación de recursos humanos.

Durante el mismo acto, fueron distinguidos los ganadores de los Premios Houssay, Jorge Sabato y Houssay Trayectoria 2016. El Investigador de la Nación es elegido por el Poder Ejecutivo Nacional entre todos los galardonados.

En ese marco, el Presidente de la Nación, Ing. Mauricio Macri, afirmó: "Ustedes son un orgullo para todos los argentinos, porque llevan adelante su tarea con vocación, curiosidad, idoneidad y, sobre todo, algo que es tan importante como el entusiasmo y la responsabilidad. Todas condiciones que necesitamos más que nunca en esta nueva etapa, sobre todo porque el mundo cambia y lo hace cada vez más rápido, y de maneras impensadas".

Rabinovich junto a Macri, Barañao y Aguado. Foto: MINCyT.

"Tenemos mucho para aportar, y para eso es fundamental este gran conjunto de científicos, cada uno con su carrera, con sus hallazgos, con sus áreas de conocimiento; todo es parte del capital que tenemos como país. El desarrollo de la ciencia es fundamental para avanzar hacia un país más unido, integrado y con menos pobreza y más oportunidades. Es un motor de desarrollo que a veces se ve como algo lejano, que pasa adentro de un laboratorio, pero es mucho más que eso porque su impacto se ve en el día a día de la gente", expresó Macri.

También estuvo presente el Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, doctor Lino Barañao: "Este reconocimiento llama a la responsabilidad social del investigador, ya que su carrera ha sido financiada por la sociedad, las investigaciones se realizan con recursos del Estado, esto genera una deuda ética del investigador para con la comunidad. Hay que poner la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo económico y social".

Con respecto al doctor Rabinovich, destacó su capacidad afectiva. "Además de preocuparse por su éxito académico y el de su grupo, le preocupa el país y el desarrollo de la ciencia argentina. Muestra que no hay contradicciones entre ciencia básica y aplicada", concluyó.

El Ing. Jorge Aguado, secretario de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, explicó que "esta distinción es la manera que tiene el Ministerio de Ciencia para premiar la producción del conocimiento novedoso, la vinculación y transferencia de desarrollos tecnológicos y la formación de recursos humanos altamente capacitados".

Durante la ceremonia, estuvieron presentes por el CONICET, su presidente, doctor Alejandro Ceccatto; la vicepresidenta de Asuntos Científicos, doctora Mirtha Flawiá; y las directoras del Consejo, doctoras Dora Barrancos y Graciela Ciccia. Por el Ministerio de Ciencia, el secretario de Articulación Científico Tecnológica, Lic. Agustín Campero; y el subsecretario de Coordinación Institucional, doctor Sergio Matheos. A su vez, autoridades y funcionarios del gabinete nacional, miembros del Honorable Congreso de la Nación, autoridades de universidades públicas y privadas, de organismos e instituciones científicas. ■

Sobre Gabriel Rabinovich

Formado en la Universidad Nacional de Córdoba, el doctor Rabinovich es un reconocido especialista en glicobiología, inmunología y biología tumoral. En su extensa y prolífica carrera identificó la función de Galectina-1, una proteína que ha demostrado tener un rol fundamental en los mecanismos inflamatorios y en patologías como cáncer, esclerosis múltiple y artritis reumatoidea.

En el IBYME dirige el Laboratorio de Inmunopatología y de Glicómica Funcional y, además, es Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y Profesor Visitante de universidades extranjeras.

Miembro de distintas instituciones científicas a nivel internacional, en 2017 fue nombrado miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Cuenta en su trayectoria con más 200 publicaciones en revistas líderes como Cell, Nature Medicine, Nature Immunology y Cancer Cell. Entre sus logros se puede mencionar que es miembro del comité editorial de trece revistas científicas.

Fue distinguido por el Gobierno de la Provincia de Córdoba con la estatuilla "Brigadier General Juan Bautista Bustos", por haber contribuido al progreso, al bienestar, a la cultura y al buen entendimiento y solidaridad de la provincia.

Recibió múltiples galardones, entre ellos el Premio TWAS en Ciencias Médicas, el premio Fundación Bunge y Born, tanto a la trayectoria como el Estímulo a Jóvenes Investigadores; y también obtuvo la Beca John Simon Guggenheim, el Cancer Research Institute Award (New York), el Premio Bernardo Houssay Bicentenario a investigadores jóvenes y el Premio Konex de Platino 2013 en Ciencias Biomédicas Básicas, por nombrar algunos.

Recientemente, el doctor Rabinovich ha integrado un nuevo consorcio internacional para trabajar tumores asociados al Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA). ■

Entrega de premios

Los Premios y la Distinción al Investigador de la Nación Argentina se otorgan en función de lo establecido en el Artículo 25 de la Ley 25.467. Para ello, se conformó un Consejo Asesor integrado por personalidades de reconocida trayectoria en el sector científico y académico, que actuó como órgano de consulta acerca de las bases y condiciones elaboradas por el Ministerio para su implementación.

Premios Houssay

-Sonia Luján Natale, por el área de Matemática, Ciencias Físicas y Ciencias de la Computación. Investigadora Principal en el Centro de Investigación y Estudios de Matemática (CIEM, CONICET-UNC).

-José Estevez, por Ciencias Biológicas (molecular; organismos y sistemas) y Bioquímica. Investigador Independiente en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Buenos Aires (IIBBA, CONICET-Fundación Instituto Leloir).

-Rodolfo Wuilloud, por Química no biológica, Ciencias de la Tierra del Agua y de la Atmósfera y Astronomía. Investigador Principal del CONICET en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO).

-Rolando González-José, por Ciencias Sociales. Investigador Principal en el Instituto Patagónico de Ciencias Sociales y Humanas (IPCSH-CENPAT, CONICET).

Premios Houssay Trayectoria

-Enrique Osvaldo Civitarese, por el área de Matemática, Ciencias Físicas y Ciencias de la Computación. Investigador Superior en el Instituto de Física de La Plata (IFLP, CONICET-UNLP).

-Gabriel Adrián Rabinovich, por Ciencias Biológicas (molecular; organismos y sistemas) y Bioquímica. Investigador Superior en el Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME, CONICET-FIBYME).

-Roberto Carlos Salvarezza, por Química no biológica, Ciencias de la Tierra del Agua y de la Atmósfera y Astronomía. Investigador Superior en el Instituto de Investigaciones Físico-Químicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA, CONICET-UNLP).

-Catalina Wainerman, por Ciencias Sociales. Ex Investigadora Principal del CONICET en la Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés.

Premio Jorge Sabato

-Graciela María Font, por el área de Ciencias Biológicas (molecular; organismos y sistemas) y Bioquímica. Investigadora Superior en el Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA CONICET). ■

Noticias institucionales

"Ciencia y Cerveza" en Buenos Aires junto a la UNSAM

A principios de diciembre de 2017, se realizó en la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) el ciclo "Buenos Aires: Ciencias y Cerveza" con el objetivo de brindar capacitaciones sobre las tecnologías que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) tiene disponibles para la industria cervecera. La actividad fue organizada por el Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC, CONICET-UNCO), el Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (IIB-INTECH, CONICET-UNSAM) y la Cámara de Cerveceros Artesanales de Argentina (CCAA). Cabe destacar que en 2017 "Ciencia y Cerveza" ya se realizó en Bariloche, C.A.B.A., Córdoba, Corrientes y Santa Fe.

Durante la apertura institucional, Pablo Aguilar -anfitrión e investigador independiente del Consejo en el IIB-INTECH- le agradeció a Diego Libkind -creador del ciclo, investigador independiente del CONICET y director del IPATEC- por la realización de las jornadas de "Ciencia y Cerveza" en la UNSAM.

"Cerrar el año aquí es una satisfacción enorme. Ciencia y Cerveza en la UNSAM es especial en muchos aspectos, principalmente por la articulación con la Cámara de Cerveceros y por estar junto a parte de mi equipo", expresó Libkind.

En este sentido, Jorge Aguado, secretario de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, sostuvo: "Este es un encuentro que está íntimamente integrado con los objetivos que tenemos en el Ministerio y en el Gobierno Nacional de transformar a nuestro país en un país desarrollado que base su economía en el conocimiento, donde no solo lo generemos sino también lo vinculemos para su utilización, y que nos permita al gobierno implementar soluciones más novedosas para el beneficio y calidad de vida de la gente, y a las empresas competir en un mundo globalizado para crecer cada vez más y generar más puestos de trabajo".

