CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Ejemplar en la Argentina $80
Volumen 25 número 148 marzo - abril 2016

Reptiles marinos en la Antártida

La Senda de los Beliches

¿Quiénes son realmente nuestros ancestros?

La paloma torcaza

ISSN 0327-1218

INNOVACIÓN Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS PARA LA INDUSTRIA ENERGÉTICA

CAMPOS MADUROS

RECURSOS NO CONVENCIONALES

REFINERÍA Y PETROQUÍMICA

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

NUEVAS ENERGÍAS

CADENA DE VALOR

GAS

Y-TEC

YPF TECNOLOGÍA

www.ypftecnologia.com

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, 5º A (C1193AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4961-1824 y 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
Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján

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

Ingrid de Jong
Instituto de Ciencias Antropológicas, UBA-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

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

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

Consejo científico

Coordinadora: Olga Dragún (Departamento de Física, CNEA)

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 (Instituto de Economía Energética, Fundación Bariloche), Eduardo Míguez (IEHS, UNCPBA), Felisa Molinas (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), Marcelo Montserrat (Academia Nacional de Ciencias), José Luis Moreno (Universidad Nacional de Luján), Jacques Parraud (UVT, INTA), Alberto Pignotti (FUDETEC), Gustavo Politis (Departamento Científico de Arqueología, FCNYM, UNLP), Eduardo H Rapoport (Laboratorio Ecotono, Universidad Nacional del Comahue), Fidel Schaposnik (Departamento de Física, UNLP)

Secretaría del comité editorial: Paula Blanco

Representante en Bariloche
Edgardo Ángel Bisogni (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*

Corresponsal en Río de Janeiro
Revista Ciência Hoje
Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27,
CEP 22290-140, Río de Janeiro - RJ - Brasil
Teléfonos: (5521) 2109-8999 y 2109-8973
Correo electrónico: *cienciahoje@cienciahoje.org.br*

Suscripciones
ARGENTINA: 6 números, $ 520 (incluye envío)
EXTRANJERO: 6 números, US$ 40 + envío

Costo de envío
PAÍSES LIMÍTROFES DE LA ARGENTINA: US$ 33
RESTO DE AMÉRICA: US$ 54
RESTO DEL MUNDO: US$ 60
(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
Nº de Registro DNDA: 5245141

Diseño y realización editorial
Estudio Massolo
Callao 132, E.P. (C1022AAO)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4372-0117
Correo electrónico: *estudiomassolo@fibertel.com.ar*

Corrección
Mónica Urrestarazu

Impresión
Latingráfica SRL
Rocamora 4161
(C1184ABC) Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

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

COMISIÓN DIRECTIVA

Pablo E Penchaszadeh (presidente), Carlos Abeledo (vicepresidente), Federico Coluccio Leskow (tesorero), Alejandro Gangui (protesorero), Paulina Nabel (secretaria), María Semmartin (prosecretaria), Hilda Sábato, Diego Golombek –en uso de licencia–, 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. El segundo contribuyó, además, a incrementar la cantidad de páginas del presente número. 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

Marzo – abril 2016
Volumen 25 - número 148

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY

4 Volumen 2 - número 9
Septiembre - octubre 1990

EDITORIAL

6 A medio siglo de la noche de los bastones largos

8 CARTAS DE LECTORES

9 GRAGEAS

CIENCIA Y SOCIEDAD

13 Cocina molecular

Mariana Koppmann

La gastronomía molecular atrae a unos y es rechazada por otros, pero intriga a todos. El término fue acuñado en 1988 por el físico húngaro Nicholas Kurti y el químico francés Hervé This, quienes lo definieron como la 'exploración científica de las transformaciones y los fenómenos culinarios'. Su época de auge coincidió con los años de esplendor del restaurante El Bulli, del chef catalán Ferran Adrià. Para algunos, esa época ya pasó, pero la definición de Kurti y This sigue vigente y se aplica a cualquier estilo de cocina.

ARTÍCULO

15 La paloma torcaza
Un problema agrícola y urbano

Enrique H Bucher

Durante la década de 1960 se produjo en la zona central de la provincia de Córdoba un explosivo incremento de las poblaciones de palomas torcazas (*Zenaida auriculata*), que se repitió en otras provincias e incluso en países limítrofes como Bolivia. El fenómeno está asociado a la extensión de la frontera agrícola y a la coexistencia de parcelas en las que se cultivó, por ejemplo, maíz, sorgo granífero o girasol, con otras parcelas en que subsistía el bosque nativo. Pero la proliferación de palomas ocasionó trastornos a la agricultura, por consumir una parte de la cosecha de granos, y luego se extendió a las ciudades. La experiencia práctica y la investigación científica demostraron que erradicar las aves resulta imposible. ¿Qué hacer?

EL PASADO EN IMÁGENES

21 El gaucho en la fotografía decimonónica argentina

En las últimas décadas del siglo XIX, las fotos de tipos y costumbres que los fotógrafos profesionales comercializaban en álbumes –y con el tiempo en postales y periódicos– tenían las imágenes de gauchos como uno de sus temas recurrentes. Se creó así la figura estereotipada, casi de ficción, de un personaje que se ocupaba de domar potros y herrar vacunos, jugaba a la taba y comía carne asada. Ese gaucho de los fotógrafos tenía su contraparte en la literatura y el teatro gauchescos, en primer lugar el *Martín Fierro* de José Hernández, aparecido en 1872. Para 1900, la inmigración, el progreso y la expansión de la agricultura confinaron al gaucho cada vez más a su hogar de ficción, y lo reemplazaron en la vida real por una amalgama de gringos y criollos modernizados.

ARTÍCULO

33 Lo que el viento no se llevó
Huellas grabadas en piedra en la Senda de los Beliches

María de Hoyos

En una corta quebrada conocida como Senda de los Beliches, en el valle del Cajón, no lejos de Santa María, Catamarca, se descubrió hace una veintena de años un singular conjunto de arte rupestre. Se compone de más de 1200 grabados sobre afloramientos rocosos muy poco elevados del nivel del piso que se extienden a lo largo de 3km y están en posición horizontal o tienen ligera inclinación. Entre los motivos predominan las representaciones de pisadas humanas y de animales, pero también hay dibujos geométricos y figuras de personas y animales. La investigación arqueológica procura discernir el significado de estos testimonios de las culturas precolombinas asentadas en la región.

ARTÍCULO

41 ¿Quiénes son realmente nuestros ancestros?

John Hawks

La paleoantropología encuentra nuevas evidencias en el estudio del ADN de fósiles y su comparación con la información genética de humanos modernos. Esta herramienta permite producir, a partir de minúsculos fragmentos de huesos, miles de millones de pares de bases de ADN. Los linajes conocidos como hombres de

Neandertal y de Denísova han desaparecido hace miles de años, pero sus genes se encuentran todavía acá. Alrededor de 1 a 4% de nuestros genes provienen de ancestros neandertales. Este conocimiento sobre el hombre antiguo nos permite reconstruir nuestro pasado y así mejorar nuestra comprensión sobre las variaciones de nuestros genes y su efecto sobre la salud.

ARTÍCULO

46 Muchas sales y poca agua

Ana L González Achem, Hugo R Fernández y Margarita del Valle Hidalgo

En muchas regiones del mundo, particularmente las áridas y semiáridas, los cursos y cuerpos de agua dulce se están salinizando, es decir, está aumentando la cantidad de sales que tienen disueltas. El fenómeno puede tener causas naturales o ser consecuencia de la acción humana y, sobre todo, en el segundo caso, traer aparejadas consecuencias ambientales profundas, en gran medida perjudiciales y de difícil reparación.

ESPACIO INSTITUCIONAL

50 CONICET dialoga

ARTÍCULO

55 Reptiles marinos en la Antártida

Animales que desaparecieron en la extinción masiva de especies acaecida a fines del Cretácico, hace unos 66 millones de años

Marta S Fernández y Marcelo Reguero

La búsqueda y la recuperación de restos fósiles de reptiles marinos en la Antártida proporcionan nuevo conocimiento sobre fisiología, diversidad, abundancia y escenarios evolutivos de la fauna en el período inmediatamente anterior (en términos del tiempo geológico) a la gran extinción de especies de hace unos 66 millones de años.

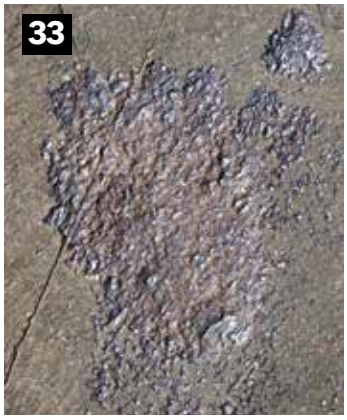
ARTÍCULO

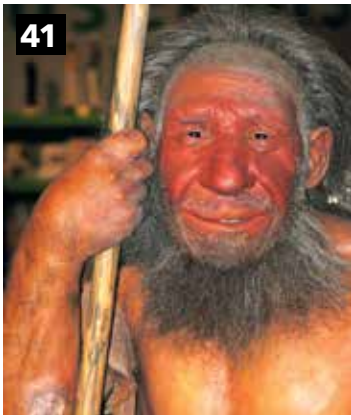
61 Alérgicos al látex

Jorge N Cornejo y Blanca Condorí

La adopción masiva y el uso cotidiano de productos con látex han dado lugar al surgimiento de una nueva patología aun hoy no totalmente comprendida, y conocida en términos generales como alergia al látex.

Dibujo de tapa Jorge González.





HACE 25 AÑOS en CIENCIA HOY

LATINOAMÉRICA EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA

GREGORIO WEINBERG

La actividad de una serie de instituciones destinadas a realizar estudios de historia de la ciencia y de la tecnología latinoamericanas, en sus aspectos sociales, éticos, políticos y culturales, constituye un hecho relevante para la reflexión teórica en nuestros países. A la vez, contribuye a elaborar respuestas originales, ajustadas a los requerimientos de la región, y permite adquirir conciencia de los obstáculos que aún conspiran contra el desarrollo científico y tecnológico de América Latina.

PINTURA COLONIAL ARGENTINA: TAREA DE RESTAURACIÓN

JOSE XAVIER MARTINI

Antiguas iglesias del noroeste argentino guardan tesoros artísticos coloniales, en muchos casos extremadamente deteriorados. Desde hace tres años, un taller de restauración lucha en Buenos Aires por conservar la vida de las preciadas imágenes. Compleja y sutil reunión de conocimientos artísticos y tecnológicos, la fascinante y anónima tarea de los restauradores ha dado sus primeros frutos y muchas de las obras, luego de haber sido expuestas en el Museo Nacional de Bellas Artes, han vuelto, restauradas, a los pequeños pueblos y capillas que las cobijan, en muchos casos, desde hace siglos.

El taller al que se refiere la nota fue operado hasta 1997 por la Fundación Antorchas y la Academia Nacional de Bellas Artes, luego por la primera, y al cese de actividades de esa entidad pasó a la Universidad Nacional de San Martín, en cuyo ámbito sigue activo y tomó nuevo impulso. En 2017 se cumplirán treinta años de la puesta en marcha de esta exitosa iniciativa.

Visita nuestros archivos en www.cienciahoy.org.ar

LA AGRESION AL AMBIENTE

UNA CUESTIÓN DE EQUILIBRIO

JAIME A MORAGUES Y ALFREDO RAPALLINI

Ante la existencia de desequilibrios ecológicos, se vuelve imperiosa la utilización racional de las fuentes energéticas convencionales y la gradual incorporación de otras nuevas, no contaminantes.

LLUVIA ÁCIDA

ARMANDO BÁEZ P

Originada en la contaminación ambiental, la lluvia ácida es responsable de numerosos efectos nocivos: acidificación de aguas y suelos, perjuicios para la vegetación, deterioro de monumentos y edificios.

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA Y OZONO ATMOSFÉRICO

LUIS V ORCE

La disminución de la capa de ozono atmosférico, que actúa a modo de filtro de la radiación ultravioleta solar, ha dado lugar a intensos estudios destinados a desentrañar la naturaleza del fenómeno y prevenir eventuales riesgos para los seres vivos.

Durante los últimos veinticinco años los problemas ambientales han ganado atención creciente en la sociedad. Los países comenzaron a celebrar regularmente reuniones dedicadas al ambiente y se firmaron acuerdos sobre medidas concretas tendientes a reducir las emisiones de carbono, prohibir el uso de sustancias que dañan la capa de ozono y aumentar la participación de energías renovables, entre otras.

Estados de oxidación de vanadio en solución ácida. Foto W Oelen, Wikimedia Commons.

METALES ESENCIALES PARA LA VIDA

ENRIQUE J BARAN

El comportamiento de metales de transición presentes en los seres vivos en muy pequeñas cantidades solo se ha comenzado a comprender en los últimos años. Se trata, sin embargo, de metales esenciales para la vida. Una nueva rama interdisciplinaria de la química, la biomorgánica, estudia estos interesantes sistemas metálicos.

A medio siglo de la noche de los bastones largos

El 24 de marzo pasado se cumplieron cuarenta años del último golpe militar, el cual inició una dictadura que duró desde 1976 hasta 1983, cuando se restableció el orden democrático. Vistos desde hoy, esos casi ocho años se nos aparecen dominados por los aberrantes actos de violencia criminal que se fueron conociendo. Rememorarlos nos proporciona la bienvenida oportunidad de reflexionar sobre nuestra historia reciente.

Ese aniversario puede eclipsar a otro, ocurrido diez años antes, el 28 de junio de 1966, del que, en consecuencia, pronto se cumplirá el 50° aniversario: el derrocamiento del gobierno constitucional del presidente Arturo Humberto Illia por las fuerzas armadas y el inicio del precedente ciclo de dictadura, que duró hasta 1973.

La comunidad académica se vio especialmente afectada por ambos acontecimientos. En proporción al número de sus integrantes, fue posiblemente uno de los grupos de la sociedad que más violencia sufrió en 1976, y seguramente la Universidad haya estado entre las instituciones más afectadas por las acciones del gobierno militar de 1966.

A poco de detentar el poder, en efecto, ese gobierno intervino las universidades nacionales y modificó el régimen legal que regulaba su funcionamiento. Las autoridades de la Universidad de Buenos Aires resistieron la medida: el rector Hilario Fernández Long y el consejo superior emitieron una comunicación que entre otras cosas decía:

En este día aciago en el que se ha quebrantado en forma total la vigencia de la Constitución, el rector de la Universidad de Buenos Aires hace un llamado a los claustros universitarios en el sentido de que sigan defendiendo como hasta ahora la autonomía universitaria, que no reconozcan otro gobierno universitario que el que ellos libremente han elegido de acuerdo con su propio estatuto, y que se comprometan a mantener vivo el espíritu que haga posible el restablecimiento de la democracia.

Los decanos y consejos de muchas facultades reaccionaron en forma similar y, en varias, autoridades, profesores y alumnos bloquearon las puertas para obstaculizar la ejecución de la medida. Pero la noche del 29 de julio de 1966 fueron violentamente desalojados por la Policía Federal en un episodio conocido por la 'noche de los bastones largos', que incluyó maltrato físico, golpes de bastones y culatazos, e incluso un traumático simulacro de fusilamiento en el patio central de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en la Manzana de las Luces, que tuvo repercusiones severas en muchos de los que lo sufrieron.

Para analizar las consecuencias de la intervención, conviene diferenciar las que afectaron a las personas de las que recayeron sobre la institución. Si bien en lo inmediato las primeras fueron más llamativas (y en muchos casos más dolorosas), en el largo plazo resultaron cruciales los efectos de las segundas. A cincuenta años de distancia, quizá estemos en condiciones de empezar a analizar estas con alguna objetividad. Tanto unas como otras fueron distintas según la facultad (de la misma manera que difirieron en otras universidades del país).

Una medida de los trastornos personales ocasionados es el número de renuncias y expulsiones de docentes. Se ha estimado que solo en la UBA rondaron las 1400. La situación más crítica se produjo en las facultades e institutos de disciplinas con orientación predominantemente académica antes que de capacitación para ejercer profesiones liberales donde, además, se concentraba el grueso de la investigación y del profesorado con dedicación exclusiva.

Existen muchos testimonios sobre la suerte corrida por quienes, en forma forzada por los acontecimientos, abandonaron entonces la universidad, y sobre sus avatares y sufrimientos. Hubo quienes continuaron la actividad científica en institutos del Conicet o en organismos como la CNEA o el INTA, en los que también se sintieron efectos de las medidas que siguieron al cambio de gobierno. Otros se reubicaron en empresas en tareas relacionadas con su especialidad. Algunos abandonaron la ciencia. Y un número no menor se instaló en forma temporaria o permanente en el extranjero. Se ha estimado que ese número

rondó los trescientos académicos, más una cifra imprecisa de graduados jóvenes y estudiantes.