Luego, se presentó el espacio "El CONICET y la UNSAM se vinculan" donde se compartieron experiencias de desarrollos que se están gestando en el ámbito académico-científico vinculado a la industria cervecera. Allí, Edgardo Albertó, investigador independiente del CONICET en el IIB-INTECH -sede Chascomús-, comentó cómo a través de la elaboración de cerveza hacen apoyo a la docencia como motivación a los estudiantes. "La elaboración de cerveza sirve para estudiar fenómenos biotecnológicos que tienen que ver con la fermentación líquida, con la producción de alcohol, con la degradación de azúcares, con la actividad enzimática, por ejemplo", explicó Albertó.

En representación de la Cámara de Cerveceros, su presidente, Lucas Lico, hizo hincapié en la búsqueda de calidad que promueven al mismo tiempo que reconoció la importancia de las capacitaciones para lograr dicho objetivo. "Los cursos son importantes para mejorar la calidad de la cerveza y para optimizar los recursos. Es decir, a nivel empresa trae beneficios desde lo económico, en materia de procedimientos, carga horaria y desarrollo", sostuvo.

Durante las jornadas, Libkind junto a miembros de su equipo -Martin Moline, Andrea Trochine, Carlos Bertoli, Clara Bruzone, Julieta Burini y Juan Eizaguirre brindaron cuatro cursos: "Levaduras cerveceras y su manejo en fábrica", "Re-utilización de levaduras", "Contaminantes cerveceros y su control en fábrica" y "Microscopía cervecera: control de calidad de levaduras en fábrica". Allí, se puso a prueba la app MicroBrew.AR, aplicación gratuita del CONICET para mejorar la calidad de la cerveza artesanal.

De esta manera, a través de capacitaciones, los productores cerveceros accedieron a herramientas teóricas y técnicas para mejorar los procesos de elaboración de la cerveza, su competitividad, rentabilidad y calidad y obtener valor agregado y diferenciación productiva.

Mariana Gords, licenciada en Alimentos se acercó a los cursos porque unos amigos están por instalar una cervecería. "Me tocó la parte de colaborar con la calidad, y para mí es un paso importante ya que los micro cerveceros no tienen formación en estos temas y esto sirve para generar conciencia de una elaboración cuidada y con calidad".

Por su parte, Javier Copelli, productor cervecero, participó de los cursos para aprender a "medir, conocer y analizar la parte microbiológica". Y reflexionó: "El abordaje que hizo Libkind junto a su equipo me pareció profundo y lo que más valoro es que supieron bajar toda la terminología y conocimientos a un nivel para que podemos decodificar y aplicar". ■

Día mundial de la diabetes

Primer proyecto de páncreas artificial con algoritmo argentino

Permite inyectar automáticamente la cantidad de insulina necesaria para regular la glucosa en sangre. El mismo se encuentra en fase experimental.

Durante una conferencia de prensa en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), un grupo de investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) con lugar de trabajo en el ITBA, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), presentaron el ARG -Automatic Regulation of Glucose-, un algoritmo que comanda la bomba de infusión de insulina en personas con diabetes tipo 1. El mismo consiste en un sistema de control automático que realiza las funciones del páncreas para regular los niveles de glucosa en sangre.

El proyecto fue realizado en conjunto con investigadores médicos del Hospital Italiano de Buenos Aires y un asesor médico del Centro Tecnológico para la Diabetes de la Universidad de Virginia, Dr. Daniel Chernavvsky.

En la presentación, se dieron a conocer los resultados de las pruebas clínicas de cinco pacientes argentinos -mujeres y hombres adultos- que estuvieron 36 horas internados en el Hospital Italiano durante junio de 2017. "Pudieron desentenderse de la enfermedad ya que el algoritmo tomó las riendas e hizo la regulación de la glucosa. Los pacientes mantuvieron los niveles de glucosa dentro de un rango aceptable durante las 36 horas en que se probó el páncreas artificial", expresó el director del proyecto, Dr. Ing. Ricardo S. Sánchez Peña Investigador principal del CONICET que se desempeña como Director del Departamento de Investigación y Doctorado del ITBA".

También estuvo presente una de las pacientes que participó de las pruebas clínicas. "Es impactante lo que la tecnología puede ayudar, es un aliado en el control de la diabetes. Es una alegría no tener que estar todo el tiempo escribiendo los carbohidratos ingeridos, haciendo cuentas, acordándome lo que estudié con la nutricionista; el algoritmo hace las cuentas por nosotros", señaló Silvia Crespo.

El estudio -que es un claro ejemplo de ciencia básica aplicada en el campo de la salud- contó con el financiamiento de la Fundación Nuria en Argentina y Cellex en España, y la donación de las bombas de insulina del laboratorio Roche.

Estuvieron presentes, el Dr. Ing Patricio Colmegna, Investigador Asistente del CONICET en la Universidad Nacional de Quilmes; el Dr. Ing. Hernán de Battista, Investigador Principal en el Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI, CONICET-UNLP); el Dr. Ing. Fabricio Garelli, Investigador Independiente en el LEICI, CONICET-UNLP; y el Dr. Waldo H. Belloso, del Servicio de Clínica Médica, sección Farmacología Clínica del Hospital Italiano. ■

Presentación del Páncreas Artificial. Foto: gentileza ITBA.

¿Cómo funciona el Páncreas Artificial?

El algoritmo fue diseñado para responder eficazmente a los aumentos de azúcar en sangre luego de las comidas y, de hecho, todos los pacientes lograron controlar este pico de glucemia mediante la acción del páncreas artificial.

El objetivo de este sistema es regular de forma automática el valor de azúcar en sangre, sin necesidad de que el paciente realice las correcciones con insulina habituales en el manejo de la diabetes tipo 1. Esto es importante porque las personas que utilizan bombas de infusión de insulina subcutánea invierten una gran cantidad de tiempo en calcular y programar la insulina necesaria para mantener sus niveles de glucosa sanguínea en rango. Muchas veces sufren hipoglucemias (azúcar baja en sangre) o hiperglucemia (azúcar elevada en sangre) como consecuencia de cálculos imprecisos, de la variabilidad que presenta cada individuo en cuanto a sus requerimientos, de imprevistos, entre otros.

Uno de los mayores temores de los pacientes que se infunden insulina es sufrir una hipoglucemia mientras duermen. Éste es otro de los objetivos del páncreas artificial: lograr una mayor seguridad para el paciente mediante la disminución de hipoglucemias, especialmente las nocturnas. Durante la segunda fase del estudio, ninguno de los pacientes experimentó hipoglucemias graves como tampoco nocturnas.

Cabe aclarar que, si bien los resultados son promisorios, es necesario continuar con estudios con la participación de un mayor número de personas. ■

Albatros de pico fino del Atlántico
(*Thalassarche chlororhynchos*)

Juan Pablo Seco Pon
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMYC),
Universidad Nacional de Mar del Plata-Conicet

Albatros
Gigantes del viento oceánico

Los albatros son aves del mar o *pelágicas* que pueblan muchos de los océanos del mundo, pero se concentran sobre todo en las latitudes altas del hemisferio sur, y permanecen una gran parte de sus vidas alejados de tierra. Incluso durante su estadio juvenil pasan varios años sin regresar a los sitios en que se reproducen. Los ornitólogos están mayoritariamente de acuerdo en clasificarlos en cuatro géneros (*Diomedea*, *Thalassarche*, *Phoebastria* y *Phoebetria*), pero debaten el número de especies. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) reconoce las veintidós consignadas en el cuadro que se incluye en este artículo. Todas tienen alas con características que les permiten volar enormes distancias con mínimo esfuerzo, es decir, con mínimo gasto energético, aprovechando los vientos de alta mar. Por ello, pueden realizar en tiempo relativamente corto muy extensos viajes. Los albatros más grandes, del género *Diomedea*, rondan los 3m de envergadura alar, la mayor de todas las aves actuales.

Como otros grupos de aves marinas, machos y hembras son similares: tienen plumajes con zonas blancas, marrones, grises y negras, variables según la especie. Son aves longevas, con una madurez sexual tardía, que producen pocas crías y mantienen alta fidelidad al sitio reproductivo y a la pareja. Se han identificado parejas de albatros que duraron décadas juntos. Los *Diomedea* pueden vivir cincuenta o sesenta años y alcanzar la madurez sexual a los diez o los doce. Las hembras producen un solo huevo y, en el mejor de los casos, crían un pichón por temporada reproductiva, lo cual puede ocurrir cada año, año y medio o dos años.

Localizan sus presas de manera muy eficiente con la vista y el olfato, y a menudo se alimentan de peces, crustáceos o calamares también explotados por las pesquerías comerciales. Con unas pocas excepciones, sus poblaciones son relativamente pequeñas y muchas están disminuyendo, pues su dinámica es muy sensible al incremento de la mortandad de sus integrantes, tanto adultos como juveniles, lo que significa que en caso de disminuir por factores naturales o de origen humano les resulta muy difícil recuperarse. Igual que otros grupos afines, como petreles y pardelas, los albatros caen en las varias categorías de especies amenazadas establecidas por la UICN. Desde hace varias décadas, la interacción con actividades antrópicas es una de las principales

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Qué caracteriza a los albatros del Atlántico sudoccidental y cuáles amenazas los acechan?

causas de la disminución poblacional de casi todas las especies de albatros.

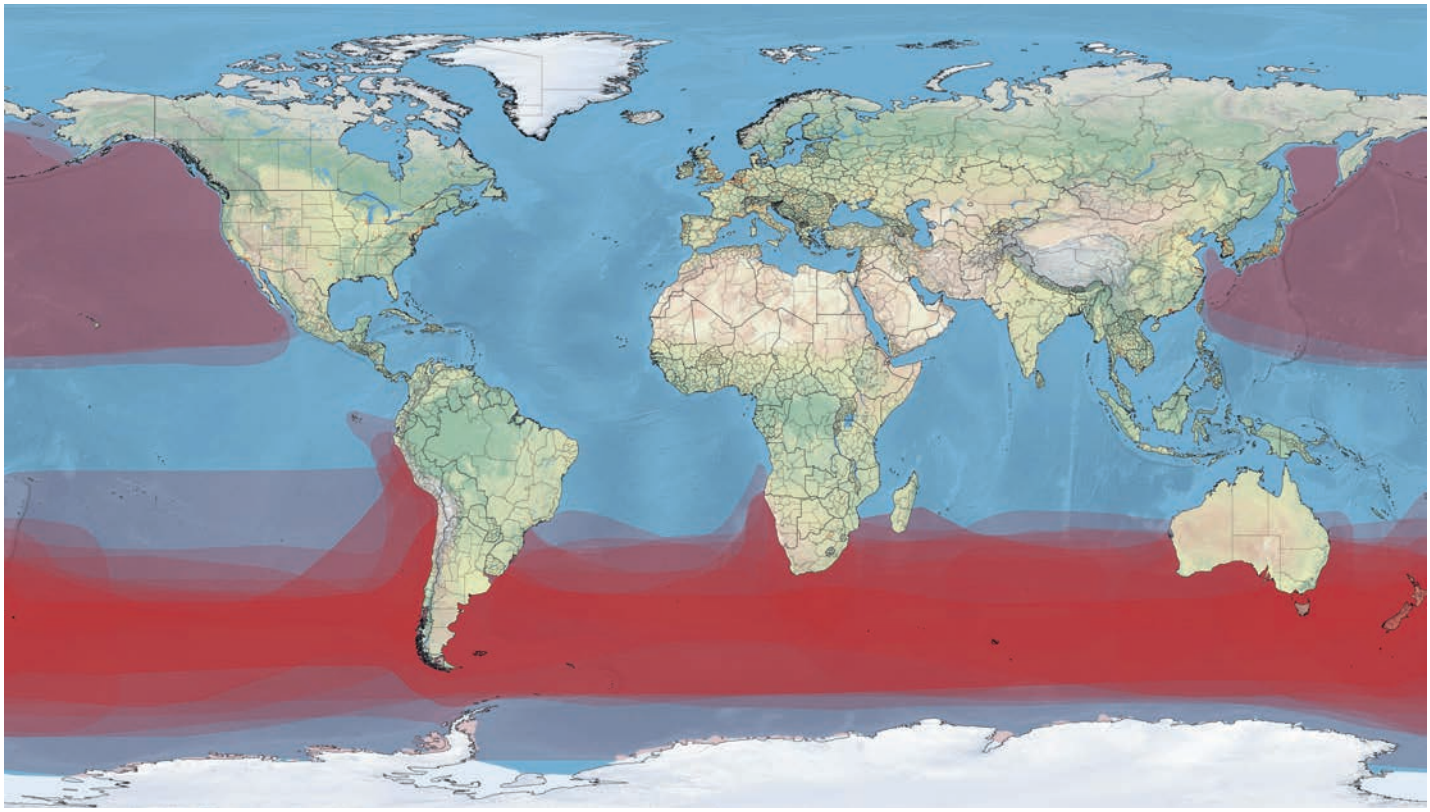
El Atlántico sudoccidental

El sector occidental de Atlántico sur conforma un vasto ecosistema marino entre aproximadamente los 23 y los 55° de latitud e incluye las plataformas continentales de la Argentina, el Uruguay y el sur del Brasil, de las que la argentina, con unos 1,7 millones de kilómetros cuadrados, es una de las más extensas del planeta. Su ambiente está sujeto a la influencia de dos corrientes que fluyen en dirección opuesta: la del Brasil que trae aguas subtropicales del norte, y la de Malvinas, que trae aguas subantárticas del sur. El encuentro de ambas corrientes se llama *convergencia subtropical*. Sumadas a otros procesos oceanográficos, dichas corrientes generan varias situaciones, llamadas *frentes marinos*, en que se concentran nutrientes, fitoplancton y zooplancton y en las que, consecuentemente, prosperan importantes comunidades de peces, crustáceos y calamares. En ese ambiente se congregan no solo albatros y petreles provenientes de sitios reproductivos cercanos sino, también, poblaciones de aves marinas de otros océanos y se forma un área de alimentación de aves que concurren desde distintos lugares en diferentes momentos de sus ciclos anuales. Las áreas de mayor concentración de albatros concuerdan con las de mayor abundancia de sus presas, que dependen de factores como gradientes de temperatura del agua, salinidad, turbidez o accidentes topográficos, entre ellos el talud continental. La zona de influencia de la convergencia subtropical, que es vecina al talud continental, constituye una de las áreas más importantes de la región en cuanto a concentración de albatros, a lo que contribuye el hecho de que algunas especies de estos nidifican en el área a distancias relativamente cortas para sus hábitos de vuelo. Así, cerca del 70% de la población reproductiva del albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris*) nidifica en las Malvinas, donde las cifras más recientes hablan de 690.000 parejas reproductivas. A estas fuentes naturales de alimento se suman las antropogénicas, por ejemplo, las que resultan de las actividades pesqueras, que afectan de manera significativa la distribución y abundancia de las aves marinas.

Albatros y actividades humanas

Se han encontrado rastros de la interacción entre humanos y aves marinas, particularmente albatros, desde tiempos prehistóricos. Pobladores nómades o sedentarios de ambientes costeros aprovecharon su carne y sus huevos como parte de su alimentación, y emplearon sus pieles,

Distribución mundial de las 22 especies de albatros reconocidas por la UICN. La intensidad de rojos indica la densidad de estas. Wikimedia Commons



huesos y plumas para confeccionar vestimenta, utensilios y ornamentos. Hacia fines del siglo XIX, la comercialización generalizada de guano y de plumas de aves marinas por europeos los condujo a explorar áreas remotas del planeta y asentarse en ellas, con la consecuencia de que arribaron también a esos sitios animales domésticos y plagas como ratas, lo cual llevó a que los lugares reproductivos de aves marinas sufrieran la depredación de huevos y pichones.

Diferentes investigaciones arqueológicas realizadas en las costas argentinas han mostrado el consumo de aves marinas por los pueblos precolombinos, en particular en las orillas del canal Beagle en Tierra del Fuego. En tiempos modernos, las actividades pesqueras y la extracción de petróleo han ocasionado efectos deletéreos sobre albatros y otras aves marinas, por ejemplo, por la presencia en el mar de contaminantes orgánicos e inorgánicos y de residuos como materiales plásticos.