Para analizar las repercusiones institucionales de la intervención es necesario considerar la situación de la UBA en el momento en que ocurrió. Esta había experimentado una importante renovación, comenzada once años antes, que la puso decididamente en el camino de mejorarse y modernizarse en por lo menos tres aspectos cruciales: la calidad académica, la diversificación de los programas educativos para atraer a estudiantes de círculos sociales no atendidos por la universidad y la consolidación institucional que le permitiera tener un gobierno estable e independiente del poder político. Lo paradójico de esta historia es que también empezó con un golpe militar, el acaecido el 16 de septiembre de 1955, y con la intervención de las universidades nacionales (entonces las únicas que había) por el Poder Ejecutivo, en el caso de la UBA a cargo inicialmente del historiador José Luis Romero.

La renovación académica produjo un fortalecimiento en una escala con pocos precedentes en el país de una de las funciones fundamentales de la universidad: la creación de conocimiento. Sucedió en forma simultánea con el nacimiento o la reforma de otras instituciones estatales orientadas a la investigación, como el Conicet, el INTA o la CNEA, en los que a menudo actuaban las mismas personas. Esto produjo un notable florecimiento de la actividad en facultades centralmente orientadas a las ciencias y las humanidades, como la de Ciencias Exactas y Naturales y la de Filosofía y Letras, lo mismo que el fortalecimiento de los sectores de esas disciplinas en varias facultades orientadas a las profesiones liberales, como la de Medicina, la de Bioquímica y Farmacia, la de Agronomía y Veterinaria o la de Ingeniería. No sorprende, entonces, que muchos integrantes de esas áreas de la universidad y sus sucesores vean el período 1955-1966 como los años de oro de la UBA.

La ampliación de las capas sociales del alumnado hacia sectores distintos de los altos y medio altos que tradicionalmente accedían a la universidad había comenzado antes de 1955, por ejemplo con la creación de la Universidad Tecnológica Nacional (que tardó un tiempo en adquirir características universitarias) o con la eliminación del examen de ingreso. En el período que comentamos se dieron nuevos pasos. Se ensayaron, por un lado, medidas que fueran más allá de abrir las puertas de la universidad a estudiantes que luego, por arribar mal preparados o tener que trabajar, no lograban llegar muy lejos en su educación, como ofrecer cursos preparatorios y clases en horarios vespertinos. Por otro lado, se buscó diversificar los programas educativos en la dirección de cursos más cortos y más específicamente orientados al mercado laboral, atractivos para las aspiraciones y posibilidades de esa clase de estudiantes.

Cuando se produjo la noche de los bastones largos la UBA llevaba once años en que había logrado, negociando y a los tropiezos si se quiere, suficientes acuerdos internos como para que en los consejos directivos y en el superior se sucedieran mayorías con diferentes orientaciones, lo que se tradujo en los correspondientes cambios en el rectorado y los decanatos. A pesar de ello, tuvo la capacidad de mantener en líneas generales un rumbo bastante ampliamente aceptado. Así, al rectorado del filósofo Risieri Frondizi, apoyado por un conglomerado de grupos de izquierda y centro izquierda, se sucedieron los del economista Julio Olivera y del ingeniero Hilario Fernández Long, favorecidos por los votos de derecha y centro derecha, aunque en todos los casos se puede pensar que amplias capas de independientes decidieron las elecciones y que los elegidos de una u otra tendencia gobernaron buscando acuerdos entre las distintas corrientes.

La intervención de 1966 interrumpió bruscamente este proceso. Instaladas las nuevas autoridades, la vida universitaria recomenzó con un marcado deterioro del primero de los aspectos señalados –la calidad académica–, que se hizo sentir con mayor intensidad justamente allí donde más había florecido, pero no dejó de afectar al resto de la institución. Ello se debió a que, además del vacío dejado por muchas figuras relevantes y por el alejamiento de jóvenes graduados, había desaparecido del ámbito público de la universidad el clima de libre discusión de las ideas, si bien permaneció en la privacidad de grupos reducidos, en cátedras e institutos, casi en la clandestinidad.

Es difícil apreciar las consecuencias que tuvo lo anterior en la ciencia argentina, una proporción sustancial de la cual se producía en la UBA, pero se puede pensar que sufrió un importante daño, al que también contribuyeron las intervenciones en el resto de las universidades nacionales y los cambios de políticas en entidades como el Conicet y otras semejantes.

Si en el segundo aspecto indicado –la diversificación social del alumnado– es posible que las cosas no hayan cambiado tanto, en el tercero –la cooperación de personas con pluralidad de ideas–, en cambio, la destrucción fue poco menos que total. Y a diferencia de lo que sucedió en 1955, la intervención no trajo ideas nuevas a la universidad, de suerte que solo parece haber dejado memorias negativas de su paso por ella.

No es sencillo ser más preciso en la evaluación de todos estos daños, entre otras razones porque se superponen con la historia posterior, especialmente con los efectos del golpe de 1976, que tenemos demasiado encima como para verlos en perspectiva. Quizá algunas de las ideas esbozadas en este editorial desemboquen en el futuro, cuando se puedan mirar los efectos comentados desde más distancia, en líneas de reflexión que permitan ir decantando conclusiones mejor fundadas. CH

Cartas de lectores

La oxidación de las verduras

Algunas personas sostienen que es mejor cortar las verduras a ser consumidas crudas con cuchillos de madera o plástico, para que no se oxiden. ¿Tiene esta afirmación alguna base científica?

Judith Nieva
Docente de enseñanza primaria,
Marcos Juárez

Cuando se corta un vegetal, por ejemplo hojas de lechuga, puede suceder que se seccionen sus células y queden expuestos al aire los compuestos que tienen en su interior; o que los cortes se produzcan entre las células, de suerte que no haya o sea mínima la ruptura celular. En otras palabras, es distinto cortar que desgarrar vegetales. El cambio de color de alimentos como lechuga, paltas, manzanas u otros cuando se cortan, machacan o rallan se produce porque dichos compuestos del interior celular entran en contacto con el oxígeno del aire. Por ello el factor crucial no es el material del cuchillo sino el modo de corte. Un cuchillo de metal ocasiona el mismo efecto que uno de madera o plástico con igual filo, e independientemente del material del que estén hechos, los cuchillos serrucho desgarran más que los de filo recto y son por eso preferibles. Si cortamos un vegetal sobre una tabla con un cuchillo desafilado, la zona de corte se machaca igual que si la golpeamos o apretamos. De ahí que tenga sentido la ancestral recomendación de cortar la lechuga con la mano, desgarrando las hojas. Lo recomendable para evitar la oxidación de los vegetales es impedir el contacto de las zonas de corte con el aire, por ejemplo tapándolas con film. También ayuda mantener los vegetales fríos y en un medio levemente ácido creado por unas gotas de limón o vinagre, y es preferible cortarlos poco antes de comer. Para más información, véase Mariana Koppman, 'Mitos culinarios', Ciencia Hoy, 143: 62-64, abril-mayo de 2015.

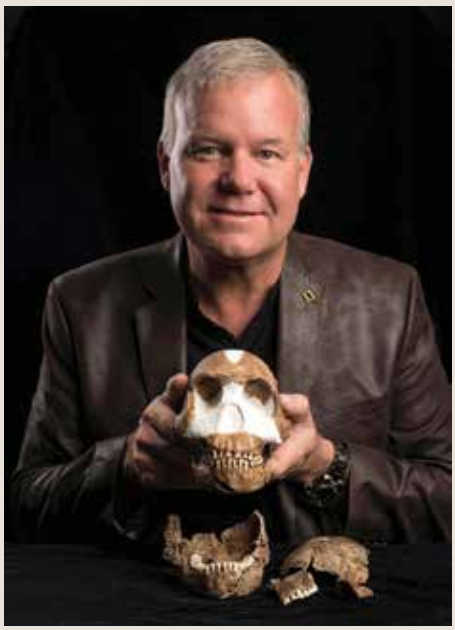
Los editores

Primero me paro, luego pienso

Una de las debilidades más habituales del razonamiento humano consiste en apoyarse en supuestos y hasta prejuicios antes que en hechos. Cuando esta debilidad se manifiesta en el ámbito de la ciencia, resulta particularmente perjudicial. Aparece con más frecuencia cuando es difícil acceder a los objetos de estudio, sea por su escasez o por falta de dispositivos adecuados para observarlos. Pero cuando el material en estudio se hace accesible, la evidencia empírica debe imponerse a los supuestos o prejuicios.

Encontramos un ejemplo de lo antedicho en el desarrollo histórico de la paleoantropología, la parte de la biología que estudia nuestro linaje evolutivo. En los comienzos de esta disciplina, los fósiles de homíninos eran escasos y consistían en partes pequeñas del esqueleto, muchas veces muy deformadas. Las interpretaciones de esos pocos restos fósiles eran necesariamente subjetivas y, por lo tanto, campo fértil para imponer sobre los pocos hechos observables las hipótesis y los prejuicios culturales acerca de la evolución de nuestra especie.

Dos fueron las principales ideas preconcebidas. En primer lugar, que las especies de homíninos que nos antecedieron formaban una única línea evolutiva, en la que cada una fue reemplazada por otra 'superior', es decir más parecida a nosotros, hasta llegar al pináculo constituido por *Homo sapiens*. En segundo lugar, los paleontólogos supusieron que el rasgo inicial del proceso evolutivo que conduciría a nuestra especie sería el desarrollo de un gran cerebro. En esta visión, el incremento de las capacidades intelectuales habría llevado, por vía de la selección natural, en dirección a la posición erecta, que a su vez permitió a nuestros antepasados liberar sus manos de la locomoción y usarlas para construir herramientas.



Lee Berger, uno de los descubridores de *Homo naledi*, con algunos de los fósiles encontrados. Foto Universidad de Witwatersrand

A la luz de estas ideas, el o los autores del fraude conocido como el hombre de Piltdown combinaron el cráneo de un hombre moderno con el maxilar de un orangután, lo que sugería que ese supuesto ancestro de la humanidad poseía un cerebro grande como el nuestro pero cara y dientes primitivos. Lograron así engañar a muchos de los investigadores de la época (1912), pues la falsa evidencia confirmaba los prejuicios.

Con el pasaje del tiempo y la realización de mayor cantidad de investigaciones de campo, se descubrieron y estudiaron más fósiles. Se fue haciendo cada vez más claro que la evolución de los homíninos se parece más a un arbusto muy ramificado con una única pequeña ramita sobreviviente (nosotros), que a una escalera evolutiva de la que *Homo sapiens* constituye el último y más elevado escalón. Y, simultáneamente, esa nueva evidencia fósil demostró que nuestros ancestros arribaron a la posición erecta antes de que acaeciera el explosivo desarrollo de su cerebro.

El reciente descubrimiento en Sudáfrica de una nueva especie de homínino bautizado *Homo naledi*, que podría ser la especie más antigua del género *Homo*, confirma lo anterior. El descubrimiento agrega una nueva especie a un árbol evolutivo ya muy ramificado. Y en palabras de uno de sus descubridores, Lee Berger, de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo, *Homo naledi* 'tenía un cerebro pequeño, del tamaño de una naranja'. Sin embargo, las características anatómicas de sus piernas y sus pies, casi imposibles de distinguir de los nuestros, indican que estaba adaptado para caminar en posición erecta, y las de sus manos, que tenía la capacidad de manipular utensilios.

Las numerosas especies de homíninos descubiertas en los últimos años (incluido *Homo naledi*) muestran que hasta muy recientemente el linaje humano abarcaba numerosas especies, muchas de las cuales llegaron a coexistir, y que es válido sostener que, hablando figurativamente, nuestros ancestros primero se pararon y luego se pusieron a pensar. CH

Más información en BERGER LR *et al.*, 2015, 'Homo naledi, a new species of the genus Homo from the Dinaledi Chamber, South Africa', *eElife*, doi: *10.7554/eLife.09560*; KIVELL TL *et al.*, 2015, 'The hand of Homo naledi', *Nature communications*, 6: 8431, doi: *10.1038/ncomms9431*; y HARCOURT-SMITH WE *et al.*, 2015, 'The foot of Homo naledi', *Nature communications*, 6: 8432, doi:*10.1038/ncomms9432*.

Alejandro Curino
acurino@criba.edu.ar

Herramientas de piedra

Adquirir la capacidad de utilizar herramientas marcó un hito de sustancial importancia en la evolución de los primates bípedos, el grupo que integra la humanidad moderna. Fue un descubrimiento que transformó la vida social y cultural de sus poblaciones mediante un proceso en el que la selección natural actuó ante estímulos proporcionados por el aprendizaje cultural.

Estos cambios innovadores de comportamiento se han podido apreciar en el registro fósil y son más antiguos de lo que se pensaba hasta no hace mucho. Hallazgos recientes hechos en lo que hoy es Kenia de objetos de unos 3,3 millones de años de antigüedad hacen suponer que los primeros primates en producir herramientas fueron homíninos anteriores a los más antiguos miembros conocidos del género *Homo*. Esos homíninos afilaron piedras y las emplearon para diferentes propósitos.

El uso de herramientas no es exclusivo de los humanos. Algunos primates no humanos, como chimpancés y gorilas, las fabrican y usan. Esto sugiere que los ancestros comunes de simios y humanos las habrían producido y utilizado hace 7,5 millones de años. Pero el registro fósil solo preserva elementos de piedra, los cuales son producidos exclusivamente por homíninos, ya que los otros primates se valen de elementos de origen vegetal.

La técnica de afilar piedras requiere servirse de ambas manos e implica tomar en una la piedra que tiene la función de martillo con el que se moldea y afila la piedra que se sostiene con la otra. Dominar esta técnica supone realizar un salto en el desarrollo tecnológico y comportamental.

Estos hallazgos arrojan luz sobre el origen de la tecnología humana en un período que hasta ahora no había sido analizado y abren la posibilidad de indagar aún más atrás en el tiempo. CH

Más información en HOVERS E, 2015, 'Archaeology: Tools go back in time', *Nature*, 521: 294-295, 21 de mayo, doi:*10.1038/521294a*,

Federico Coluccio Leskow
federico@cienciahoy.org.ar

Sonia Harmand y Jason Lewis, codirectores del equipo que hizo los hallazgos de las herramientas de piedra de 3,3 millones de años en el sitio denominado Lomekwi 3, en el norte de Kenia. Foto Turkana Basin Institute-Universidad de Stony Brook

No se habla con la boca llena

Reconstruir la historia evolutiva de los orígenes del hombre es un desafío intelectual cada vez más apasionante. Cada nuevo descubrimiento arqueológico suma variables al complejo armado de este rompecabezas. Las herramientas de piedra antiguas de la gragea anterior son un ejemplo de esto. Las especies de homíninos que nos antecedieron usaban herramientas hace más de tres millones de años para procesar los alimentos y esto no es un dato menor. *Homo erectus*, con una antigüedad de dos millones de años, contaba con un cerebro más grande y hábitos que suponen un mayor gasto energético que sus antecesores. Sin embargo, tenía dientes más pequeños, menos fuerza en la mandíbula e intestinos más cortos respecto de otros homínidos. Esta paradójica combinación de mayor necesidad de energía y menor capacidad para masticar y digerir fue posible, según algunas hipótesis, por la incorporación de la carne a una dieta basada fundamentalmente en raíces y frutas. Pero investigaciones recientes sugieren que, además del cambio de dieta, hubo innovaciones importantes en el procesamiento de los alimentos. La utilización del fuego para cocinar los alimentos se generalizó recién medio millón de años atrás, por lo que son otras técnicas de procesamiento las que parecen tomar importancia en la evolución temprana del género *Homo*.

Algunos primates actuales, como los chimpancés, por ejemplo, dedican un porcentaje muy alto del día en masticar. Observaciones de la primatóloga Jane Goodall indican que a un chimpancé adulto puede llevarle nueve horas comer una cría de babuino (género *Papio*). Un trabajo reciente estima que la incorporación de carne en proporción de un tercio en la dieta de los homínidos habría implicado 13% de reducción del tiempo de masticación y reducido 15% la fuerza necesaria utilizada para su procesamiento y digestión respecto de una dieta herbívora. Pero, además, si la carne es cortada en pequeños trozos, el tiempo y la fuerza de masticación requeridos se vuelven significativamente menores. Por lo tanto, se deduce que la reducción del aparto masticador fue posible por el uso de herramientas para cortar y machacar los alimentos.