Sucede que a menudo las actividades humanas que causan esa contaminación también atraen a las aves marinas, porque sus descartes y desechos les proporcionan una fuente altamente predecible de alimento, como sucede con los peces que devuelven al mar las embarcaciones de pesca por ser especies sin valor comercial, ejemplares de tamaño insuficiente, o partes como cabezas, colas y vísceras que siguen igual suerte en buques factoría. Las aves marinas también aprovechan peces no atrapados por las redes pero traídos cerca de la superficie cuando estas se recogen y los residuos de la alimentación de tripulantes de las embarcaciones. Pero como

Estado y tamaños estimados de las poblacionales mundiales de las 22 especies de albatros reconocidas por la UICN

Estado	Nombre	Número de parejas reproductivas	Abundancia en el Atlántico sudoccidental
CRA	Albatros de Amsterdam (*Diomedea amsterdamensis*)	52	s/d
VUL	Albatros de las Antípodas (*Diomedea antipodensis*)	23.114	s/d
CRA	Albatros de las Galápagos (*Diomedea irrorata*)	19.236	s/d
CRA	Albatros de Tristán (*Diomedea dabbenena*)	3.526	*
VUL	Albatros errante (*Diomedea exulans*)	16.100	++
AME	Albatros real del norte (*Diomedea sanfordi*)	11.664	+
VUL	Albatros real del sur (*Diomedea epomophora*)	15.772	+
CEA	Albatros capsulado blanco (*Thalassarche steadi*)	194.222	*
VUL	Albatros de Chatham (*Thalassarche eremita*)	9.150	s/d
VUL	Albatros de Salvin (*Thalassarche salvini*)	63.894	*
CEA	Albatros tímido (*Thalassarche cauta*)	25.170	*
AME	Albatros de cabeza gris (*Thalassarche chrysostoma*)	191.496	+
CEA	Albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris*)	1.203.372	+++
VUL	Albatros de Campbell (*Thalassarche impavida*)	42.000	s/d
CEA	Albatros de Buller (*Thalassarche bulleri*)	63.572	*
AME	Albatros de pico fino del Atlántico (*Thalassarche chlororhynchos*)	68.100	*
AME	Albatros de nariz amarilla del Índico (*Thalassarche carteri*)	83.170	s/d
CEA	Albatros tiznado (*Phoebetria palpebrata*)	40.972	*
AME	Albatros oscuro (*Phoebetria fusca*)	26.690	*
VUL	Albatros de cola corta (*Phoebastria albatrus*)	940	s/d
CEA	Albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*)	1.182.712	s/d
CEA	Albatros de patas negras (*Phoebastria nigripes*)	122.614	s/d

La columna de estado sigue la Lista Roja de las Especies Amenazadas (*www.iucnredlist.org*) de la UICN: **CEA** cercano a la amenaza, **VUL** vulnerable, **AME** amenazado, **CRA** críticamente amenazado. La columna de abundancia refleja datos del Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles: **+++** muy abundante, **++** abundante, **+** escaso, ***** presente de modo ocasional, **s/d** sin datos.

< Albatros errante
(*Diomedea exulans*)

> Albatros tímido
(*Thalassarche cauta*)

< Albatros de Buller
(*Thalassarche bulleri*)

> Albatros de manto claro
(*Phoebetria palpebrata*)

< Albatros de cabeza gris
(*Thalassarche chrysostoma*)

> Albatros de ceja negra
(*Thalassarche melanophris*)

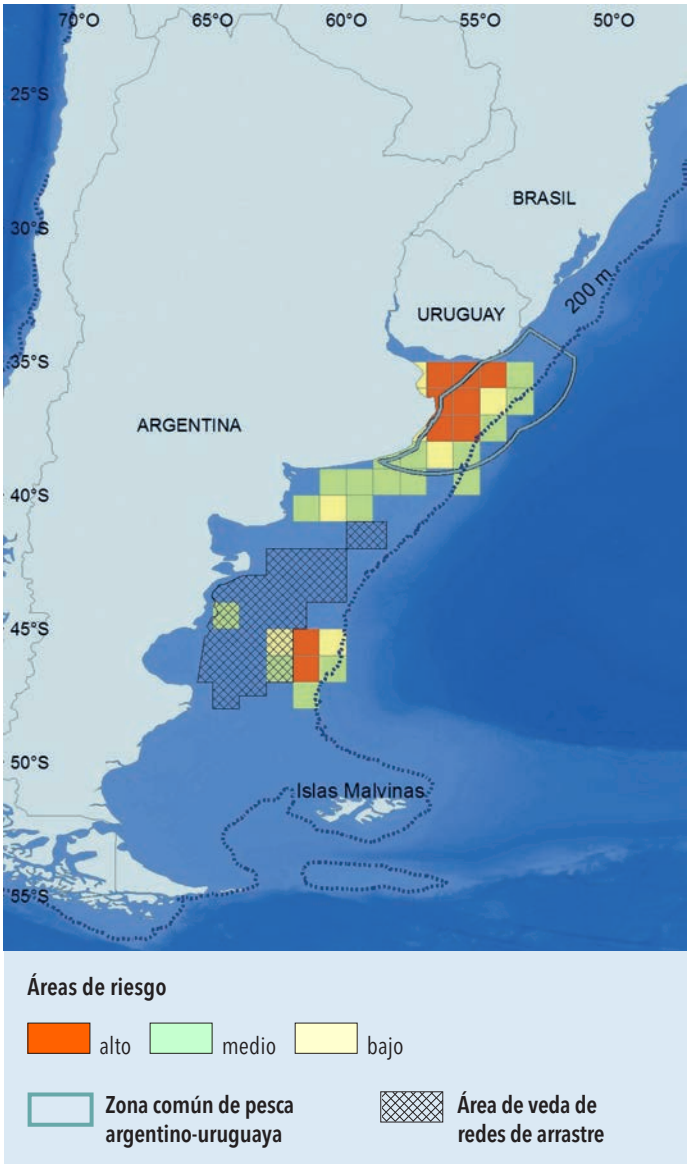
Utensilios de huesos de aves marinas usados por pobladores prehispánicos de las costas del canal Beagle: dos húmeros de pardela (izq.) y uno de petrel gigante. Colección del Centro Austral de Investigaciones Científicas, Conicet. La barra que da la escala mide 10cm.

resultado de procurarse esos alimentos se accidentan de varias maneras: colisionan con las embarcaciones o las artes de pesca, se enredan en redes o aparejos, quedan enganchadas al tratar de sustraer la carnada de anzuelos, se enredan en cables y hasta son atrapadas y mueren ahogadas en las redes.

El mencionado albatros de ceja negra es una de las especies más abundantes asociadas a los buques pesqueros y mayormente afectadas por esos accidentes. Diferentes esfuerzos realizados en el ámbito regional, como regulaciones pesqueras o mejoramiento de las artes y los aparejos de pesca, están permitiendo la recuperación de sus poblaciones en el Atlántico sudoccidental lo mismo que en el Pacífico sur. Otras especies de albatros afectadas por actividades pesqueras que nidifican en regiones remotas como las Georgias del Sur o Australasia incluyen los albatros errantes (*Diomedea exulans*), reales del norte (*D. sanfordi*) y reales del sur (*D. epomophora*).

La contaminación producida por los derrames accidentales o las descargas regulares de petróleo y sus derivados representa una importante amenaza para los albatros, sobre todo si tienen lugar en o cerca de las áreas en que se alimentan o reposan. Las aves pueden ingerir o inhalar esas sustancias durante su alimentación o la limpieza de su plumaje. La contaminación por metales como el plomo y el mercurio en el área afecta a diversas especies de albatros, incluido el de ceja negra, en las que se ha encontrado que alcanza niveles significativos.

De esta manera, los principales problemas de conservación que afectan a los albatros y grupos afines que nidifican en las islas Malvinas, Georgias de Sur, Sandwich del Sur y la Antártida se originan en el mar.



Áreas de riesgo para el albatros de ceja negra y unidades de manejo pesquero. Fuente Copello S *et al.*, *Journal of Sea Research*, 89: 44-51, 2014.

Otra importante amenaza que enfrentan estas aves son las enfermedades infecciosas, cuyos agentes patógenos arriban con las personas o con los animales de otras latitudes que por decisión o accidente las acompañan. Esas infecciones pueden provocar una rápida disminución y hasta extinción de poblaciones que vivían en aislamiento geográfico y tienen hábitos gregarios de cría. En el océano Índico, por ejemplo, la elevada mortalidad de pichones y el fracaso reproductivo del albatros de Amsterdam (*D. amsterdamensis*) fue atribuido al cólera aviar.

Para lograr una conservación efectiva de estas aves, una de las principales cuestiones que se debe estudiar es su uso del espacio marino y su superposición con actividades humanas. Las modernas técnicas de monitoreo remoto permiten identificar las zonas de mayor riesgo pa-

ra las aves, por ejemplo, las de superposición más intensa con actividades pesqueras, como se indica en el mapa para los albatros de ceja negra. También, la mortandad accidental en pesquerías puede reducirse significativamente mediante buenas prácticas pesqueras que reduzcan enganches y colisiones, por la reducción de las cantidades de desechos y descartes, y por el establecimiento de vedas espaciales y temporales, entre otras medidas. Junto con medidas adoptadas en sitios reproductivos del tipo del control de especies exóticas y la regulación del turismo, lo anterior está permitiendo la recuperación de algunas poblaciones. Sin embargo, el estado de conservación de la mayoría de las especies de albatros es aun preocupante.

Medidas nacionales e internacionales de conservación

Actualmente la supervivencia de un tercio de las 346 especies de aves marinas conocidas enfrenta algún tipo de amenaza. Su abundancia global sufrió un decrecimiento del 70% entre 1950 y 2010. Estas aves, junto con otros predadores ubicados en la cúspide de la pirámide trófica, son un indicador de la salud de los ecosistemas marinos, pues ciertos parámetros mensurables en ellas –éxito reproductivo, supervivencia de aves juveniles y adultos, áreas de distribución y alimentación, entre otros– sirven de advertencia de los cambios más sutiles y difíciles de registrar que estarían afectando a los ecosistemas.

Los albatros como especies migratorias cruzan frecuentemente las jurisdicciones nacionales e internacionales. Mejorar el estado de conservación de tales especies requiere establecer una cooperación internacional. De ahí la razón de ser del Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (*www.acap.aq*), un organismo intergubernamental con el objetivo indicado por su nombre. La Argentina participa activamente en ese foro, al que se incorporó formalmente al sancionar en 2006 la ley 26.107.

En el ámbito nacional, se reguló por la resolución 8 de 2008 del Consejo Federal Pesquero el uso de palangres o espineles (largos cordeles de los que penden otros con anzuelos en sus extremos). Se adoptó también en 2010 el 'Plan de acción nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías' que sigue lineamientos propuestos por la FAO, y recientemente el Consejo Federal Pesquero estableció medidas de conservación en pesquerías de arrastre (resolución 3/17). Lo anterior encuadra en legislación nacional sobre la necesidad de que las actividades pesqueras no ocasionen daños significativos de otros componentes de los ecosistemas marinos, como la ley 25.675 sobre el ambiente y la 24.922 que estableció el Régimen Federal de Pesca. En otras palabras, no parece haber deficiencia legislativa o regulatoria, pero no se puede afirmar que el complimiento de las normas sea adecuado, además de existir considerable pesca ilegal por embarcaciones de banderas diversas.

Un campo en el que se requiere avanzar considerablemente es el de la información al público y el esclarecimiento de las ideas de los medios de comunicación, funcionarios estatales, políticos electos, medios escolares, empresarios y trabajadores de la industria pesquera y otros. Muy especialmente, en lo que concierne a la comunidad científica, si bien se han registrado avances importantes en las últimas décadas, aún el país está lejos de disponer de una base suficiente de conocimiento independiente basado en investigación académica como para orientar de manera adecuada las políticas públicas y las medidas de regulación. CH

Participaron en la redacción de este artículo Sofía Copello, Germán García, Rocío Mariano-Jelicich, Jesica Paz, María Teresa Ravasi y Marco Favero, del IIMYC, UNMDP-Conicet; Angélica Tivoli, del Centro Austral de Investigaciones Científicas, Ushuaia, y Gabriela Blanco, del Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn. Favero, Tivoli y Leandro Tamini proporcionaron fotografías, que se agradecen.

LECTURAS SUGERIDAS

FAVERO M *et al.*, 2016, 'Aves marinas de las costas bonaerenses', en Celsi S y Athor J (eds.), *La costa atlántica de Buenos Aires. Naturaleza y patrimonio cultural*, Vázquez Mazzini, Buenos Aires.

ORÍA J y TIVOLI AM (eds.), 2014, *Cazadores de mar y tierra. Estudios recientes en arqueología fueguina*, Editora Cultura Tierra del Fuego y Museo del Fin del Mundo, Ushuaia.

SCHREIBER EA & BURGER J (eds.), 2001. *Biology of Marine Birds*, CRC Press, Boca Raton Fla.

SECO PON JP *et al.*, 2015, 'Seabird conservation in fisheries. Current state of knowledge and conservation needs for Argentine high-seas fleets', en Mahala G (ed.), *Seabirds and Songbirds. Habitat preference, conservation and migratory behaviour*, Nova Science, Nueva York.

UHART MM, GALLO L & QUINTANA F, 2017, 'Review of diseases in albatross and large petrels worldwide', *Bird Conservation International*, 0: 1-28.

Juan Pablo Seco Pon

Doctor en ciencias biológicas, UNMDP.
Investigador adjunto en el IIMYC, UNMDP-Conicet.
Auxiliar docente, FCEYN, UNMDP.

Leonardo D Hirsch
Instituto de Historia Argentina y Americana
Emilio Ravignani, UBA-Conicet

Representación proporcional en Buenos Aires en 1873

En 1876, Luis Vicente Varela (1845-1911) publicaba en París *La democracia práctica* (Librería A Bouret e hijo), un estudio sobre las fortalezas y debilidades de los sistemas electorales que se proponían dar representación proporcional a mayorías y minorías. En la introducción, el joven abogado porteño –nacido en Montevideo, hijo del exiliado Florencio Varela– expresaba su sorpresa al constatar que Francia comenzaba a debatir con ardor una cuestión fundamental para practicar la 'verdadera democracia', mientras que en su país la representación proporcional se había establecido un par de años antes, si bien solo en la provincia de Buenos Aires.

En 1873, en efecto, luego de tres años de deliberaciones, la Convención Constituyente de Buenos Aires sancionó una nueva ley fundamental para la provincia, en reemplazo de la vigente desde 1854. La reforma le dio estatuto constitucional al principio de la *representación proporcional*, por oposición al de *simple pluralidad* (o simple mayoría), predominante en el mundo. En el artículo 49 de esa Constitución consta que el cambio tuvo el fin de 'dar a cada opinión un número de representantes proporcional al número de sus adherentes'.

Fue uno de los primeros ensayos de representación proporcional en el mundo. En 1855 el sistema se había instituido en Dinamarca, para elegir a una parte de los miembros del Poder Legislativo aplicando una fórmula ideada por el político y matemático danés Carl Andrae (1812-1893). En 1899 Bélgica, un país dividido, se convirtió en el primer Estado europeo en adoptar completamente la representación proporcional en el orden nacional. Lo hizo por aplicación de una fórmula dada a conocer en 1878 por el jurista y profesor de la Universidad de Gante Victor d'Hondt (1841-1901). El sistema bonaerense rigió la elección de diputados y senadores provinciales desde 1873, y desde 1889 también la de electores del Poder Ejecutivo.

En las décadas iniciales del siglo XX, más naciones, tanto en Europa como en América, siguieron el ejemplo.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Uno de los primeros ensayos en el mundo de un sistema electoral con representación proporcional.

Mariano Acosta (1825-1893), gobernador de Buenos Aires entre 1872 y 1874 y vicepresidente de la República entre 1874 y 1880. Como gobernador, en 1873 promulgó la nueva Constitución provincial.

Simultáneamente, en otros países se introdujeron reformas electorales destinadas a garantizar la representación de las minorías por otros caminos, entre ellos, *circunscripciones uninominales*, en cada una de las cuales los electores optaban entre los candidatos a ocupar una banca; *voto acumulativo*, por el que el sufragante disponía de tantos votos como escaños había en juego, los que podía distribuir libremente entre distintos candidatos; *lista incompleta* o voto limitado, por el cual el votante optaba entre listas con tantos miembros presentados por los partidos como bancas había en juego, y quedaba electa una fracción mayoritaria de la lista del más votado, mientras el resto de las bancas iba al segundo. El último fue el sistema empleado en la Argentina para las elecciones de diputados nacionales y electores de presidente tras la sanción de la Ley Sáenz Peña de 1912.

Por lo general, los estudiosos de este tipo de reformas señalan que la representación de las minorías operó como una protección de los grupos privilegiados ante, por un lado, los nuevos desafíos político-sociales creados por el capitalismo y la urbanización, y, por otro, el acceso al sufragio de nuevos estratos de la población. En otras palabras, la introducción de la representación de las minorías a partir de las últimas décadas del siglo XIX habría tenido por objetivo contrapesar la organización de las clases trabajadoras y el incremento de la participación popular en la vida política, y en segundo lugar, garantizar cuotas de poder a los grupos dominantes en el caso de eventuales derrotas en las urnas.

La reforma electoral de Buenos Aires pone en cuestión este tipo de interpretaciones. En rigor, la adopción de un régimen de representación proporcional respondió menos al deseo de crear defensas institucionales para contener el avance político de las mayorías que a un creciente y generalizado malestar sobre el funcionamiento del sistema representativo.