El trabajo referido sugiere que la reducción del aparato masticador habría facilitado también cambios en el aparato fonador, pues el menor tiempo requerido en la masticación liberó la boca para hacer otras cosas, entre ellas hablar. Porque sabemos que con la boca llena no se habla. CH

Más información en Zink KD & Lieberman DE, 2016, 'Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans', *Nature*, doi:*10.1038/nature16990*.

Federico Coluccio Leskow
federico@cienciahoy.org.ar

Cráneo fósil de *Homo naledi*.

Los isótopos de estroncio, el GPS de la arqueología

Varias de las grandes evoluciones de la humanidad han estado vinculadas con migraciones. Por ejemplo, la difusión de la agricultura y la ganadería, que se esparcieron desde Oriente Medio hacia el oeste, a Europa, y hacia el este, al Asia Oriental. Es también por migraciones que diferentes sociedades aprenden una de otra y se transmiten nuevas tecnologías. Por ello, para poder entender mejor las sociedades del pasado es importante identificar las migraciones y estudiar los movimientos de las poblaciones y culturas. Tradicionalmente, esos movimientos y contactos entre sociedades han sido estudiados analizando los materiales arqueológicos. Cambios en la manera de construir viviendas, enterrar los muertos, hacer y adornar cuencos cerámicos, etcétera, proporcionan informaciones que los arqueólogos usan para identificar contactos entre culturas.

Sin embargo, el registro de materiales arqueológicos es restringido y por lo tanto la cuestión del origen de las culturas o sus contactos con otras no es siempre fácil de dilucidar. Hoy, avances en métodos científicos basados en el análisis de ADN y la medición de isótopos de estroncio ofrecen nuevas posibilidades para investigar migraciones del pasado.

El análisis de ADN es muy importante para los estudios generales de las migraciones, ya que proporciona la posibilidad de vislumbrar los lazos genéticos entre regiones. Pero para establecer el origen geográfico de individuos concretos, los científicos utilizan el análisis de isótopos de estroncio.

El estroncio (Sr) es uno de los elementos de la tabla periódica. Existe en la naturaleza con cuatro isótopos estables: ^{88}Sr, ^{86}Sr, ^{87}Sr y ^{84}Sr, de los que ^{88}Sr es el más abundante y ^{87}Sr es en parte radiactivo. Por otro lado, rocas de diferentes tipos y edades geológicas tienen diferentes proporciones entre ^{87}Sr y ^{86}Sr. A su vez, el estroncio se incorpora a los seres vivos a través de la cadena alimentaria, lo que proporciona una señal característica del área de origen de la comida y el agua consumidas. De esta manera, plantas, animales y personas llevan en el organismo una especie de GPS geológico que conduce a establecer de qué lugar geográfico provienen.

Recientes avances en el análisis de los isótopos de estroncio permiten identificar movimientos y viajes con precisión de meses. Como los humanos absorbemos estroncio constantemente, si nos mudamos de un lugar a otro y el origen de la comida cambia, la señal geológica de los isótopos de estroncio también cambia. Nuestros huesos, dientes, uñas y pelo crecen a velocidades distintas, lo cual crea una línea de tiempo que señala dónde hemos estado durante diferentes períodos de nuestra vida. Por ejemplo, el esmalte dental se forma durante la infancia y no cambia una vez formado, pero los huesos siguen creciendo y remodelándose durante toda la vida. El cabello crece a una velocidad aproximada de un centímetro por mes y da la posibilidad de estudiar movimientos geográficos mes a mes. Los primeros análisis de isótopos de estroncio revelaron que una mujer de la Edad de Bronce conocida como la joven de Egtved había recorrido miles kilómetros durante los últimos dos años de su vida. Los científicos lograron establecer que probablemente haya viajado, ida y vuelta, desde el suroeste de la actual Alemania hasta el sur de Dinamarca, con lo que cubrió más de 2000 kilómetros. Estos análisis han sido los primeros en probar que hace más de 3300 años la gente hacía largos desplazamientos, indicios de sociedades extremadamente dinámicas.

La combinación de la evidencia arqueológica con los métodos de las ciencias naturales ofrece nuevas plataformas con las que podemos investigar el pasado y así entender mejor nuestro presente. CH

Los restos de la joven de Egtved, perteneciente a la Edad de Bronce, cuyo ataúd de roble fue dendrocronológicamente datado en 1370 a.C. Foto Roberto Fortuna, Museo Nacional de Dinamarca.

Más información en FREI KM *et al.*, 2015, 'Tracing the dynamic life story of a Bronze Age Female', *Nature Scientific Reports*, 5, 10431; doi: *10.1038/srep10431*, y FREI KM *et al.*, 2015, 'Strontium isotope investigations of the Haraldskær Woman', *ArcheoSciences*, 39: 93-101.

Karin Margarita Frei
Museo Nacional de Dinamarca

Mariana Koppmann

Cocina molecular

La gastronomía, como todo lo que forma parte de la cultura en la que estamos inmersos, experimenta cambios con el transcurso del tiempo. Entre 2002 y 2009, el restaurante El Bulli, en la Costa Brava catalana, fue considerado por la guía San Pellegrino el mejor del mundo. Ferrán Adrià, que había entrado a trabajar allí como cocinero de línea en 1984 y progresado hasta llegar a chef y a conducir el establecimiento, se hizo universalmente conocido, y los cocineros españoles ascendieron al lugar prominente del panorama gastronómico mundial que hasta ese momento ocupaban los franceses.

Periodistas y críticos gastronómicos utilizaron el nombre 'cocina molecular' o 'cocina de vanguardia' para designar el estilo gastronómico aplicado por Adrià en ese restaurante. La expresión 'gastronomía molecular' captó la imaginación del público y se difundió, a pesar de que los cocineros no siempre estuvieron de acuerdo con ella.

En sus preparaciones, Adrià recurrió a muchas técnicas y empleó diversos ingredientes que en el pasado habían sido exclusivos de la industria alimentaria o de los laboratorios de investigación. De esta forma, el nitrógeno líquido, la liofilización (deshidratación por congelamiento), el alginato (un polisacárido obtenido de algas, capaz de formar geles) y el agar (un polisacárido que forma geles si se mantiene caliente) comenzaron a ser parte de las opciones elegidas para preparar platos.

Citemos, entre las preparaciones novedosas, las esferas o falso caviar, que se logran por la formación de un gel en la superficie de un líquido como resultado de una reacción entre alginato de sodio y sales solubles como cloruro o lactato de calcio. Las esferas se pueden lograr de dos maneras distintas. Una es mezclar alginato de sodio con el líquido y luego sumergir las gotas en la solución de calcio. Otra es mezclar la sal soluble de calcio con el líquido y luego sumergir las gotas en una solución de alginato. Se ha creado el neologismo 'esferificación' para designar el proceso.

Estas innovaciones estimularon en muchos amantes de la gastronomía el interés por la ciencia escondida en las preparaciones, pues advirtieron que por ese camino también podrían descubrir nuevas maneras de cocinar, renovadas técnicas y novedosas materias primas. El intercambio y en algunos casos la asociación entre cocineros y científicos se convirtió en algo posible y las investigaciones académicas en el área de la gastronomía co-

Esferas de jugo de manzana. Wikimedia Commons

¿DE QUÉ SE TRATA?

La ciencia en la cocina: un poco de química ayuda a entender los cambios que tienen lugar en los alimentos que cocinamos.

Ferrán Adrià

Hervé This

menzaron a tener un lugar en el mundo de la ciencia.

El Bulli cerró sus puertas el 30 de julio de 2011, pues su conductor decidió encarar otro proyecto, descripto en *http://elbullifoundation.com/elbf2/home/*. Más allá de la introducción de ingredientes denostados por muchos por considerarlos más químicos que naturales, Adriá es reconocido por el proceso creativo que llevó a cabo. Justamente, uno de los lemas de su actividad actual es 'Comer conocimiento para alimentar la creatividad', algo que trata la muestra 'Auditando el proceso creativo', que se exhibe en estos momentos (hasta el 4 de junio) en la Fundación Telefónica, en Buenos Aires.

El interés por entender lo que ocurre cuando cocinamos y comprender por qué las recetas son como son comenzó mucho antes de la actividad de Adrià. Nicholas Kurti (1908-1998), un físico de origen húngaro que había sido parte del proyecto Manhattan, se desempeñaba en la Universidad de Oxford y era cocinero por afición, dio una conferencia en 1969 en la Royal Society de Londres con el título 'El físico en la cocina', en la que usó un dispositivo de reciente creación: el horno de microondas. Kurti y el químico francés Hervé This acuñaron en 1988 la expresión 'gastronomía molecular y física' y la definieron como la 'exploración científica de las transformaciones y los fenómenos culinarios'. El segundo acortó el nombre a su forma actual luego de la muerte del primero.

En 2015, This expuso sus ideas actuales en la Argentina, en una visita que hizo invitado por la Universidad Nacional de San Martín. Se refirió a la gastronomía molecular como una disciplina académica y sostuvo que la alimentación o cocina del futuro se basará en la mezcla de componentes básicos para lograr las texturas y combinaciones deseadas, es decir, una concepción por la que los alimentos se prepararían partiendo de moléculas básicas. Habló de 'cocina nota por nota', es decir, de componer los alimentos como una pieza musical.

Sin embargo, para muchos la cocina del futuro será exactamente lo opuesto, pues bajo la preocupación por el cuidado del ambiente se volverá a formas tradicionales de cultivo y alimentación. En ese sentido se advierte tanto en la Argentina como en el mundo una tendencia a volver a productos y platos tradicionales, y a recuperar la historia. Esto lleva a valorizar la producción regional y a establecer una relación cercana de los cocineros con los productores.

Avanzar por esa vía parecería llevar a la desaparición de la cocina molecular de los restaurantes. Y marcaría el fin de la tendencia a valerse del conocimiento científico para definir nuevos platos. Pero la ciencia es parte de nuestra vida cotidiana, pues nos permite explicarnos infinidad de aspectos el mundo que nos rodea, en especial si se divulgan los conceptos científicos de manera sencilla. La cocina, cualquiera sea la tendencia culinaria del momento, no queda al margen de estos conceptos. Por otro lado, el regreso liso y llano a formas del pasado es inviable en un mundo con muchos más habitantes y marcadamente más riqueza, es decir, más alto nivel de consumo

Podríamos pensar que en el futuro próximo incluso el interés de los cocineros que se embarquen en ese regreso al pasado apuntará a comprender las técnicas tradicionales de elaboración y el comportamiento de las materias primas cuando se transforman al cocinarlas tanto en la industria como en el hogar. La ciencia de los alimentos permite entender, por ejemplo, por qué se cocina un huevo y qué le pasa durante el proceso, por qué el merengue no siempre sale como se espera o por qué los vegetales verdes adquieren un color poco apetitoso si se los cocina por demasiado tiempo. Este conocimiento, a su vez, facilita hacer uso más eficiente de los comestibles, para atender las crecientes demandas de la humanidad.

La nutrición busca entender el efecto y las consecuencias de la alimentación en el cuerpo. El análisis sensorial aclara por qué una salsa de tomate parece menos ácida al agregarle azúcar, y gracias a la física de la cristalización se comprende la razón del templado de chocolate. Con cada nuevo ingrediente, con cada nueva creación, con cada nueva técnica averiguar los porqués mantiene vivos la curiosidad y el entusiasmo. CH

LECTURAS SUGERIDAS

KURTI N Y THIS N, 1994, 'Chemistry and Physics in the Kitchen', *Scientific American*, abril, accesible en *http://www.nhn.ou.edu/~johnson/Education/SeeS_SZ/Chemistry_of_Cooking/Supplemental/2004_Sciam-KitchenPhysics.pdf*

THIS H, 2013, 'Molecular gastronomy is a scientific discipline, and note by note cuisine is the next culinary trend', enero, accessible en *http://flavourjournal.biomedcentral.com/articles/ 10.1186/ 2044-7248-2-1.*

Mariana Koppmann

Bioquímica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.
Presidenta de la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular.
marianakoppmann@gmail.com

Enrique H Bucher
Centro de Zoología Aplicada,
Universidad Nacional de Córdoba-Conicet

La paloma torcaza
Un problema agrícola y urbano

Un ave se convierte en plaga

Hacia comienzos de la década de 1960, nada hacía prever que la paloma torcaza (*Zenaida auriculata*), hasta ese momento un ave más de la fauna argentina, pasaría bruscamente a ser considerada una plaga de primera magnitud. En esa década, sin embargo, la especie experimentó en Córdoba una enorme explosión poblacional, algo que después sucedió en otras provincias y en países vecinos como Bolivia. ¿A qué se debió?

El fenómeno, que no cesó, tiene dimensiones únicas por el tamaño que alcanzó la población de palomas y por la extensión geográfica afectada. Extensas investigaciones llevadas a cabo en el Centro de Zoología Aplicada de la Universidad Nacional de Córdoba, en el que se desempeña el autor, demostraron que su origen está vinculado con la expansión de la frontera agrícola y la consiguiente eliminación masiva del bosque nativo. Así se creó un paisaje rural en mosaico en el que se alternan fragmentos de dicho bosque con parcelas cultivadas.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Cambios en gran escala del uso del territorio que alteraron el balance poblacional de palomas silvestres y acarrearon imprevistos trastornos.

Esa configuración resultó muy adecuada para la torcaza, pues encontró al mismo tiempo abundante alimento en los cultivos y lugares de refugio y nidificación en los fragmentos de bosque.

Para comienzos de la década de 1970, la población de torcazas había alcanzado en Córdoba unos 24 millones de individuos. A medida que su número fue creciendo, las palomas se fueron concentrando en colonias de refugio y nidificación, cada una con varios millones de ellas, ubicadas en los mencionados fragmentos de bosque nativo usados como dormideros. El mismo proceso se repitió más allá de Córdoba al ritmo de la expansión de la frontera agrícola.

¿Por qué ninguna otra ave silvestre aprovechó tan exitosamente las condiciones creadas por la extensión territorial de la agricultura? La respuesta radica en las características de las palomas en general, y de la torcaza en particular, que resultaron notablemente eficaces en el nuevo paisaje, principalmente tres:

- *Conducta reproductiva*. La torcaza es capaz de nidificar no solo sobre árboles y arbustos sino, también, en el suelo y aun en macetas de balcones. Asimismo, puede criar durante todo el año, en tanto tenga suficiente alimento, lo que la hace una típica criadora oportunista, capaz de aprovechar los recursos disponibles en cualquier momento en que aparezcan.
- *Formación de colonias*. Estas son grandes concentraciones de aves que ofrecen el impresionante espectáculo de salir juntas por la mañana hacia los lugares de alimentación, que pueden estar a más de cien kilómetros del de nidificación y pernocte, y regresar a este al atardecer. Existen fuertes indicios de que la cría colonial constituye una adaptación que permite a las aves obtener información sobre fuentes de alimento que aparecen y desaparecen tanto en el espacio como en el tiempo, como es el caso de las parcelas agrícolas con granos maduros.
- *Alta movilidad*. La torcaza es capaz de realizar grandes desplazamientos, tanto en sus salidas diarias como en movimientos estacionales más o menos irregulares. Esa capacidad le facilita detectar con particular rapidez nuevas fuentes de alimento, aunque estén a gran distancia. En ciertas circunstancias, esos movimientos pueden transformarse en enormes desplazamientos de torcazas que irrumpen en masa en

Paloma torcaza (*Zenaida auriculata*), nativa de Sudamérica. Su área de dispersión se extiende del Caribe al sur de Chile y de la Argentina. Mide unos 23cm. Foto Claudio Dias Timm, Wikimedia Commons.

un área y desaparecen a los pocos meses. Así, miles de estas aves aparecieron en Buenos Aires a fines de 2009 y comienzos de 2010 e invadieron parques, paseos y los corazones de manzana de muchos barrios, para desesperación de los dueños de jardines transformados en sus dormideros.

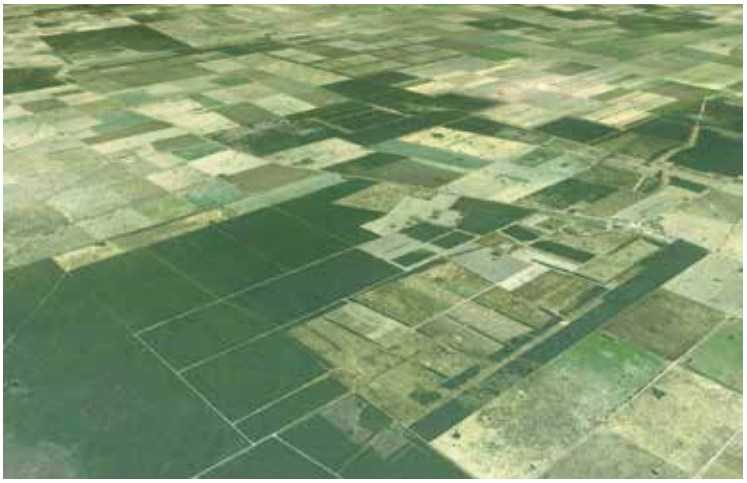
La torcaza como problema

En las áreas agrícolas la torcaza afecta principalmente los cultivos de sorgo, girasol y soja. En los dos primeros daña los granos en maduración poco antes de la cosecha. En el caso de la soja, suele arrancar los cotiledones de la plántula cuando emerge.