Esa insatisfacción, sin embargo, no era patrimonio exclusivo de los bonaerenses. Pasada la mitad del siglo, cobró fuerza la percepción de que existía un déficit representativo. Muchos contemporáneos concluyeron que el sistema de simple pluralidad, como el establecido en la Constitución de 1853, que otorgaba todos los cargos en disputa a la primera minoría, tenía graves falencias, entre ellas, precisamente dicha representación a la primera minoría a costa de los demás participantes en los comicios.

Lo que estaba cambiando, finalmente, era la forma de concebir el sistema representativo. El principio de que tanto mayorías como minorías deben estar representadas, lo mismo que los sistemas usados para representarlas, tienen una historia, cuyo nacimiento podría fecharse hacia 1850. Antes, los Estados surgidos de las revoluciones de fin del siglo XVIII e inicio del XIX, en Europa como en América, se organizaron sobre una base distinta, sintetizada en la idea de voluntad general.

En esas primeras experiencias republicanas el principio de soberanía popular supuso que los representantes de los electores, más que identificarse con determinados grupos sociales o sectores de opinión, debían ser capaces de distanciarse de intereses singulares. A la luz de esta concepción del gobierno representativo, las elecciones servían, ante todo, para revelar la voluntad general, y sus resultados importaban menos por la cantidad de sufragios emitidos que por reflejar la unidad de la población. Como consecuencia, en aquellos momentos no adquiría importancia el triunfo o la derrota de un partido o de una mayoría, sino el hecho de que la elección de autoridades reflejaba los intereses y las aspiraciones de los habitantes imaginados como un todo indivisible. Así, las elecciones elevaban al gobierno a representantes de la comunidad en su conjunto.

La primera ley electoral de Buenos Aires, sancionada en 1821, nada decía de listas y mucho menos de partidos: el acto comicial que estableció se reducía a una asamblea a la cual todos los ciudadanos habilitados podían concurrir personalmente para dar su voto

Domingo Faustino Sarmiento (1811-1888), presidente de la República entre 1868, año en que fue tomada esta fotografía con el nombre escrito por él, y 1874, lo que incluyó el tiempo de aprobación y promulgación de la nueva Constitución provincial. Foto Christiano Junior, colección privada.

por los hombres que deseaban ver ungidos como sus representantes. Quienes obtenían la mayor cantidad de votos se convertirían en *representantes del pueblo*, sin ninguna clase de identificación partidaria o de mandato de grupo.

Esta manera de concebir la representación no impedía considerar legítimo que, en el curso del debate y de la disputa política, los representantes tomaran partido sobre cuestiones específicas. Pero no era aceptable que esos alineamientos transitorios devinieran en alguna clase de partido, es decir, que promovieran la constitución de formas más permanentes de asociación. Por el contrario, la formación de algún tipo de agrupación permanente que se identificara con un interés particular merecía la acusación de facciosa. En este ideal de representación, pues, la división era considerada dañina.

Esos ideales, sin embargo, no siempre se correspondían con unos usos que, al calor de la competencia y el enfrentamiento, tendían a favorecer la consolidación de solidaridades políticas. De ahí que el proceso electoral diese lugar a prácticas informales que, de distintas maneras, organizaron y dirigieron la voluntad general. Desde que el Río de la Plata comenzó su experiencia electoral hacia la década de 1820, los actores de mayor gravitación solían reunirse de manera privada para negociar y discutir posibles listas de elegibles, que, en los días previos a los comicios, circulaban por medio de la prensa, o en plazas, pulperías y otros espacios públicos. Como aquellos grupos eran tan numerosos como laxos y poco disciplinados, era frecuente encontrar listas con distintas

La Casa de Gobierno, ubicada en el predio en que había estado el fuerte colonial y en el que, hasta 1880, las instituciones nacionales residieron como huéspedes del estado provincial. Fotografía tomada en 1877 desde la actual ochava del Banco Nación, mirando al sudeste. A la izquierda, la farola de la Aduana; a la derecha, el Correo Central, que se inauguró en 1879, y la esquina del edificio de Rentas Nacionales. Foto Christiano Junior, AGN.

Plaza 25 de Mayo el 24 de septiembre de 1873, tomada desde la azotea de la Recova Vieja el día de la inauguración por el presidente Sarmiento del monumento a Belgrano, ubicado en el centro de esa plaza. Levemente a la izquierda de la estatua se advierte el edificio del Congreso Nacional, cuya sala de sesiones hoy alberga a la Academia Nacional de la Historia, pero no fue allí donde sesionó la convención bonaerense sino en la antigua Sala de Representantes, en la Manzana de las Luces. Fotógrafo no identificado, colección privada.

El paseo de Julio (hoy Leandro Alem) tomado desde la Casa de Gobierno mirando al norte. A la derecha, la Estación Central y el comienzo del muelle de pasajeros; más atrás, el muelle de las Catalinas. Foto Carlos Feltscher, *ca.* 1877, colección privada.

Arriba. Estación Central de los ferrocarriles hacia el norte y el sur, incluida la línea a Ensenada, cuya empresa propietaria había erigido el edificio de madera prefabricado en Inglaterra y destruido por completo por un incendio en febrero de 1897. Foto Christiano Junior, 1876, AGN.

Abajo. La ciudad en 1876. Esquina sudeste de Libertad (que corre hacia la derecha) y Juncal (por la que circulaba el tranvía de caballos guardando la mano izquierda). Coloquialmente, la intersección tomó el nombre de cinco esquinas. Sobre el horizonte, a la izquierda, la iglesia de Nuestra Señora del Socorro. Foto Christiano Junior, colección privada.

La Boca en 1877, entonces un suburbio portuario unido al centro por tren y tranvía. Foto Christiano Junior, AGN.

combinaciones de candidatos. Lo habitual, no obstante, era que se llamara a la formación de una lista única, que supuestamente expresaba la voluntad popular. Como consecuencia de ello, a menudo un conjunto de candidatos figuraba en varias de las listas circulantes.

En tiempos del gobernador Juan Manuel de Rosas, entre 1829 y 1852, el procedimiento de la lista única confeccionada por este puso un paréntesis en la competencia política. Tras su caída en el segundo de esos años, la disputa por las candidaturas y la confección de listas retornó y, al cabo de algunos años, los participantes aprendieron que los desacuerdos y las diferencias de opinión, más que un fenómeno aberrante, eran inevitables y a la vez constitutivas de la política. Poco a poco, la reflexión sobre este punto modificó las ideas predominantes sobre la misión de los representantes.

Así, comenzó a argumentarse que los dirigentes políticos debían identificarse con alguno de los diversos y heterogéneos intereses, corporaciones u opiniones políticas que dividían al electorado. Al tiempo que se afianzaba esta nueva manera de comprender el sistema representativo, los denominados partidos fueron ganando protagonismo y legitimidad, tanto en las elecciones como en la vida política en general. Su primera expresión fue la oposición entre unitarios y federales. Tras la caída de Rosas aparecieron otras, como nacionalistas y autonomistas, que signaron la vida política porteña en las décadas de 1860 y 1870.

Aun cuando estos partidos también proclamaban que sus candidatos serían representantes del pueblo en su conjunto, poco a poco las diferencias de opinión se fueron profundizaron. Ello hizo que se volviera cada vez más difícil la formación de listas mixtas que reunieran a personajes de distintas procedencias. En este marco las agrupaciones políticas cobraron mayor cohesión interna y los comicios adquirieron un carácter más disputado y por ende más problemático, ya que el partido que obtenía más votos se quedaba con todos los cargos en juego. Tanto los perdedores como los ciudadanos independientes empezaron a sentirse excluidos. El concepto de la po-

lítica como representación de la voluntad general se vio impugnado.

En ese contexto, personas como Thomas Hare (1806-1891) y John Stuart Mill (1806-1873) en Inglaterra o Vicente Fidel López (1815-1903) en la Argentina comenzaron a lamentar que los representantes ya no emanaran directamente del pueblo. Y se empezó a criticar que no fuera el pueblo sino los comités de partido los que impusieran los candidatos y decidieran los términos de la competencia electoral. Según este análisis, el sistema electoral de simple pluralidad o mayoría estaba dando lugar a la formación de partidos compactos y disciplinados cuyo principal objetivo no era representar a la sociedad sino derrotar al adversario y alcanzar el poder. A partir de tal diagnóstico cobró mayor peso el argumento de que el modo vigente de representación era incapaz de contemplar la diversidad de opiniones, intereses o sentimientos que convivían en el seno de la sociedad.

Este modo de razonar dio lugar al espíritu adverso a los partidos que inspiró los debates sobre el régimen electoral de la Convención Constituyente bonaerense de 1870-1873, la cual había sido convocada con el propósito de compatibilizar la Constitución provincial, sancionada en 1854 cuando Buenos Aires estaba separada de la Confederación Argentina, con la nacional. Al mismo tiempo, los convencionales también estaban animados por el deseo de pacificar la política y encontrar fórmulas que revirtieran el déficit representativo creado por la competencia partidaria.

Durante las sesiones, dichos convencionales acordaron encarar su tarea dejando de lado sus lealtades partidarias. Una parte considerable de la discusión giró en torno a qué sistema electoral era el más adecuado, por un lado, para aplicar el principio de la representación proporcional y, por el otro, para obstaculizar un posible futuro monopolio de la representación por parte de las máquinas partidarias. Aunque se consagró el principio de la representación proporcional, no se pudo arribar a un acuerdo definitivo sobre el método para hacerlo práctico, lo que quedó para la reglamentación posterior. Entre las distintas fórmulas consideradas estuvo el siste-

Retrato de una familia no identificada de la burguesía porteña en una quinta suburbana, *ca.* 1875. Foto Christiano Junior, AGN.

ma de cociente ideado por Hare, el voto acumulativo y la circunscripción uninominal.

El ánimo adverso a los partidos de la clase gobernante duró poco, como quedó en evidencia cuando llegó el momento de que la Legislatura discutiera la ley electoral, reglamentaria del mandato constitucional. En contraste con la propuesta de los convencionales, los miembros de la Comisión de Negocios Constitucionales de ese cuerpo presentaron un proyecto que buscó establecer lo esencial de un sistema publicado poco antes en Francia (Jules Borély, *Nouveau système électoral. Représentation proportionnelle de la majorité et des minorités*, París, 1870). Según su autor, en realidad la gente votaba al mismo tiempo por un candidato y por un partido, por lo que indicó que su sistema era de doble voto simultáneo. La idea es que el elector posee dos votos: el primero va al partido de su preferencia y el segundo al candidato de su predilección de ese partido. Se trataba de un procedimiento electoral similar al conocido por ley de lemas, aplicado en el Uruguay desde 1910 a propuesta del jurista y político Justino Jiménez de Aréchaga (1850-1904), influido por *La democracia práctica* de Varela, y también utilizado a fines del siglo XX en varias provincias argentinas.

Sus defensores argumentaban que ese sistema se adaptaba a los hábitos políticos del país, pues daba lugar a la representación de los partidos y, a la vez, aceptaba las preferencias personales de los votantes. Pero no todos los legisladores estaban de acuerdo con esa idea, y en consecuencia otro sector de la Legislatura sostenía que los electos debían ser pura y exclusivamente representantes del pueblo. Con miras a armonizar ambas posturas, una comisión especial propuso un nuevo proyecto, finalmente sancionado en 1876, que concilió, por medio de la figura del *candidato común* en diversas listas, un sistema de representación que se proponía seleccionar candidatos representativos tanto del pueblo como de los partidos en que este se dividía. En concreto, la ley electoral de ese año creó un sistema mixto que contemplaba en primer lugar los sufragios dados a candidatos individuales que figuraban en diferentes listas y, en una segunda operación, los recibidos por cada una de dichas listas.

Al igual que otras ideas surgidas en el amanecer del sistema proporcional, esta solución intermedia no prosperó. Con el tiempo, los partidos que ganaron la batalla y monopolizaron la representación política bonaerense. Una nueva reforma electoral, de 1896, eliminó la figura del *candidato común* y estableció que el escrutinio solo tendría en cuenta los votos por *listas según su denominación*. Se abandonó así en la provincia la práctica decimonónica de computar los votos recibidos por los candidatos sin importar en qué lista o boleta figurasen. De ahí en adelante, la representación proporcional se dirimiría entre los partidos.

Comenzaba así un nuevo capítulo en la historia de la representación política, que consagró a los partidos como el único canal legítimo para canalizar y organizar la expresión ciudadana. En esta historia, el sistema proporcional ideado y puesto en práctica en la provincia de Buenos Aires desempeñó un papel pionero y ejemplar. Ese testimonio del vanguardismo de la dirigencia porteña recuerda que la innovación institucional no siempre viaja de norte a sur, y que en el siglo XIX las nuevas repúblicas americanas fueron laboratorios políticos de primer orden. CH

LECTURAS SUGERIDAS

HORA R, 2011, 'Autonomistas, radicales y mitristas: el orden oligárquico en la provincia de Buenos Aires (1880-1912)', *Boletín del Instituto de Historia Argentina y Americana Dr. Emilio Ravignani,* tercera serie, 23.

PALTI E, 2007, *El tiempo de la política. El siglo XIX reconsiderado*, Siglo XXI, Buenos Aires.

PANI E, 2000, 'En busca de la «democracia real»: el debate sobre la representación política durante el último tercio del siglo XIX', *Prismas*, 4: 21-46, accesible en *http://www.saavedrafajardo.org/Archivos/Prismas/04/Prismas04-02.pdf.*

PERSELLO AV, 2012, 'La búsqueda de la «buena» representación: los diferentes «usos» de la proporcionalidad', *Estudios Sociales,* 22, 43: 105-132.

SABATO H, 1998, *La política en las calles. Entre el voto y la movilización. Buenos Aires, 1862-1880*, Sudamericana, Buenos Aires.

SABATO H *et al.*, 2011, *Historia de las elecciones en la Argentina 1805-2011*, El Ateneo, Buenos Aires.

TERNAVASIO M, 2002, *La revolución del voto. Política y elecciones en Buenos Aires 1810-1852*, Siglo XXI, Buenos Aires.

Leonardo D Hirsch

Doctor en historia, UBA. Integrante del Programa de Estudios de Historia Económica y Social Americana del Instituto Ravignani, UBA-Conicet.
leohirsch@gmail.com

Nasa.gov

Jaime García Número 42, enero-junio de 2018

GUÍA del cielo NOCTURNO

Cómo utilizar esta nueva versión de la 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 Nº 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.

2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Mercurio	Crepúsculo matutino	No visible	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo matutino	Crepúsculo matutino	No visible
Venus	No visible	No visible	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo vespertino	Del anochecer a las 20:30
Marte	De 2h al amanecer en Libra	De 1h al amanecer en Ophiuchus	De 0h al amanecer en Sagittarius	De 23h al amanecer en Sagittarius	De 22h al amanecer en Capricornus	De 21h al amanecer en Capricornus
Júpiter	De 1:30h al amanecer en Libra	De 23:30h al amanecer en Libra	De 22h al amanecer en Libra	De 20h al amanecer en Libra	Toda la noche en Libra	Del anochecer a 5h en Libra
Saturno	De 4:30h al amanecer en Sagittarius	De 2:30h al amanecer en Sagittarius	De 1h al amanecer en Sagittarius	De 23h al amanecer en Sagittarius	De 21h al amanecer en Sagittarius	Toda la noche en Sagittarius
Urano	Del anochecer a 0:30h en Pisces	Del anochecer a 22:30h en Pisces	Crepúsculo vespertino en Pisces	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 2458120 (ENERO 1, 9:00 HORA LOCAL)

Salida
(1) 5:44
(15) 5:57

Puesta
(1) 20:10
(15) 20:09

1 23:26 **8** 19:27 **16** 23:19 **24** 19:22 **31** 10:29

1 Mercurio en máxima elongación oeste: 22,65°, a las 17h.

1 Luna llena de perigeo ('superluna'). El perigeo lunar ocurre a las 21 y el cambio de fase a las 23:26.

3 La Tierra pasa por su perihelio: 147.097.233 kilómetros, a las 2:34.

7 Conjunción entre Júpiter y Marte. A partir de las 3:00 se los podrá apreciar separados por tan solo 14', la mitad del diámetro de la Luna llena. Visible a simple vista.

9 Venus en conjunción superior con el Sol, a las 3h.

11 A la conjunción de Júpiter y Marte se suma la Luna menguante. Se puede apreciar a partir de las 3:00.

16 Luna nueva, época de cielo oscuro. El cambio de fase tiene lugar a las 23:19.

23 Venus en su afelio a las 14h (distancia al Sol: 0,728UA = 108.907.250km).

25 Mercurio en su afelio a las 8h (distancia al Sol: 0,467UA = 69.862.206km).

31 Otra Luna llena de perigeo ('superluna'), la segunda del mes (algunos la llaman 'Luna azul'). El perigeo lunar ocurre el día anterior y el cambio de fase, a las 10:29. En este día tendrá lugar un eclipse total de Luna, pero no será visible desde la Argentina.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 16/1)

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 caballete del pintor), Mensa (el monte de la mesa) y Columba (la paloma). Del boreal: Taurus (el toro).