Se dispone de muy pocos datos precisos sobre la magnitud de los daños causado por palomas, pero existe por lo menos una muy útil evaluación realizada en la provincia de La Pampa en la cosecha 2011-2012, publicada por la Estación Experimental Anguil del INTA. Las 355.000 hectáreas sembradas entonces con girasol sufrieron una pérdida de granos de 73,6kg/ha en promedio, y una merma total de 26.100 toneladas con un valor de mercado (al precio de 400 dólares la tonelada) de algo más de 10 millones de dólares. La distribución del daño fue despareja: para el 75% de las parcelas resultó inferior al 10%, mientras que superó el 25% en el 10% ellas. La región más afectada fue el oeste provincial, de reciente incorporación a la agricultura, donde las pérdidas medias fueron tres veces más altas por unidad de superficie, ya que promediaron 221kg/ha.

Este estudio mostró dos características típicas del daño causado por palomas. En primer lugar, su falta de homogeneidad: mientras la mayoría de las parcelas tuvieron poco daño, unas pocas sufrieron pérdidas severas. En segundo término, su relación con el avance de la frontera agrícola, que crea un paisaje con alternancia de bosques y cultivos, como se verificó en el oeste de la provincia.

La cantidad de alimento consumido por las palomas es enorme. Un estudio de dos colonias de nidificación de entre tres y cuatro millones de aves cada una situadas en Córdoba, en el que participó el autor, estableció que el peso de los granos transportados a ellas en el buche de las palomas alcanzó, respectivamente, las 8000 y 9000 toneladas anuales. Pero también se ha constatado que la mayor parte de los granos consumidos por las palomas no proviene de plantas en pie, pues son semillas que quedaron en el suelo después de la cosecha. Esas semillas desperdiciadas caen de las cosechadoras y en muchos casos superan el volumen de granos tomados por las palomas, como se pudo apreciar en el mencionado estudio de La Pampa. Otras fuentes significativas de alimento para las aves son los granos suministrados a vacunos que se engordan en corrales (o *feedlots*), las semillas caídas de camiones en las rutas y las semillas de malezas asociadas con los cultivos.

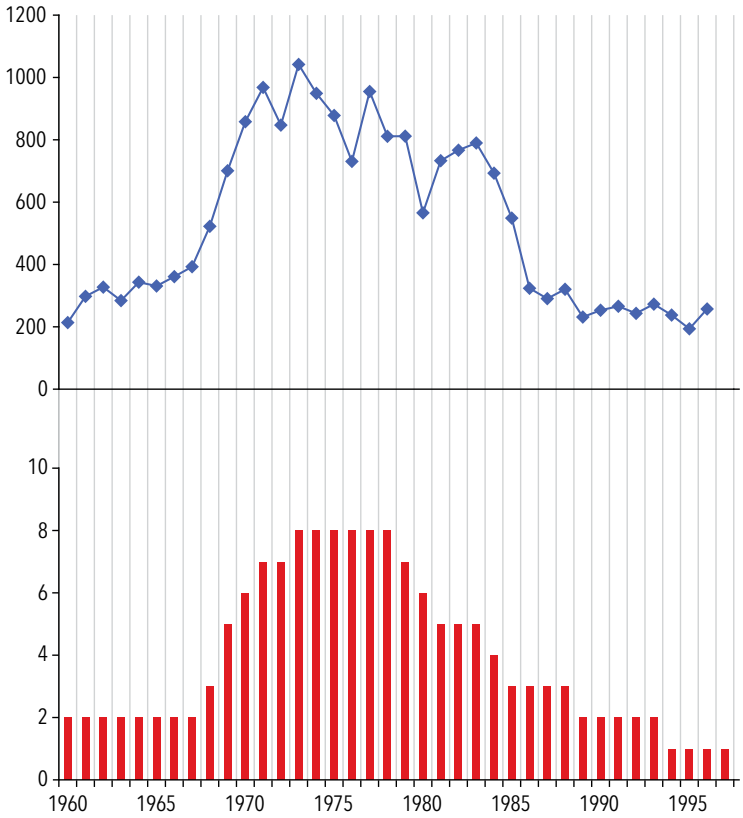


Paisaje del centro de la provincia de Córdoba en el que el mosaico creado por las parcelas cultivadas con fragmentos del bosque nativo configura un hábitat ideal para la paloma torcaza, que se alimenta en las primeras, al tiempo que pernocta y anida en los segundos.

Nido de torcaza en un balcón urbano.

Hacia fines de la década de 1980 la paloma torcaza invadió las ciudades argentinas. Dando muestra de su gran plasticidad ecológica, comenzó a construir nidos no solo en árboles sino también en edificios, torres eléctricas y hasta en macetas de balcones. Adoptó las arboledas de plazas y parques como dormideros coloniales, aunque sus lugares de alimentación en muchos casos se mantuvieran en áreas rurales, a diferencia de la conocida paloma doméstica (*Columba livia*), que no es nativa de estas latitudes y suele abundar en las ciudades.

En el medio urbano, la torcaza, igual que la paloma doméstica, causa varios trastornos de tipo estético y sanitario. Sus deposiciones ensucian calles, edificios y vehículos, y pueden deteriorar materiales como pinturas o mármoles. Al secarse, esas deyecciones se convierten en un polvo que puede contener microorganismos patógenos y es fácilmente dispersado por el viento y hasta inhalado por las personas.



Relación observada en el período 1960-1997entre el número de colonias de más de un millón palomas torcazas (abajo) y el área sembrada con sorgo granífero en Córdoba (arriba, en miles de ha).

Posibilidad del control letal

La primera reacción ante la vista de miles de palomas sobre los cultivos es pensar en eliminarlas masivamente. Sin embargo, las investigaciones han demostrado la inutilidad e inconveniencia de intentarlo. Tanto estudios de campo como modelos matemáticos de la dinámica de las poblaciones indicaron que aun la eliminación de enormes cantidades de palomas solo logra disminuir en lo inmediato la población, la que se recupera sin mayor demora.

En Córdoba, el gobierno provincial puso en marcha una campaña masiva de control letal de escala regional, con gran esfuerzo financiero y organizativo. Recurrió tanto a envenenar semillas y agua como a la fumigación aérea y la eliminación de bosques dormideros por fuego o topadoras. A pesar de la intensidad y la extensión geográfica de la campaña, no se registró reducción de la población de torcazas y, en cambio, se provocó mortandad de otras especies silvestres e intoxicó animales domésticos.

Sucede que las poblaciones de palomas tienen una gran capacidad de compensación de la mortandad provocada por medidas de control letal masivo. En primer término, por su alta capacidad reproductiva, y en segundo lugar por el hecho de que la población está regulada fundamentalmente por la cantidad de alimento disponible. El alimento no consumido por los individuos eliminados conduce a una mayor longevidad de los sobrevivientes, un efecto conocido como *regulación poblacional por densidad*. Además, está la inmigración desde áreas vecinas, ya que la torcaza es muy móvil y siempre existe una población flotante capaz de detectar y ocupar áreas donde hay alimento disponible.

En Córdoba, el autor constató que, como lo muestra el gráfico, a mayor área sembrada con sorgo granífero, mayor es la población de palomas, y viceversa. También se ha comprobado la capacidad de la población de palomas de soportar una gran presión de caza sin que su población disminuya. Por más de una década los cazadores internacionales han estado derribando entre uno y tres millones de piezas por año sin que se observara ninguna disminución en el número de palomas en las áreas de caza.

Los procesos compensatorios comentados resultan antagónicos con el sentido común, lo que explica tal vez la gran dificultad que tienen agricultores y aun agencias gubernamentales para aceptar la inutilidad del control letal con cualquiera de los métodos ensayados, que además de los nombrados incluyeron colocación de trampas, liberación de predadores (por ejemplo, halcones) y esterilización.

Espigas de sorgo granífero y de maíz caídas de las cosechadoras. En áreas con esos cultivos los rastrojos son fuente principal de alimento para la paloma torcaza.

Alternativas de manejo

Si se descarta el control letal por no ser viable, el camino alternativo prioritario es buscar cómo morigerar el daño que causan las palomas. Para ello, ciertas prácticas han demostrado su utilidad, pero otras no dieron resultado. En el medio rural, entre las medidas exitosas se encuentra la cosecha anticipada, que consiste en levantar el grano antes de que alcance su punto óptimo de madurez y su mínimo contenido de humedad, lo que puede requerir un secado posterior. Dado que el ataque por palomas es máximo cuando el grano está maduro, cada día de antelación redunda en un ahorro significativo. Es posible también acelerar el secado de los granos usando desecantes químicos con aplicación aérea, pero además del costo adicional el método tiene riesgos ambientales asociados.

Otra medida para considerar es el uso de variedades de cultivos resistentes al ataque por aves. Tampoco debe olvidarse el buen mantenimiento de las cosechadoras para evitar pérdidas de granos, lo que beneficia al productor al tiempo que reduce la disponibilidad de alimento para las palomas. En el caso de cultivos de alto valor en superficies pequeñas, puede considerarse la protección de toda la parcela con redes. Y donde el daño causado por las aves es importante y persistente, una alternativa a contemplar es reemplazar el cultivo por otros que, teniendo en cuenta ese daño, ofrezcan una mejor relación costo-beneficio. En la escala regional es importante reducir al mínimo las caídas de granos durante la cosecha, en comederos de hacienda y de camiones en las rutas.

Para el productor de ciertas regiones con daño persistente pero errático, se ha ensayado con éxito en otros países recurrir a seguros, dado que el daño total para el conjunto de las parcelas es bajo y solo unas pocas sufren aleatoriamente perjuicios sustanciales. La situación es similar a la del daño por granizo, contra el cual los productores locales acostumbran a asegurarse por un costo relativamente menor.

Entre las medidas de control que no han dado resultados satisfactorios se encuentran los repelentes visuales y sonoros, como globos, espantapájaros, luces estroboscópicas, sonidos de sintetizadores electrónicos y otros. En todos los casos las palomas se habitúan rápidamente y terminan ignorándolos. Tampoco son útiles los equipos de ultrasonido, que no es percibido por las aves. Los repelentes químicos (sustancias desagradables con que se rocían los granos maduros) tampoco dieron hasta el presente resultados satisfactorios, sobre todo porque, con altas concentraciones de aves, aunque cada paloma pruebe unos pocos granos y se aleje, otra toma su lugar y el resultado es de todos modos un daño de magnitud.

El uso de drogas esterilizantes resulta poco viable, además de tener alto costo, porque cada ave debe ingerir granos con la droga durante varios días, lo cual es improbable. Pero, aun si eso sucediera, entrarían a jugar la mencionada regulación compensatoria por densidad y la inmigración desde áreas circundantes y, por otro lado, se pondría en riesgo otras especies de aves silvestres.

La deforestación total o parcial de los fragmentos de bosque ocupados por las colonias de palomas es otra alternativa de control que ha sido ensayada. En Córdoba no dio resultado, porque las colonias se mudaron a otros fragmentos cercanos de bosque. Además, no debería ser usada para el bosque nativo, porque incrementa su ya considerable pérdida y empobrece una biodiversidad bastante menguada en la Argentina. En ciertos casos, además, es ilegal.

También en ambientes urbanos el control letal es lo primero en que la gente y las autoridades piensan, y en la captura y la liberación de las aves lejos de la ciudad. Como en el caso agrícola, esto no tiene posibilidad de éxito debido a los mecanismos de compensación mencionados y a la inmigración desde áreas aledañas para llenar el vacío ambiental dejado por las palomas eliminadas. Tampoco resultan efectivos los repelentes visuales o sonoros, ni el uso de halcones.

Hasta el presente las únicas alternativas de control exitosas son las barreras físicas que impiden el acceso de palomas a los lugares a proteger, como redes de malla fina y poco visible, o en ciertas situaciones púas que les impiden posarse sobre balcones y molduras. Una alternativa extrema, y en sí misma indeseable, es remover las arboledas usadas como dormidero.

Como se aprecia, el manejo de las palomas urbanas es una cuestión compleja y también un desafío para arquitectos y urbanistas que se propongan tenerla en cuenta al diseñar edificios y espacios públicos, algo deseable en las actuales circunstancias.

La paloma torcaza como recurso

La gran abundancia de torcazas ha llevado a iniciativas para su aprovechamiento, incluyendo la caza por turistas internacionales y la comercialización de carne de paloma por frigoríficos especializados. Aunque estos usos pueden significar el aprovechamiento de un recurso abundante, ninguno escapa al mencionado efecto de regulación poblacional por densidad, y por lo tanto no contribuyen a la solución del problema agrícola.

El turismo cinegético tuvo un desarrollo exitoso a partir de la década de 1980, inicialmente en Córdoba

Un recuso que moviliza turismo internacional: la caza de torcazas en Córdoba

y más tarde en otras zonas de la Argentina y en países limítrofes, siguiendo la expansión de la frontera agrícola. El volumen de aves cazadas en la región es probablemente el mayor del planeta para esa actividad. Pero tiene el efecto indeseado de dispersar una enorme cantidad de munición de plomo en áreas rurales, que solo en Córdoba es del orden de varios cientos de toneladas anuales. El plomo así diseminado, que se acumula de año en año en el suelo, tiene efectos ambientales negativos, incluso para los seres humanos, por lo que sería urgente cambiar el tipo de munición.

La comercialización de carne de paloma ha registrado varios intentos, pero no alcanzó hasta el presente escala significativa. Entre otras dificultades, el riesgo asociado con lo impredecible del recurso es mayor que para el turismo, porque la actividad requiere inversiones que no tienen uso alternativo, y también encuentra limitantes logísticas y sanitarias.

Conclusiones

La explosión poblacional de la paloma torcaza es un resultado indeseado de la expansión de la agricultura a áreas de bosque nativo. Constituye un claro ejemplo de cómo los cambios en gran escala del uso del territorio alteran delicados balances poblacionales de algunas especies de fauna silvestre y pueden derivar en situaciones totalmente inesperadas.

La investigación científica aplicada a la nueva situación de la torcaza ha demostrado la inutilidad del control letal como medida de control, lo que permite evitar prácticas costosas, inútiles y ambientalmente nocivas.

Con nuestro conocimiento actual, el control debe cambiar de perspectiva y aplicar múltiples medidas que procuren morigerar el daño antes que reducir la población de palomas. CH

LECTURAS SUGERIDAS

BERNARDOS J y FARRELL M, 2012, *Evaluación del daño por la paloma torcaza* (Zenaida auriculata) *en girasol y pérdida de cosecha en la provincia de La Pampa, campaña 2011-2012*, Estación Experimental Anguil, INTA. Disponible en *http://www.asagir.org.ar/asagir2008/archivos_arcp/20121023115126.pdf*

BUCHER EH & RANVAUD RD, 2006, 'Eared dove outbreaks in South America: patterns and characteristics', *Acta Zoologica Sinica*, 52 (supplement): 564-567.

LINZ G *et al.*, 2015, 'Limitations of population suppression for protecting crops from bird depredation: A review', *Crop Protection*, 76: 46- 52.

Enrique H Bucher

Doctor en ciencias biológicas, UNC.
Investigador superior en el Centro de Zoología Aplicada y en el Instituto de Diversidad y Ecología Animal, UNC-Conicet.
Profesor emérito, UNC.
buchereh@gmail.com

El gaucho en la fotografía decimonónica argentina

La fotografía del siglo XIX fue principalmente actividad de profesionales, que vendían sus servicios o productos. Esto la ponía fuera del alcance de las clases pobres, de las cuales formaban parte los gauchos o paisanos de la campaña, quienes seguramente tampoco habrían sentido mayor inclinación por fotografiarse. Pero si bien nunca fueron clientes de los fotógrafos, esas clases a menudo fueron objeto del interés de estos, que solían cultivar un género lucrativo para ellos y atractivo para la creciente burguesía: las fotos de tipos y costumbres, comercializadas en álbumes y con el tiempo en postales y periódicos. En esas fotos, el gaucho resultaba presentado como un pintoresco personaje, típico de la sociedad argentina. Sus

Esteban Gonnet (atribuida), *La doma*, ca. 1865. Biblioteca Nacional de Venezuela

imágenes eran ofrecidas por los fotógrafos a las familias locales acomodadas y a extranjeros curiosos y a la caza de recuerdos sobre las costumbres del país.

Se creó así una figura estereotipada, con ribetes de ficción: un gaucho que se ocupaba de domar potros, señalar y marcar vacunos, esquilar ovejas, conducir arreos o trabajar el cuero. También tenía sus entretenimientos: jugar a las cartas o a la taba, guitarrear, bailar y, a caballo, correr carreras o ensartar la sortija. Su alimento era la carne asada; su bebida, el mate; sus virtudes, el coraje y la hospitalidad, y entre sus vicios estaban la ginebra y el duelo a cuchillo. Curiosamente, entre los rostros de las fotos –criollos con mayores o menores reminiscencias indígenas– suelen aparecer cada tanto gringos de tez clara, a menudo integrantes de la comunidad británica (muchas veces irlandeses), que se asentaron tempranamente en el medio rural bonaerense, antes de la difusión de la agricultura y la llegada de las grandes oleadas de europeos, y adoptaron muchas de las costumbres locales.

Una interesante excepción a la mencionada fotografía de propósito comercial se debe al escocés James Niven, que hizo una serie de tomas de las estancias de ovejeros británicos de la cuenca del Salado para enviar a sus padres en Escocia, en las que aparecen gauchos o gringos con un propósito más documental que pintoresquista.

El tipo de fotografía que comentamos fue tomando auge durante las décadas de 1860 y 1870 (recuérdese que la fotografía en el mundo, lo mismo que en el Río de la Plata, había nacido con los daguerrotipos en la década de 1840). Podemos encontrarle antecedentes en pintores y grabadores de las primeras décadas del siglo XIX. Y más o menos en coincidencia con el gaucho de ficción de los fotógrafos cobró cuerpo su contraparte en las letras, bien conocida por las obras clásicas de la literatura y el teatro gauchescos, en primer lugar el *Martín Fierro* de José Hernández, aparecido en 1872.

En este contexto nació la Sociedad Fotográfica Argentina de Aficionados, el primer fotoclub argentino, fundada en 1889 (de la que estaban estatutariamente excluidos los fotógrafos profesionales). La formaron integrantes cultos y progresistas de las clases acomodadas, muchos de ellos estancieros, que también dirigieron su mirada a los pobladores de la campaña, pero sin interés comercial. En sus fotos muchas veces los gauchos posan naturalmente, como podrían hacerlo otros conocidos de los fotógrafos, si bien nunca quedaron registrados con

Esteban Gonnet, *Juego de la taba*, ca. 1866. The New York Public Library.

Benito Panunzi, *Pobladores del campo*, ca. 1866. Colección Carlos Sánchez Idiart

nombre y apellido: seguían siendo personajes genéricos, un carácter hasta cierto punto enfatizado por el hecho de que frecuentemente se trataba de los peones de las estancias de los propios fotógrafos. Por otro lado, la visión política de estos, de corte liberal y reformista, los inducía a pensar que el progreso iría dejando al gaucho relegado al mundo de esa ficción que cultivaban con esmero y seguramente recordarían con nostalgia.

Uno de los fundadores de la SFAdeA, Francisco (Paco) Ayerza, concibió precisamente el proyecto de ilustrar fotográficamente una publicación de lujo del *Martín Fierro* a ser impresa en Francia y, si bien no llegó a concretarse, dejó una valiosa colección de fotos. Las protagonizan gauchos genuinos, que trabajaban en la estancia San Juan, de Leonardo Pereyra, otro de los impulsores de la SFAdeA, pero sus poses y vestimentas son decididamente teatrales, al punto de que integran la colección tomas de un multitudinario baile de pericón en el patio de un rancho, en el que participan integrantes de la compañía teatral de los hermanos Podestá, contratados por Ayerza para la ocasión. Igualmente ficticias son las clásicas escenas de amor pastoril junto a un palenque o un aljibe. Las fotos de Ayerza constituyen así una expresión visual del gaucho de la ficción literaria, que ha subsistido hasta hoy en la imaginación popular y aún campea en segundo plano en ámbitos como los escolares, la música popular o los medios periodísticos de masas.

En la última década del siglo, con la SFAdeA en plena actividad, la inmigración, el progreso, la expansión de la agricultura y la apertura al mundo por el comercio, los ferrocarriles, el telégrafo y la navegación de ultramar fueron confinando al gaucho cada vez más a dicho hogar de ficción, reemplazado en la vida real por una amalgama de inmigrantes y criollos modernizados.

La fotografía no dejó de tomar nota del cambio, ni tardó en adaptarse a él. El género pintoresquista, si bien no desapareció por dos o tres décadas más, fue quedando eclipsado por el creciente género periodístico, al que muchas veces proporcionó un matiz de color.

Esta sección se publica con el asesoramiento de Abel Alexander y Luis Priamo.

SFAdeA es la sigla usada por la Sociedad Fotográfica Argentina de Aficionados para identificar las obras de sus integrantes, cuyos nombres no siempre se logran establecer para cada pieza.

Fotógrafo desconocido, *Gauchos* (*costumi del campo*), ca. 1866. Álbum *Vedute di Buenos Aires*, colección Ediciones de la Antorcha.

James Niven, *Gaucho vasco*, ca. 1870. Colección familia Niven

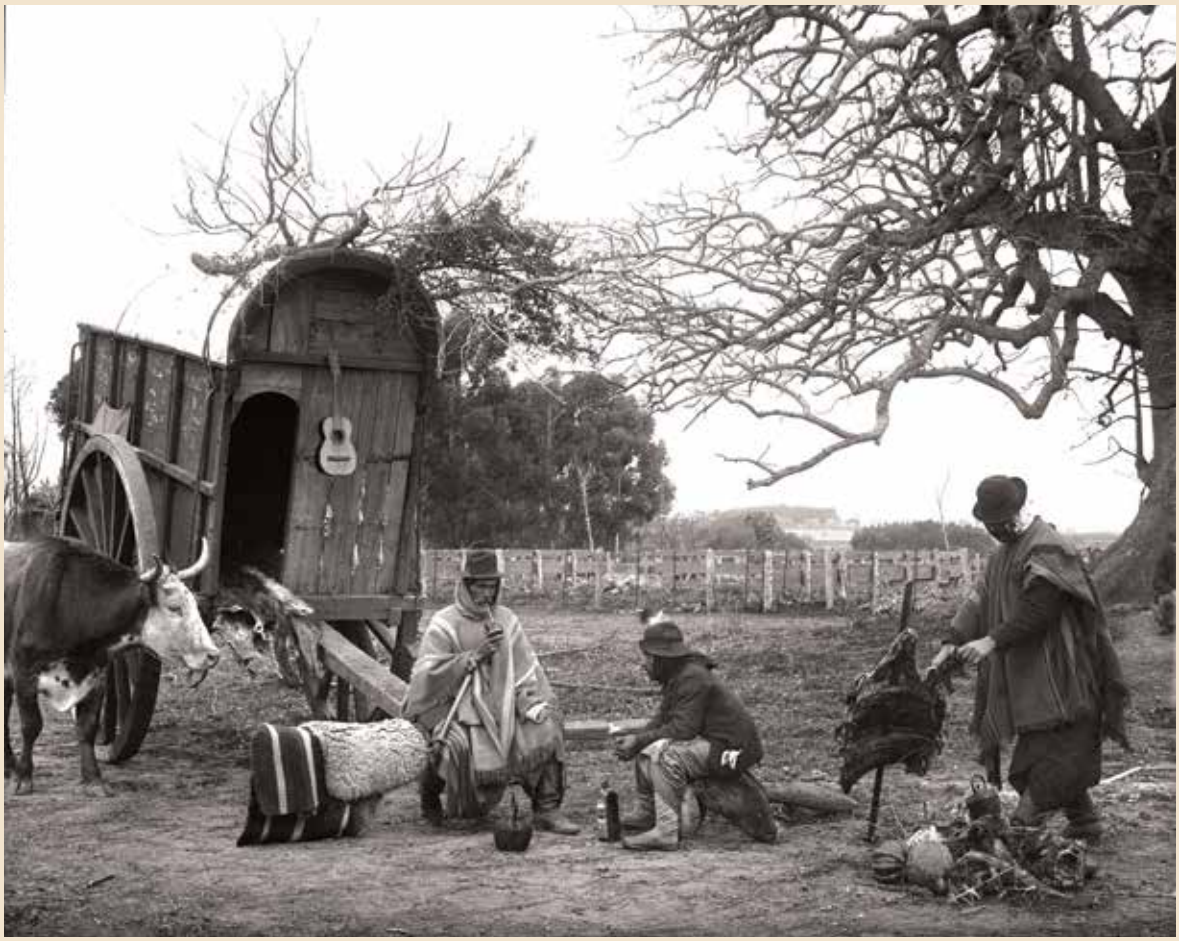
James Niven, *Conductores de diligencia*, ca. 1870. Colección familia Niven

Francisco Ayerza (SFAdeA), *Payando*, ca. 1890. Colección César Gotta

Francisco Ayerza (SFAdeA), *El Gato. Baile*, ca. 1890. Colección Christian Favier Dubois

Adviértase que estas dos fotos, lo mismo que la superior de la página 27 y la inferior de la página 28, fueron tomadas en el mismo lugar, aunque no todas en el mismo momento.

Francisco Ayerza (SFAdeA), *Matando el tiempo*, ca. 1890. Colección Christian Favier Dubois



Francisco Ayerza (SFAdeA), *Asado y mate*, ca. 1890. Colección César Gotta

Francisco Ayerza (SFAdeA), *Noviazgo*, ca. 1890. Colección Christian Favier Dubois

Francisco Ayerza (SFAdeA), *Partida de naipes*, ca. 1890. Colección Christian Favier Dubois

Fotógrafo no identificado (SFAdeA), *Gaucho y perro*, ca. 1895. Archivo General de la Nación

Página siguiente.

Arriba. Samuel Rimathé, *Duelo a cuchillo*, ca. 1895. Colección César Gotta

Abajo. Samuel Boote, *Personal de una estancia*, ca. 1895. Álbum *Vistas de Buenos Aires*. Colección Dirán Sirinian

Arturo W Boote, *Un payador*, ca. 1903. Publicada como postal por Roberto Rosauer. Colección HL Pezzimenti

Harry Grant Olds, *Gaucho*, ca. 1905. Colección Ediciones de la Antorcha

Harry Grant Olds, *Poniendo la argolla. Estancia Las Palmas*, ca. 1901. Colección Ediciones de la Antorcha

Paisaje de la Senda de los Beliches, valle del Cajón, Catamarca.

María de Hoyos
Instituto de Ciencias Antropológicas,
Facultad de Filosofía y Letras, UBA

Lo que el viento no se llevó

Huellas grabadas en piedra en la Senda de los Beliches

El territorio de la actual provincia de Catamarca fue escenario de grandes momentos de la prehistoria del Noroeste argentino. Los estudios arqueológicos han demostrado que grupos de cazadores-recolectores lo habitaron hace diez mil años; y que después, a lo largo de los siglos, fue asiento de pastores de llamas, aldeas agrícolas, centros ceremoniales de la cultura La Aguada y grandes poblados diaguitas, entre otros asentamientos. Hacia el año 1400 de nuestra era, alrededor de un siglo antes de la llegada de los españoles, pasó al dominio inca. Muchas de esas sociedades dejaron arte rupestre, un testimonio pintado o grabado en cuevas o en altos farallones que expresa ideas y vivencias tanto de la vida cotidiana como del mundo simbólico.

Hace un par de décadas se descubrió un sitio arqueológico con más de 1200 grabados ubicado en una corta quebrada conocida como la Senda de los Beliches, en la zona oriental del valle del Cajón, departamento de Santa María. Si bien carece del atractivo visual de otras manifestaciones rupestres, tiene características únicas, entre ellas, reunir 823 representaciones de huellas humanas y de diferentes animales, que forman el grueso de dichos 1200

¿DE QUÉ SE TRATA?

Si bien la pintura rupestre constituye uno de los capítulos más difundidos del arte prehistórico, otro capítulo de indudable interés son las representaciones grabadas en piedra de huellas humanas y de animales.

grabados. Podría haber más (las investigaciones aún no han concluido), pero ya exceden largamente el número de motivos similares de cualquier otro sitio conocido.

La quebrada está en el centro del valle, a unos 2500 metros sobre el nivel del mar, en un sector con terreno arenoso muy permeable y vegetación predominantemente arbustiva. Su nombre, y por extensión el del sitio, se originó a principios siglo XX cuando un grupo de comerciantes proveniente de Belén, ciudad ubicada a unos 135km en línea recta hacia el suroeste, se establecía anualmente en esa senda para intercambiar lanas y cueros producidos allí por frutas y verduras de valles más templados, que traían a lomo de mula. Seguramente los beliches, es decir, los nacidos en Belén, eligieron ese lugar de encuentro por su ubicación estratégica, dado que la quebrada facilita la conexión directa entre el norte y el sur del valle del Cajón y está próxima a la quebrada Agua de Sapo, que atraviesa la sierra de Quilmes y conduce al vecino valle de Santa María.

Las representaciones rupestres se encuentran en la ladera este de la Senda a lo largo de 3km, sobre afloramientos rocosos en forma de planchas horizontales o con una ligera inclinación, muy poco elevadas del nivel del piso. Los diseños fueron efectuados por golpes o por raspado con una herramienta más dura que la roca, por ejemplo, un guijarro afilado. Los grabados son poco profundos y, como no están en posición vertical, resultan difíciles de distinguir y fotografiar, lo que lleva a los arqueólogos a recurrir a diversas técnicas fotográficas para realizar las tomas, como aprovechar la luz rasante del amanecer o del atardecer.

Según las investigaciones sobre el arte rupestre del Noroeste argentino, los primeros cazadores que llegaron a la región, hace más de diez mil años, eligieron diseños geométricos (líneas de puntos, círculos) para expresarse, mientras que las sociedades productoras de alimentos, unos tres mil años atrás, prefirieron las figuras humanas y de animales (llamas, vicuñas, ñandúes, pumas) y sus respectivas huellas. En general, representaban a los animales silvestres y domésticos que capturaban y consumían, pero también aparecen imágenes y rastros de fauna exótica a la región, como monos, serpientes y jaguares, que debieron formar parte de su mundo simbólico.

Recientemente se ha considerado que la representación masiva de las huellas podría estar relacionada con la caza, tanto en las sociedades esencialmente cazadoras-recolectoras como, posteriormente, en sociedades pastoriles o agrícolas incipientes, en las que esa actividad seguía proveyendo una parte sustancial de la dieta.

Los sitios con arte que incluyen huellas grabadas son muchos: en algunos casos esas huellas pertenecen todas a animales de la misma especie; en otros se distinguen

Rocas o afloramientos en que están grabados los motivos, diseminados a lo largo de unos 3km de la ladera oriental de la quebrada. Cada tramo del metro de carpintero que da la escala mide 20cm (en total 2m).

dos o más especies, e incluso huellas humanas. No suele haber más de veinte rastros por sitio, pero en Campo de las Tobas y en Ampajango (respectivamente en Antofagasta de la Sierra y Santa María) superan el centenar. En su mayoría, reproducen en forma esquemática y hasta idealizada la impronta de los animales, y forman agrupaciones o alineaciones como si fueran pisadas reales.

Las explicaciones tradicionales sobre el propósito de esos diseños ponen el énfasis en la magia y en definir lugares especiales donde efectuar ritos propiciatorios para cazar los animales cuyas huellas fueron representadas. Investigaciones actuales demostraron que no todo lo pintado o grabado formaba parte de la subsistencia básica de las sociedades, y que tampoco era azarosa la elección de los lugares. Los estudios indican que el arte rupestre solía estar señalando algún punto significativo del paisaje, relacionado, por ejemplo, con espacios por donde transitaban, se alimentaban, bebían o descansaban las tropillas de vicuñas o por donde eran conducidas las llamas de manera reiterada y periódica hacia campos de pastoreo. También podían indicar cruces de caminos, manantiales, zonas peligrosas o áreas de reunión de cazadores o pastores. En otras palabras, los sitios con arte brindaban información fundamental a los cazadores y pastores, explicación que no invalida la realización de rituales propiciatorios.

Por su parte, hay escasas representaciones de pisadas humanas en cada sitio: por lo común hay entre dos y seis pares, y están siempre asociadas con rastros de animales, especialmente de aves. Esa pequeña cantidad podría deberse a que eran marcas personales, por ejemplo, de alguien importante cuyas improntas señalarían la posesión de un espacio de caza o de un rebaño. De ser así, se trataría de mensajes destinados tanto a ocasionales extraños como a los miembros del propio grupo que concurrían periódicamente al lugar.