Objetos destacados: en Dorado y Mensa, se 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 Columba se destaca un pequeño cúmulo globular NGC1851, accesible a telescopios de 15cm o más. En Pictor encontramos la estrella doble iota Pictoris, bastante brillante y fácil de separar con pequeños instrumentos. 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 2458151 (FEBRERO 1, 9:00 HORA LOCAL)

Salida

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

Puesta

(1) 20:00
(14) 19:48

7 12:56 — **15** 18:07 — **23** 05:11

7 a 8	Máximo de la lluvia de meteoros alfa Centauridas (ACE); activas entre 31/1 y 20/2; THZ entre 6 y 25; radiante entre alfa y beta Centauri. Al instante de máximo (a las 4h del 8 de febrero) no lo favorece la Luna menguante por lo que será mejor observarla antes de la salida de la Luna que se producirá a las 0:37 del 8 de febrero.
15	A las 19h13m48s ocurrirá el máximo de un eclipse parcial de Sol, de magnitud = 0,2. Será visible en la Argentina. En Buenos Aires, el eclipse comienza a las 18:37:31 y el Sol se pondrá eclipsado a las 19:48. Dado que este fenómeno se produce con la Luna nueva, esa noche será la más oscura del mes, propicia para disfrutar la observación de cúmulos, nebulosas y galaxias. El cambio de fase tiene lugar a las 18:07.
17	Mercurio en conjunción superior con el Sol, a las 9h.
25	Mercurio estará 0,4° al sur de Neptuno, a las 12h. Esta conjunción será muy difícil de observar pues ocurre muy próxima al horizonte en pleno crepúsculo vespertino.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 15/2)

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

Orion (el cazador), Monoceros (el unicornio), Canis Major (el perro mayor) y Lepus (la liebre).

Objetos destacados: en el llamado 'puñal' de Orion, encima del asterismo de las 'Tres Marías', es posible encontrar la gran nebulosa M42 envolviendo al joven grupo 'Trapecio' y junto a ella a M43, todo esto visible con un pequeño telescopio o, incluso, con binoculares (a partir de 7 x 50 - 7 aumentos y 50mm de apertura). En Canis Majoris encontramos el cúmulo galáctico M41. En Monoceros destacan dos nebulosas asociadas a cúmulos galácticos, Roseta (NGC2244), objeto desafiante para un telescopio de menos de 20cm de apertura, y la del Cono (NGC2264), la muy famosa 'Pilares de la creación' del telescopio Hubble. En Lepus, señalamos el cúmulo globular M79.

MARZO

DJ 2458179 (MARZO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida

(1) 06:41
(15) 06:53

Puesta

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

1 21:53 — **9** 08:22 — **17** 10:13 — **24** 12:37 — **31** 09:37

4	Neptuno en conjunción con el Sol, a las 11h.
10	Mercurio en su perihelio, a las 8h (distancia al Sol: 0,307 UA = 45.926.546 km).
14	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 la favorece la proximidad de la Luna nueva.
15	Mercurio en máxima elongación este: 18,4°, a las 12h.
17	La Luna nueva producirá la noche de cielo oscuro del mes, con el cambio de fase a las 10:13.
20	Equinoccio de otoño, en el hemisferio sur, de primavera en el norte, a las 13h16m17s.
28	Conjunción entre Venus y Urano, visible al atardecer mirando hacia el oeste (a las 22 los separarán 11').

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 17/3)

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: Cáncer (el cangrejo).

Objetos destacados: se destacan la región de eta Carina, con su bella nebulosa NGC3372, y los cúmulos galácticos NGC3293 y 3532, los más brillantes. Además, en el asterismo del Rombo, el muy notable cúmulo galáctico llamado las 'Pléyades

australes'. Todo esto es accesible con binoculares o pequeños telescopios. En Vela, se encuentra un bello y destacado cúmulo globular, NGC3201. En Puppis destacamos los cúmulos galácticos M46 y M47. En cuanto a Cáncer, lo más notable es el bello cúmulo M44, el 'Pesebre' o la 'Colmena', que se percibe a simple vista, aunque también se puede observar M67, otro cúmulo accesible a un pequeño telescopio o a binoculares.

Nebulosa de Carina NGC3372

ABRIL

DJ 2458210 (ABRIL 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida
(1) 7:06
(15) 7:17

Puesta
(1) 18:48
(15) 18:30

8 04:19 | **15** 22:59 | **22** 18:47 | **29** 21:59

1	Mercurio en conjunción inferior con el Sol, a las 15h.
2	Conjunción entre Marte y Saturno, en la constelación de Sagittarius. El máximo acercamiento aparente ocurrirá a las 15 con una separación de 1,3°.
3	Saturno en su afelio, a las 14h (distancia al Sol: 10,1UA = 1.510.960.000km).
13 a 15	Tendrá lugar la Star Party Valle Grande 2018, 14ª edición, uno de los eventos astronómicos más populares entre los aficionados: *http://institutocopernico.org/starparty.php*.

15	La Luna nueva marca la noche más oscura del mes. El cambio de fase ocurre a las 22:59.
18	Urano en conjunción con el Sol, a las 12h.
23	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 creciente presenta complica las condiciones de observación de esta lluvia a comienzo de la noche, aunque su máximo es próximo a la medianoche.
29	Mercurio en máxima elongación oeste (27,02°), a las 15h.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 15/4)

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

Del cielo austral, del grupo de Keyser y Hountman: Pavo (el pavo real), Muscae (la mosca), Triangulum Australe (el triángulo austral); del boreal, Leo (el león).

Objetos destacados: en Triangulum Australe, destaca NGC6025, un cúmulo estelar abierto brillante; Pavo, a su vez, posee a NGC6752, un hermoso y brillante cúmulo globular, ambos para pequeños telescopios. En Pavo también encontramos una bella galaxia espiral, aunque algo desafiante para un telescopio de menos de 20cm: NGC6744.Ya en Muscae algunos cúmulos galácticos algo más débiles, para telescopios de 15cm de apertura o más: NGC4463 y 4815. 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, NGC3521 y el bello triplete formado por M65, M66 y NGC3628. Por el lado de las galaxias elípticas, el sitial de honor lo lleva M105.

MAYO

DJ 2458240 (MAYO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida
(1) 7:28
(15) 7:41

Puesta
(1) 18:14
(15) 18:00

7 23:10 | **15** 08:49 | **22** 0:51 | **29** 11:22

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 4:35 del 6 de mayo la Luna menguante desafiará su observación.
8	Júpiter en oposición al Sol, a las 21h.
15	El cambio de fase a Luna nueva se produce a las 8:49, marcando la noche más oscura del mes.
15	Venus en su perihelio a las 22h (distancia al Sol: 0,718UA = 107.412.800km).

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 15/5)

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', 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 más notables galaxias espirales vistas de canto, la famosa Galaxia del Sombrero, M104, notable con telescopios a partir de los 10cm de apertura.

JUNIO

DJ 2458271 (JUNIO 1 9:00 HORA LOCAL)

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

Puesta
(1) 17:51
(15) 17:50

6 15:33 | **13** 16:45 | **20** 07:52 | **28** 01:56

5	Mercurio en conjunción superior con el Sol, a las 23h.
6	Mercurio en su perihelio, a las 7h (distancia al Sol: 0,307UA = 45.926.546km).
13	Noche de Luna nueva, cielo oscuro. El cambio de fase tiene lugar a las 01:56.
18	Venus se encontrará muy próximo al cúmulo M44, conocido como *La colmena*. Visible hacia el oeste al comienzo de la noche.
21	Solsticio de invierno, en el hemisferio sur, verano en el norte, a las 07h08m13s.
27	Saturno en oposición al Sol, a las 9h.

PARA OBSERVAR EN LAS NOCHES OSCURAS (ALREDEDOR DEL 15/6)

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. En Crux tenemos a alfa, una notable estrella doble y al bello cúmulo galáctico kappa Crucis el 'Joyero', 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 NGC5068, entre las elípticas e irregulares están M87, M49 o M60.

Galaxia NGC5128. Wikimedia Commons.

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!

SUSCRIBITE A

CIENCIA HOY DE LOS CHICOS

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

chicos@cienciahoy.org.ar CHicosdeCienciaHoy Tel (011) 4961 1824 Fax (011) 4962 1330

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.

www.tenaris.com/argentina

Tenaris