En números precisos, en la Senda de los Beliches se han registrado a la fecha 1234 representaciones realizadas a lo largo de mucho tiempo en 212 rocas. La tabla de la página 36 las clasifica por tipo. No se conoce cuándo comenzaron a ser grabadas, tal vez varios siglos antes del comienzo de nuestra era, pero se siguieron agregando durante los primeros siglos de ella.

Esa cantidad de huellas no tiene precedentes, y es también inusual la manera en que fueron dispuestas, pues no forman pares sino que están diseminadas de forma azarosa sobre la roca, las humanas combinadas con las de fauna. Tampoco son figuras idealizadas: exhiben gran variedad de tamaños, formas y tratamientos, desde las muy naturalistas, cercanas a huellas reales con arco, talón y dedos separados de la planta, hasta las muy esquemáticas, cuyas siluetas apenas esbozadas dificultan reconocer su orientación y la lateralidad.

La mayoría tiene un diseño plano, es decir, el artífice delineó la silueta del pie y rebajó toda la superficie interior, pero también hay tratamientos combinados, en los que sec-

Clasificación de las 1234 representaciones rupestres prehispánicas relevadas en la Senda de los Beliches

Tipo de representación	Número	%
Huellas humanas	213	17
Huellas de animales	610	49
Ungulados (camélidos y cérvidos)	299	
Aves (ñandú)	158	
Roedores (chinchillones)	36	
Ofidios	41	
Felinos	32	
No identificados	44	
Figuras humanas	49	4
Completas	24	
Rostros o máscaras	20	
Figuras alargadas	5	
Figuras de animales	84	7
Camélidos	42	
Serpientes	27	
Otros	15	
Figuras geométricas	278	23
Círculos	121	
Cruces	15	
Líneas rectas	23	
Líneas curvas	46	
Otros diseños	73	
TOTAL	1234	100

tores más o menos profundos (generalmente la punta) alternan con otros apenas marcados con conjuntos de puntos (especialmente el talón). Incluso existen huellas que solo se distinguen por el alisado de la roca. Fueron representados tanto pies derechos como izquierdos. El más grande mide 37cm pero la mayoría oscila entre los 6 y 8cm de largo. Generalmente poseen cuatro dedos, adheridos a la planta o separados de ella, pero en ocasiones conservan los cinco dedos o suman un sexto, y a veces solo se destaca el pulgar.

Por su parte, las huellas de fauna identificadas en la Senda corresponden a ungulados (camélidos y cérvidos), aves, roedores, ofidios y felinos. Los primeros tienen dos almohadillas alargadas en las plantas de sus extremidades y, en el arte rupestre, sus improntas fueron representadas con trazos en forma de U de entre 5 y 10cm, o como dos cortas líneas paralelas de entre 2,5 y 10cm. Son las huellas más numerosas, pues hay 299 de ellas sumando ambas versiones.

Los camélidos incluían las dos especies silvestres, la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*), y una doméstica, la llama (*Lama glama*), que habría sido domesticada unos 6000 años atrás. La segunda especie doméstica de camélido sudamericano, la alpaca (*Vicugna pacos*), no se crió en la región. Además de carne, esos animales brindaban lana o fibra (con la que se confeccionaban vestimentas, bolsas, mantas, cuerdas y hondas), cuero (para sandalias y correas), estiércol (usado como abono y combustible), sebo (lubricante) y huesos (para instrumentos como espátulas o punzones). La vicuña era la más apreciada por la calidad de su fibra, mientras que la llama fue el único animal de carga de la América precolombina y era el predilecto de las sociedades andinas para sacrificar a los dioses. Por su lado, el cérvido natural de las zonas altas que nos ocupan era el huemul del norte o taruca (*Hippocamelus antisensis*), cuyos machos tienen astas ramificadas en dos puntas.

En general, las huellas indicadas por líneas paralelas aparecen asociadas con las figuras de llamas, pero no se cuenta con suficientes elementos de juicio para postular una relación firme entre especie domesticada o salvaje y huella en U o líneas paralelas. Tampoco si la elección de dibujar uno u otro tipo de huella era costumbre de determinada sociedad, ni si hubo intención de distinguir entre la impronta de extremidades delanteras y traseras, que tienen una pequeña diferencia. No suele ser común en el Noroeste que ambas aparezcan representadas en un mismo sitio, como sucede en la Senda.

Las impresiones de aves son identificables por el característico tridígito, que en el arte suele asociarse con el suri o ñandú (*Pterocnemia pennata*). Este solo apoya tres dedos en el terreno cuando corre y toda la planta si está detenido o camina, actitudes que se reflejan en los grabados. La carne y los huevos de ñandú formaron parte de la dieta de las sociedades del Noroeste, que también emplearon sus plumas como adorno. Algunos grupos lo incorporaron a sus creencias religiosas. En la Senda de los Beliches se han relevado 158 representaciones de tridígitos, con y sin el trazo prolongado hacia atrás, de diversos tamaños hasta unos 13cm. Es posible que algunas de esas pisadas correspondan a otras aves, como búhos y cóndores, que ocuparon un lugar destacado en la vida de las sociedades precolombinas.

Existen 36 huellas que podrían ser adjudicadas al chinchillón o vizcachón de la sierra (*Lagidium viscascia*), roedor de la familia de las chinchillas cuyas patas delanteras terminan en cuatro dedos y las traseras, en tres. En los sitios más antiguos se encontraron huesos de chinchillones, seguramente cazados por su sabrosa carne y su pelaje tupido y lanoso. Se registraron también 41 grabados que representan al parecer el deslizamiento de serpientes. Los ofidios formaron parte de las creencias religiosas a lo largo de toda la prehistoria del Noroeste y aparecen tanto en el arte rupestre como en objetos de cerámica y metal.

Finalmente, 32 huellas corresponden a las plantas de los grandes felinos: pumas (*Felis concolor*) y jaguares (*Panthe-*

ra onca), que tienen una almohadilla central, cinco dedos en las extremidades delanteras y cuatro en las traseras. Sin embargo, no predomina la representación naturalista de esas huellas sino una simbólica, formada por un círculo central más grande rodeado de círculos más pequeños. En etapas posteriores de la prehistoria, en otros sitios de la región, en las escenas pintadas con figuras de pumas, estos aparecen amenazando a las crías de llamas, mientras que el jaguar se presenta vinculado con celebraciones chamánicas.

En la Senda de los Beliches las huellas de fauna presentan diferencias en su tamaño y, principalmente, en la forma de su contorno, que puede ser fino o grueso, recto o redondeado. No aparecen de a pares, ni en posición de

Grabados de diseño geométrico. El metro plegado que da la escala mide 20cm.

Figuras humanas, de las que hay pocas en la quebrada.

Arriba, izquierda: huella de pie humano con cuatro dedos cerrados pegados a la planta y el pulgar separado.
Arriba, derecha: cuatro huellas humanas orientadas en distintas direcciones y varios rastros de ungulados con forma de líneas paralelas.
Abajo, izquierda: huellas de ungulados en forma de U.
Abajo, derecha: una impronta de pie derecho junto a dos huellas de las extremidades traseras de un chinchillón o vizcachón de la sierra.

marcha, ni alineados, ni conectados de alguna forma, ni se advierten superposiciones, como si fuera importante que todas se vean. En la mayoría de las rocas hay huellas de distintas especies dispuestas de una manera en apariencia desordenada.

Tampoco existe asociación directa entre las figuras grabadas de animales y las reproducciones de huellas. Los animales fueron representados en los sectores más altos de la ladera y agrupados por especies. Se trata de 84 figuras que, con excepción de los ofidios, no superan los 10cm de alto. No se registraron hasta el momento tarucas, chinchillones, ñandúes u otras aves. La mitad de esas figuras (42) corresponde a camélidos, principalmente llamas dibujadas sujetas con sogas a postes, en rocas verticales muy visibles situadas en puntos de inflexión del terreno,

Dos serpientes enfrentadas con sus bocas abiertas. Miden unos 32cm y fueron grabadas en una de las pocas superficies verticales.

como marcando las zonas de paso. También hay 27 ofidios, concentrados hacia el sur de la Senda, con un cuerpo ondulado de entre 30 y 60cm, la boca abierta y orejas redondeadas. Finalmente, un par de pequeños pumas con largas colas fueron representados rodeados del símbolo que alude al animal.

¿Por qué distintos grupos humanos concurrieron a este sitio a lo largo de cientos de años para grabar huellas en el piso? Estudios arqueológicos y etnográficos sobre sociedades cazadoras llevan a suponer que se trataría de un lugar de encuentros programados, posiblemente estacionales, que reunían a grupos dispersos con diferentes propósitos. Por ejemplo, para realizar grandes cacerías en colaboración, para iniciar a los varones jóvenes en la actividad, para intercambiar productos o para celebrar rituales, todo lo cual llevaba al fortalecimiento de las relaciones sociales. En cada ocasión se grababan nuevas huellas, que modificaban el paisaje y afianzaban el sentido del encuentro.

Esta costumbre habría comenzado en tiempos de sociedades esencialmente cazadoras-recolectoras, según lo indicarían diseños geométricos como círculos individuales o concéntricos, cruces, soles y volutas. Pero habría continuado en etapas posteriores, cuando aparecen los grabados de rostros o máscaras (de unos 20cm) y unas figuras humanas alargadas (de 55cm de alto) parecidas a los monolitos hallados en Tafí del Valle, unos 65km hacia el sureste. Estos últimos diseños solían definir espacios sagrados para las sociedades que vivieron en el Noroeste aproximadamente entre los años 300 antes de nuestra era y 500 después del inicio de ella.

Otra pregunta, difícil de responder, es por qué las huellas están en aparente desorden y exhiben gran variedad de formas. Una posible respuesta surge de comparar los grabados con las improntas reales dejadas en la actualidad en suelos arenosos del lugar por seres humanos, llamas o aves, las cuales cambian de forma y profundidad según el tiempo transcurrido desde que fueron hechas y de acuerdo con la profundidad de la arena, la humedad del suelo y los efectos del viento. Las huellas naturales proporcionan información valiosa tanto para un cazador que va tras una presa como para un pastor que procura reunir el rebaño disperso. Se sabe que un rastreador experto es capaz no solo de identificar al causante de una huella sino, también, estimar su peso, tamaño, velocidad de movimiento y el tiempo transcurrido desde que pasó por el lugar.

Parecería, entonces, que en la Senda de los Beliches distintos grupos hubieran querido fijar en piedra lo que se borraba en la arena, y dejar constancia de los estadios de cambio de las huellas hasta su desaparición. La disposición horizontal de las rocas resultaba adecuada para crear un paisaje cultural similar al observado en el entorno inmediato. Entonces, la verdadera huella, la que el viento indefectiblemente se llevó, habría sido capturada y reproducida en la piedra para las siguientes generaciones. CH

LECTURAS SUGERIDAS

ASCHERO C, 1999, 'El arte rupestre del desierto puneño y el noreste argentino', en Berenguer J *et al.*, *El arte rupestre en los Andes de Capricornio*, Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago, pp. 97-135.

DE HOYOS M, 2002, *Las piedras escritas de San Antonio del Cajón*, Museo Arqueológico Eric Boman, Santa María.

PODESTÁ M y DE HOYOS M (eds.), 2000, *Arte en las rocas. Arte rupestre, menhires y piedras de colores en la Argentina*, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

PODESTÁ M, ROLANDI D y SÁNCHEZ PROAÑO M, 2005, *El arte rupestre de la Argentina indígena. Noroeste*, Academia Nacional de la Historia, Buenos Aires.

María de Hoyos

Doctora en arqueología, UBA.
Investigadora del Instituto de Ciencias Antropológicas, FFYL, UBA.
maria_dehoyos@yahoo.com.ar

Cueva de Denísova.
Wikimedia Commons

John Hawks
Universidad de Wisconsin-Madison

¿Quiénes son realmente nuestros ancestros?

No somos solamente *Homo sapiens*

En el macizo de Altái en Siberia, a unos 40 kilómetros de la frontera con Kazajistán, donde la temperatura puede llegar a -40°C en invierno, hay una gruta conocida con el nombre de gruta de Denísova. Este lugar fue utilizado como refugio durante miles de años por poblaciones humanas y sus antecesores. Allí se encuentran yacimientos arqueológicos en condiciones de temperatura ideales para la conservación del ADN en los fósiles.

Lo cierto es que desde hace unos treinta años los arqueólogos buscan fósiles en Denísova y los hallazgos no han sido muy espectaculares: un pequeño fragmento de la falange de un adolescente, dos dientes y un hueso del dedo de un pie. Los estudios morfológicos no nos habrían permitido decir gran cosa de estos fósiles, pero sí posibilitaron obtener los genomas más completos que tenemos hasta ahora de hombres arcaicos, y su análisis ya ha transformado nuestra comprensión sobre la evolución humana. La gruta de Denísova muestra cómo la paleoantropología se transformó de un dominio que es-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Dos linajes antiguos que hoy se encuentran desaparecidos, los neandertales y los homínidos de Denísova, han contribuido en un pequeño porcentaje al genoma de la humanidad actual.

tudia fragmentos de huesos en uno que estudia los miles de millones de pares de bases que constituyen las secuencias genéticas.

La población de hombres antiguos que mejor se conoce es, sin dudarlo, la de los neandertales. Estos obtuvieron su nombre a partir de un valle situado cerca de un pueblo llamado Mettmann en Alemania, donde se descubrió un esqueleto en 1856. El nombre de *Homo neanderthalensis* fue propuesto en 1864 por el británico William King. A principios del siglo XX los arqueólogos ya habían encontrado restos de neandertales en todo el continente europeo y habían comenzado a reconocer rasgos neandertales en los hombres fósiles encontrados en Oriente Medio. Hoy en día disponemos de centenares de restos de neandertales que vivieron entre 200.000 a 30.000 años atrás aproximadamente.

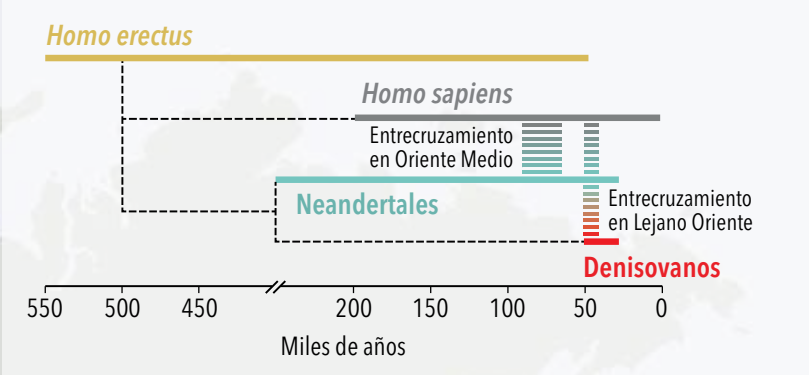
Secuencias desaparecidas

En 1997 Svante Pääbo y su equipo del instituto Max Planck de Leipzig en Alemania extrajeron y reconstituyeron la primera secuencia genética de un neandertal. Se trataba de un pequeño pedazo de ADN mitocondrial proveniente del espécimen encontrado en 1856. A este descubrimiento le siguieron otros éxitos con el ADN mitocondrial extraído de fósiles encontrados en España, Croacia e Italia. Los ADN mitocondriales de todos estos fósiles se parecían entre sí y eran diferentes al de los hombres actuales. Parecía que ninguno de nosotros poseía ni siquiera una pequeña parte de estas secuencias neandertales.

Pero la historia no es tan simple. El ADN mitocondrial es una secuencia presente en las mitocondrias, organelas que la mayoría de las células poseen en muchos centenares de ejemplares. Es entonces la secuencia de ADN más abundante en nuestros tejidos, y la más fácil de recuperar, en particular cuando el proceso de fosilización y el tiempo han degradado al ADN, cortando la molécula en pequeños pedazos. Las secuencias de ADN nuclear que se encuentran en los cromosomas están presentes solamente en dos ejemplares en cada célula (y además los dos cromosomas de un mismo par no son estrictamente idénticos).

Sin embargo, el ADN mitocondrial constituye solo una pequeña parte de nuestra herencia genética: solo 16.000 pares de bases. Los cromosomas, por el contrario, contienen más de 3 mil millones de pares de bases. Asimismo, el

LA CEPA HUMANA
A medida que el *Homo sapiens* evolucionó y migró por el mundo se entrecruzó, aparentemente, con humanos arcaicos como los neandertales y los denisovanos.



modo de transmisión del ADN mitocondrial está siempre relacionado con la herencia materna, volviéndolo muy útil para usarlo como huella de grandes linajes maternos, pero muy poco funcional para determinar la presencia de ADN neandertal en nuestros genomas.

En 2006, el equipo de Svante Pääbo publicó fragmentos del genoma nuclear de una neandertal encontrada en Vindija, Croacia. Mediante el desarrollo de nuevas técnicas de extracción y purificación del ADN antiguo, se logró aumentar considerablemente el rendimiento. En 2010 presentaron el primer borrador de un genoma neandertal completo. Esto nos permitirá examinar en detalle nuestra relación con esta otra especie humana.

ADN nuclear

El mismo año el equipo de Pääbo presentó un resultado aún más sorprendente. Habían extraído y secuenciado el ADN mitocondrial contenido en el hueso del dedo encontrado en Denísova. Sin embargo, este ADN, excepcionalmente conservado, era sorprendentemente diferente del de los hombres actuales y de los neandertales conocidos. Un poco más tarde ese mismo año el mismo equipo presentó la secuenciación del genoma nuclear de ese mismo individuo, confirmando que representaba otra rama del árbol genealógico humano, los denisovanos.

Al comienzo de 2014, el hueso de pie encontrado en Denísova produjo un genoma bastante diferente al del denísovano, pero parecido al de los neandertales europeos. Ambos genomas encontrados en Denísova fueron sometidos a la secuenciación más exhaustiva que se haya realizado en especímenes antiguos. En cada caso, cada par de bases fue secuenciado más de cuarenta veces. En Mettmann, donde actualmente se encuentra un moderno museo, hay una pequeña placa de hormigón que lleva una inscripción con los primeros 300 pares de bases que fueron determinados en 1997. Hoy, para inscribir todos los datos genéticos disponibles sobre los neandertales (o sobre el homínido de Denísova) usando la misma escala, se necesitaría una placa de más de 11 kilómetros de diámetro.

Estos datos renuevan totalmente nuestro conocimiento sobre las poblaciones antiguas y sobre la relación que existía entre ellas y con nosotros. En principio, las débiles variaciones que existen en los genomas indican que los individuos encontrados en Denísova pertenecen a poblaciones pequeñas. La mujer neandertal encontrada provenía de un grupo particularmente consanguíneo: las dos copias de su genoma (heredadas respectivamente de su padre y de su madre) son efectivamente idénticas a lo largo de gran parte de sus cromosomas. Al parecer sus padres estaban emparentados y debían ser medios hermanos; esto nos estaría dando indicaciones sobre los movimientos y sobre la estructura de los antiguos grupos de neandertales.

La población a la cual pertenecía la mujer de Denísova no era tan consanguínea. Igualmente, tenía poca diversificación. Aparentemente esta población se encontraba en una fase de contracción pero era originaria de un grupo humano más numeroso y diverso.

Entonces, según las diferencias encontradas en sus genomas, los neandertales y los hombres de Denísova descienden de poblaciones que se habrían separado hace un poco

Reconstrucción de la falange de Denísova. Thilo Parg, Wikimedia Commons.
Imagen del molar hallado en el mismo sitio. Instituto Max Planck

Interpretación de la apariencia de un adulto neandertal exhibida en el museo dedicado a la especie en Mettmann, Alemania. Stefanie Krull, Wikimedia Commons.

más de 400.000 años. No obstante, se nos parecen más de lo que uno esperaría si partimos de la base de que sus ancestros entraron en Europa y en Asia al mismo tiempo que los primeros *Homo*, hace 1,8 millones de años. Esto representaría una etapa intermedia en la evolución y migración a gran escala, antes del origen de los hombres modernos.

Genes que todavía están presentes

Los neandertales y los denisovanos pudieron haber vivido en diferentes períodos (los fósiles de Denísova no han sido datados directamente y por lo tanto existen incertidumbre al respecto), pero sus genomas sugieren que hubo contacto entre ellos. Al reconstruir las relaciones de ambos genomas con el de los otros neandertales y con el hombre actual está claro que una parte del genoma denisovano refleja una mezcla con los neandertales anteriores. Desde un punto de vista general, los grupos humanos de ese período eran bastante diferentes unos de otros, pero en menor medida de lo que se observa en los hombres más recientes. La dispersión y el éxito de los hombres modernos pudieron haber puesto un fin a una estructura antigua de subespecies humanas, dando lugar a un nuevo tipo de diversidad y de mezcla.

Por último, los neandertales y los denisovanos ciertamente han desaparecido, pero sus genes se encuentran todavía acá. Alrededor de 1 a 4% de los ancestros de la gente que vive hoy fuera del África subsahariana eran neandertales. Al sur del Sahara, los contactos históricos que ocurrieron por miles de años también dejaron una marca de ADN neandertal, pero muy sutil. Por todas partes la fracción de genes neandertales es casi la misma, salvo al este de Asia, donde es un poco más elevada.

Para los denisovanos la estructura es diferente. Encontramos su ADN en la mayoría de las poblaciones originarias de Asia del este, del sureste y en los autóctonos americanos, pero en una proporción muy baja, menos del 1%. En la región insular del sureste asiático y en Oceanía, los denisovanos tuvieron un impacto más marcado sobre las poblaciones actuales: hasta 5% de los ancestros de los aborígenes australianos actuales y de las poblaciones autóctonas de Nueva Guinea. Los hombres modernos no han hecho desaparecer los genes de las poblaciones antiguas, los han absorbido.

Si uno considera cualquier pequeña parte de nuestro ADN, nuestras diferencias con los neandertales y los denisovanos son pocas. Los hombres actuales difieren entre sí en aproximadamente 1 par de bases sobre 1000, lo que nos hace parecidos en 99,9%. Los neandertales y los denisovanos se nos parecen en 99,85%. Si bien tenemos la misma proporción de genes neandertales, estos son diferentes en cada uno de nosotros. Individualmente los genes de los neandertales son raros hoy en día, por lo tanto solo un grupo de personas poseen algunos de estos genes. Pero, colectivamente, más de la mitad del genoma de los neandertales existe aún en la población general.

Adaptación a la altitud

Lo que es aún más intrigante es entender la manera en que los genes de esas poblaciones antiguas pudieron funcionar. Algunas partes de los genomas de estas poblaciones antiguas, como el ADN mitocondrial, no se encontraron jamás en ningún ser vivo hoy en día. En particular el cromosoma X parece estar salpicado de 'desiertos de introgresiones', donde los genes neandertales no han podido persistir en los hombres actuales. Algunos de estos desiertos contienen genes que participan en el funcionamiento de los testículos y en la producción de esperma. Estas funciones evolucionan rápidamente y podrían ser de las primeras en diferenciarse cuando las especies se forman, lo que sugiere que algunos genes neandertales eran incompatibles con la biología de las poblaciones más recientes.

Pero actualmente también sabemos que otros genes de esos hombres arcaicos han mejorado la adaptación de los hombres modernos. El más sorprendente es el que se encuentra ligado a la adaptación a la altitud. Sobre el altiplano tibetano el aire contiene la mitad de oxígeno con

relación al mar. Esta altitud tan pronunciada es uno de los ambientes más estresantes ocupado por el hombre. Tal estrés tiene repercusiones en la fisiología humana: menor peso en los recién nacidos, tamaño corporal más pequeño y una menor duración de vida. Las poblaciones presentes desde hace mucho tiempo en las regiones con altitudes elevadas, como los Andes, el Himalaya y las altas mesetas etíopes, han desarrollado diferentes adaptaciones a esos ambientes estresantes. En los tibetanos esta adaptación es particularmente llamativa. En el lapso de algunos días, un habitante que vive en el nivel del mar y que viaja a un lugar de mayor altitud empieza a producir más cantidad de glóbulos rojos. De esta manera, la sangre puede transportar más oxígeno pero pagando un precio alto en cuanto al estrés fisiológico que el organismo tiene que pasar y un aumento en la presión sanguínea que puede ser peligroso. La sangre de los nativos del Tíbet, por el contrario, no posee una concentración excesivamente alta en sus glóbulos rojos. Los tibetanos presentan otras adaptaciones de su fisiología a la falta de oxígeno.

Varios genes están implicados en estas adaptaciones. El más importante se llama EPAS1. Alrededor del 80% de los tibetanos poseen una versión de este gen que contiene una gran cantidad de mutaciones importantes con respecto a otros hombres modernos. Y, como lo ha demostrado un equipo internacional en julio de 2014, esta versión tibetana se encuentra muy próxima a la versión presente en el genoma de los denisovanos. Al parecer la versión moderna se construyó a partir de los hombres arcaicos. La historia del gen EPAS1 nos muestra que los genes de los hombres arcaicos pueden ser importantes: aunque en el este asiático los hombres tengan menos de 1% de su ADN proveniente de sus ancestros denisovanos, más del 80% de los tibetanos poseen la versión adaptativa del gen EPAS1.

Sistema inmune

Otros genes de los neandertales y los denisovanos están también sobrerrepresentados en la población actual. En particular los genes de estas poblaciones arcaicas continúan, todavía hoy, controlando el sistema inmune de ciertas poblaciones. Algunos genes ligados a la piel y al pelo, incluyendo la pigmentación y la forma de la queratina de sus tejidos, fueron heredados de los neandertales.

En cada caso, como ocurre con el gen EPAS1, vemos una sobrerrepresentación de las variantes neandertales de estos genes en las poblaciones actuales. Pero, para nuestra frustración, no sabemos realmente lo que estos genes hacen realmente.

Los biólogos están empezando a estudiar de qué manera las personas portadoras de estos genes neandertales y denisovanos difieren biológicamente de aquellos que no los poseen. Al hacer esto, ya han descubierto que una parte de la herencia neandertal tendría un impacto persistente en nuestra salud. Por ejemplo, los mexicanos actuales tienen un riesgo bastante elevado de desarrollar diabetes de tipo 2, enfermedad con un impacto sanitario importante en esa población. Uno de los principales genes que subyace en los americanos autóctonos, aumentando el riesgo de padecer esta enfermedad, es una forma heredada de los neandertales. Esta variante pudo haber sido útil en los americanos ancestrales para sacar mejor provecho de un régimen alimentario restringido, pero en el régimen occidentalizado actual llevaría a un riesgo a largo plazo para la salud (ver 'Obesidad, una perspectiva evolutiva', Ciencia Hoy, 141: 35-40).

Entender esta diferente combinación de genes arcaicos refleja un cambio importante en nuestra visión acerca de la evolución humana. Anteriormente, la paleoantropología se encontraba sobre todo limitada por los datos disponibles. Teníamos pocos fósiles de nuestros ancestros, y algunos, como los neandertales de Europa, venían de poblaciones muy pequeñas que tuvieron la suerte de ser conservadas en grutas donde los arqueólogos habían comenzado a buscar. Los antropólogos tenían el presentimiento de que esos linajes estaban mezclados, pero no podían ver el tamaño del nudo que los unía.

Hoy no estamos más limitados por la escasez de datos. Hasta minúsculos fragmentos de huesos pueden producir miles de millones de pares de bases de ADN, datos que serán estudiados. Estamos limitados solamente por la comprensión de la biología humana.

Tenemos una explicación matemática sólida de algunas relaciones antiguas entre hombres fósiles, pero necesitamos contar con modelos más perfeccionados para entender cómo estas relaciones dieron lugar a las poblaciones actuales. Podríamos ver algunos casos donde los genes han sido importantes para las funciones, pero solo tenemos una idea imprecisa sobre el número de estos genes que trabajan en las células y en los tejidos de los humanos actuales. Es una época excitante para los paleoantropólogos, quienes antes se encontraban aislados en sus laboratorios con sus fósiles y ahora pueden usar su conocimiento sobre el hombre antiguo para aumentar nuestra comprensión sobre las variaciones y su efecto sobre la salud humana. CH

Traducido y adaptado de *La Recherche*, N° 491: 28-33, 2014, por Florencia Malamud, Instituto de Investigaciones Biotecnológicas Unsam-Conicet, con la autorización del autor y la revista.

John Hawks

Vilas-Borghesi Distinguished Achievement Professor, Departamento de Antropología, Universidad de Wisconsin-Madison.

Ana L González Achem
Hugo R Fernández
Margarita del Valle Hidalgo
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo,
Universidad Nacional de Tucumán

Muchas sales y poca agua

El proceso de adquisición de sales por un ecosistema acuático se denomina *salinización*, y se habla de la *salinidad* de un cuerpo de agua para referirse a la cantidad de sales disueltas en él. Por regla general, las sales son solubles en agua, si bien no todas se disuelven en la misma medida y algunas son prácticamente insolubles. Las sales disueltas se vuelven conductoras de electricidad y también, por regla general, cuanto más alto el contenido de sales en aguas, mayor es dicha capacidad conductora de electricidad.

La salinidad se cuantifica de diversas maneras, por ejemplo como partes por millón o como miligramos o gramos por litro, pero a menudo se la calcula indirectamente determinando con un *conductímetro* la conductividad eléctrica del agua, que se expresa en microsiemens por centímetro (µS/cm). Dicho instrumento mide la corriente eléctrica conducida por el agua entre dos electrodos con determinada separación, lo cual permite comparar aguas con diferente salinidad.

Hay cuerpos de agua naturalmente salinos, en cuencas que no tienen salida al mar y en zonas áridas o semiáridas. Se alimentan de aguas subterráneas o por ríos de poco caudal, que reciben menos agua que la que pierden por evaporación, lo que aumenta su salinidad. La salinidad del agua de mar ronda los 35 gramos de sal por litro, según el mar del que hablemos, pero no asciende más allá de los 40g/l que encontramos en el Mar Rojo, rodeado de regiones desérticas. Las aguas continentales, en cambio, pueden variar entre 0,5 y 6400g/l. El sistema de clasificación más común basado en la cantidad de sales en el agua las divide en aguas dulces hasta 2g/l, salobres entre 2 y 5g/l, saladas entre 5 y 40g/l y salmueras más de 40g/l. Aquellas con concentraciones bajas de sal

¿DE QUÉ SE TRATA?

Bien se sabe que el exceso de sal deteriora la salud de los seres humanos. No es tan conocido que los ecosistemas acuáticos también se resienten con la abundancia de sales.

Salinas Grandes, Jujuy. Al fondo se observa el cerro Chañi nevado.

se denominan *oligosalinas* y las muy saladas, *hipersalinas*. Los cuerpos de aguas continentales o interiores son el objeto de estudio de una rama de la ecología llamada *limnología*.

En la Argentina, los ecosistemas acuáticos salinos están bien representados por ríos y arroyos que desaparecen por evaporación o llegan a lagos sin desembocadura. Conforman más de veinte cuencas sin salida al mar, distribuidas en el noroeste y centro del país. La región de Cuyo se destaca particularmente a este respecto por sus ambientes semiáridos con precipitaciones medias anuales menores que 250mm.

La composición química de las aguas continentales depende de los procesos que se suceden durante las diversas etapas del ciclo hidrológico, en las que se disuelven en ellas sólidos, líquidos o gases, sobre todo los primeros, cuya mayor parte proviene de las formaciones geológicas, suelos y sedimentos por los cuales discurren, o en los cuales se almacenan. Los sólidos encontrados con mayor frecuencia son carbonatos, cloruros, sulfatos, silicatos y aluminosilicatos de sodio, potasio, calcio y magnesio. Se distingue la *salinización primaria*, de causas naturales, de la *salinización secundaria*, producto de la acción humana.

Los orígenes de la segunda residen en una amplia variedad de actividades, entre ellas la agricultura, la deforestación, la irrigación, la minería o el vertido de efluen-

Causas de salinización secundaria de ríos en diversas regiones del mundo, según el artículo de Cañedo-Arguelles *et al.* incluido entre las lecturas sugeridas.

Lugar	País	Causa de la salinización
Río Amu Darya	Uzbequistán	Agricultura
Región de los Apalaches	Estados Unidos	Minas de carbón
Cuenca Murray-Darling	Australia	Tala de la vegetación nativa
Río Meurthe	Francia	Fábricas de soda cáustica
Ríos Werra, Weser y Wipper	Alemania	Minería de sal
Ríos Umbilo, Kat y Vaal	Sudáfrica	Efluentes industriales
Montañas Blancas	Estados Unidos	Anticongelantes para carreteras
Arroyo La Perdiz	Argentina	Minería de sal de mesa
Lago Yungcheng	Taiwán	Producción de sulfatos

Río arreico ubicado en la localidad de Vinchina, La Rioja. Pueden observarse en la foto las deposiciones de hidrocarburos (manchas oscuras) y sales (manchas blancas).

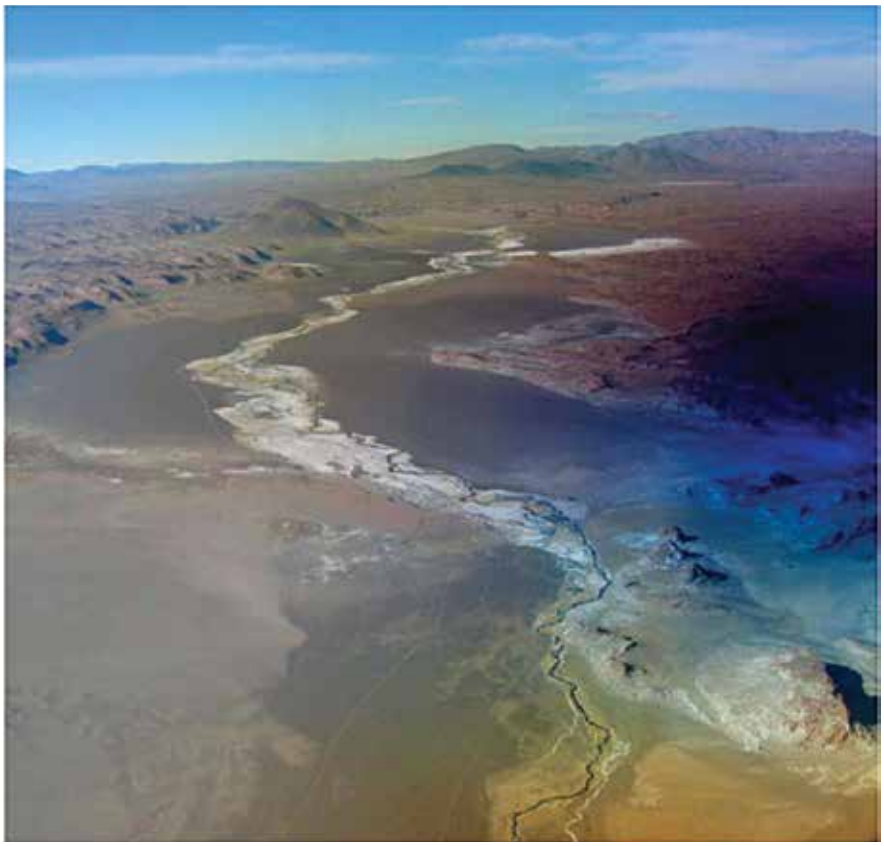
tes cloacales crudos. Constituye un fenómeno global que está en crecimiento y afecta a ríos, lagos y humedales. Sus consecuencias pueden verse magnificadas como consecuencia del cambio climático y por el incremento de la demanda de agua para consumo humano, en especial en regiones áridas. Según la Organización Mundial de la Salud, en 2008 el 37% de la población mundial sin acceso a agua potable estaba en el África subsahariana.

En la Argentina las principales actividades que originan salinización secundaria son la agricultura, la minería de metales y la minería de sales. La salinización de suelos se ha estudiado activamente en el país, pero no la de los cuerpos de agua, sobre la que no se dispone de registros y normalmente se consideró a la luz de las necesidades de riego y del peligro de pérdida de campos cultivables.

La salinización de cuerpos de agua crea costos ecológicos y económicos elevados. Los organismos acuáticos (peces, insectos, caracoles, etcétera) solo toleran ciertos niveles de salinidad y determinados tipos de sales. No se ven sometidos a demasiado estrés por debajo de los 1500mg/l (una cucharada de sal en un litro de agua). Con mayor salinidad desaparecen los que tienen poca tolerancia a la sal y proliferan los que la tienen, al punto de que a veces son los únicos que quedan. Como consecuencia, se produce una reducción de la biodiversidad acuática y una disrupción de los procesos del ecosistema que compromete los bienes y servicios brindados por el cuerpo de agua.

Cuando el agua salinizada deja de ser apta para consumo humano, aumentan los costos de su potabilización, que debe incluir la extracción de las sales. Conviene tener en cuenta que solo es potencialmente potable menos del 1% del agua existente en el planeta, ya que el 97,5% de ella pertenece a los océanos, y del 2,5% restante, el 70% se encuentra en forma de nieve o hielo.

Si bien los problemas graves de salinización son de índole local, el fenómeno puede adquirir escala global, lo que hace aconsejable coordinar internacionalmente las acciones para enfrentarlos. Pero aun para encarar perturbaciones locales es oportuna la colaboración internacional, con el fin de tomar decisiones mejor fundadas de gestión de los recursos hídricos. Entre las iniciativas internacionales está la instauración en noviembre de 2013, por la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC), de un grupo de especialistas interesados en estos problemas. Inicialmente se incorporaron al grupo expertos de Alemania, Argentina, Australia, España, Estados Unidos, Francia, Sudáfrica y Uzbequistán. El objetivo ge-



Fotografía aérea del río del Salar del Hombre Muerto, límite entre Salta y Catamarca.

Río arreico ubicado en el cruce con la ruta 40, La Rioja. Se llama arreico a un curso de agua cuyo caudal no desemboca en río, laguna, lago o mar, pues se evapora o infiltra en el suelo, como este en la provincia de La Rioja, en una zona de clima seco en extremo. Obsérvese la capa de sal que se fue depositando sobre el suelo. Los cuerpos de agua arreicos son temporales, es decir desaparecen gran parte del año; por lo que, en general, no reciben un nombre en particular excepto que sean muy grandes (lo que es raro).

neral de esa red de técnicos es evaluar las consecuencias de la actividad humana sobre la salinidad de los cuerpos de agua continentales, así como definir las mejores prácticas y proveer herramientas de gestión para uso de las entidades responsables de dicha gestión. CH

Los autores agradecen la ayuda recibida de Guillermo y Enrique Terán, Verónica Manzo, José Pablo Fernández, Luis Fernández, Verónica Krapovikas, los miembros del grupo de salinización de la SETAC, el Conicet, la FCN e IML de la Universidad Nacional de Tucumán y el Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN) en donde realizan sus investigaciones.

LECTURAS SUGERIDAS

ALAGHMAND S, BEECHAM S & HASSANLI A, 2013, 'Impacts of groundwater extraction on salinisation risk in a semi-arid floodplain', *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 13: 3405-3418.

CAÑEDO-ARGÜELLES M *et al.*, 2013, 'Salinisation of rivers: An urgent ecological issue', *Environmental Pollution*, 173: 157-167. *doi:10.1016/j.envpol.2012.10.011*

KAUSHAL SS *et al.*, 2005, 'Increased salinization of fresh water in the northeastern United States', *Proceedings of the National Academy of Science*, 102: 13517-13520.

SMEDEMA L, 2000, *Irrigation-Induced River Salinisation. Five major irrigated basins in the arid zone*, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

WILLIAMS WD, 2001, 'Anthropogenic salinisation of inland waters', *Hydrobiologia*, 466: 329-337.

Ana Lucía González Achem

Licenciada en ciencias biológicas, UNT. Becaria doctoral del Conicet en la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT.
anagonzalezachem@gmail.com

Hugo Rafael Fernández

Doctor en ciencias biológicas, UNT. Investigador adjunto del Conicet en el Instituto de Biodiversidad Neotropical.
hugorfernandez@yahoo.com

Margarita del Valle Hidalgo

Doctora en química, UNT. Profesora titular, UNT.
hidalgo@csnat.unt.edu.ar

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

El CONICET refuerza vínculos de cooperación científica con Francia

En el marco de la visita del primer mandatario francés, François Hollande, el presidente del Consejo suscribió tres convenios de cooperación científico-tecnológica con diferentes instituciones públicas de Francia.

El 25 de febrero del corriente año, el presidente francés François Hollande, disertó en el "Foro sobre la Cooperación Científica y Educativa franco-argentina", desarrollado en el Polo Científico Tecnológico y moderado por la decana de la Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires, Dra. Mónica Pinto.

En el encuentro, encabezado por el ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, Dr. Lino Barañao, Hollande destacó la histórica relación que ambos países tienen en materia científica, educativa y cultural: "Actualmente Francia es el primer socio de Argentina para la ciencia y la tecnología. Hay cien proyectos en curso y 400 misiones de científicos franceses en Argentina cada año" y agregó que "ambos países comparten el convencimiento de que la ciencia es el motor del progreso y se la debe poner al servicio del progreso social".

Luego de las palabras del presidente francés, el titular del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dr. Alejandro Ceccatto, suscribió tres convenios de cooperación científico-tecnológica con diferentes instituciones públicas de Francia.

En primera instancia, el Dr. Ceccatto y la Directora del Instituto de Ecología del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS), Dra. Stéphanie Thiebault, celebraron la firma de un acuerdo cuyo principal objetivo es fomentar el intercambio de información y datos científicos a través del encuentro entre investigadores de ambos países. Esta rúbrica renueva el convenio firmado en 2007 y menciona específicamente el apoyo conjunto a la organización de seminarios y reuniones entre investigadores argentinos y franceses, así como la cooperación bilateral en forma de *Proyectos internacionales de cooperación científica* (PICS), *Laboratorios internacionales asociados* (LIA) y *Unidades mixtas internacionales* (UMI).

En segundo turno, el CONICET estableció un nuevo convenio marco con el *Institut de recherche pour le développment* (IRD), representado por su Presidente Director General, Pr. Jean-Paul Moatti. La meta principal es facilitar el beneficio mutuo en el intercambio académico y la cooperación científica y tecnológica entre ambas instituciones.

Además, el *Muséum National d´Histoire Naturelle* de París (MNHN) y el Consejo, a través del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN-CONICET), celebraron un nuevo convenio marco de cooperación para impulsar acciones en el campo de la museología. El acuerdo promueve las actividades de investigación, conservación y restauración de colecciones de museos y de divulgación científica.

Asimismo, un día antes de realizarse el Foro, el presidente del Consejo mantuvo un primer encuentro con miembros de la comitiva francesa y representantes de la Université Sorbonne Paris Cité, en donde se acordó retomar la cooperación entre ambas instituciones, que se había formalizado a través de un convenio marco firmado en 2014.

El Dr. Ceccatto firmó acuerdos de cooperación científica con instituciones francesas. Foto: CONICET Fotografía.

NOTICIAS INSTITUCIONALES

"Pensando Turismo", la nueva producción audiovisual realizada por CONICET Documental

La serie fue llevada a cabo en conjunto con el Ministerio de Turismo de la Nación.

"Pensando Turismo" es una serie documental llevada a cabo en conjunto por la productora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET Documental) y el Ministerio de Turismo de la Nación. La serie comprende doce micros audiovisuales, de tres minutos cada uno, que apuntan a vincular la ciencia con el turismo a través del fomento de la investigación sobre el patrimonio natural y cultural, contribuyendo a la promoción de lugares turísticos que no son de conocimiento masivo.

Los micros están siendo filmados en distintas regiones del país entre las cuales se destacan: sitios arqueológicos en la provincia de Catamarca, un complejo astronómico en San Juan y los Esteros del Iberá en Corrientes, abordando de esta manera el turismo arqueológico, astronómico, científico, gastronómico, sustentable y redes productivas.

En el marco del turismo arqueológico se encuentra el micro dedicado al Shincal de Quimivil, ubicado en Londres, Belén, provincia de Catamarca. Se trata de un sitio arqueológico edificado entre 1471-1536, que representa la presencia inca en Argentina por tratarse de la única ciudad administrativa del Estado Inca que se emplazó en dicha provincia. A su vez, conoceremos el Parque Arqueológico Colomichicó en Varvarco, Neuquén, primer sitio arqueológico del Departamento Minas de acceso turístico. Es uno de los más importantes yacimientos de arte rupestre de la Patagonia ya que cuenta con más de ochocientos bloques con diferentes motivos.

Dentro de la oferta turismo y redes productivas, se halla la Ruta del Artesano en Tafí del Valle, donde se visita el Mercado Artesanal y los Talleres de tallado en piedra, de tejidos y el Taller de Los Suris (que hacen cerámica). En Gobernanza Mar del Plata, el Grupo Turismo y Territorio, Espacios Naturales y Culturales, de la Universidad Nacional de Mar del Plata, investiga el desarrollo y planificación turística, ya que en los últimos años analizaron la problemática ambiental en algunas localidades de la provincia de Buenos Aires, proponiendo diferentes medidas de mitigación.

El corto que aborda el turismo astronómico tiene como protagonista al Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO) en San Juan. Se trata de un instituto de servicios para la comunidad astronómica, dónde se brindan los medios para que los investigadores del país puedan realizar allí sus observaciones. Los excursionistas que lo visiten de noche pueden observar estrellas, nebulosas, planetas, conjuntos de estrellas y galaxias desde un enorme telescopio.

Tafí del Valle, Ruta del Artesano

Para los amantes del buen comer está el turismo gastronómico en Tomás Jofré, Mercedes, provincia de Buenos Aires. Allí, según cuenta la historia, en el año 1963, cuando deja de circular el tren lechero, se cierran las fábricas y la gente se queda sin trabajo. De ahí parte esta realidad del pueblo gastronómico que, en temporada alta, recibe entre cuatro mil y cinco mil personas los domingos en busca de buena gastronomía, entorno rural y tranquilidad.

El Museo de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", en la Ciudad de Buenos Aires, enmarcado en turismo científico, expone a la comunidad el nuevo conocimiento científico generado en base a investigaciones y, al mismo tiempo, puede despertar la vocación en un niño que visita la muestra, mediante una experiencia didáctica y lúdica. El corto "Enfoques sobre Turismo" explica que a partir del 2004 hubo un mayor impulso hacia el desarrollo del sector turístico, lo que motivó la creación del Centro de Investigación y Desarrollo del Turismo en la Universidad Nacional de San Martín.

El micro dedicado a ecoturismo, recorre Esteros del Iberá, en la Provincia de Corrientes, con una superficie de 1.300.000 hectáreas. Su nombre, en guaraní, significa "agua que resplandece o brilla" y constituye uno de los humedales de agua dulce más importante de nuestro país y es considerada área natural trascendental del hemisferio Sur.

La temática del turismo sustentable nos lleva a recorrer tres puntos muy distantes entre sí: Mar del Sud, Partido de General Alvarado, provincia de Buenos Aires, donde se aborda la problemática ambiental en destinos costeros; el caso Villa La Angostura, que relata la problemática de la ceniza, lo que implicó un desafío a la naturaleza en el pos-volcán; y finalmente en Jujuy, Cultivos Andino Tumbaya representan una tradición gastronómica, que tiene sus recursos turísticos como baluarte de la gastronomía típica andina.

A modo de cierre, el coordinador general de CONICET Documental, Pablo Khünert, sostuvo que "la ciencia está en cada cosa que hacemos, de ahí la importancia de trabajar articuladamente con otras instituciones y ministerios dado que nos permite vincularla con los grandes temas o actividades que realizamos; en este caso con el turismo y la cultura".

CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Con la evolución a la cabeza

Investigadores del CONICET colaboraron en la identificación de marcadores genéticos que determinan características del cabello humano.

Pelo enrulado, barbas tupidas, mucho, poco, calvicie, lacio, rubio. Son múltiples las opciones, formas y cantidades, pero ¿qué determina y a qué debemos que nuestra cabellera crezca de una manera y no de otra?

Un grupo de científicos que conforman el Consorcio para el Análisis de la Diversidad y Evolución de Latinoamérica (CANDELA) detectó dieciocho variantes genéticas estadísticamente asociadas a rasgos de pilosidad craneofacial, de las cuales diez son reportadas por primera vez. El estudio fue publicado en la prestigiosa revista *Nature Communications*.

"Uno de estos genes, por ejemplo, es el que precisa cuan ondulado será nuestro cabello, y otro la densidad de las cejas. Este hallazgo es importante porque, en primera instancia, amplía el conocimiento que tenemos sobre la distribución del cabello y pilosidad sobre la base genética de estos caracteres. Y, además refuerza la idea de que algunos procesos selectivos sucedidos hace miles de años fijaron la variación de rasgos – en términos de pilosidad – que se ven en los humanos actuales", explica Rolando González-José, investigador independiente en el Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET).

Determinadas características genéticas y morfológicas están relacionadas a procesos evolutivos que afectaron al hombre a lo largo de la historia, como la diferenciación con otros primates en los rasgos de pilosidad.

"La literatura clásica ha postulado que la pérdida de pilosidad facial y corporal responde a fuertes procesos selectivos, que tendrían que ver con una sudoración más efectiva relacionada a la postura bípeda. No obstante, también es cierto que hay una gran variación en la distribución de la pilosidad a través de poblaciones humanas. Así, por ejemplo, el cabello lacio está ausente en el África subsahariana y la mayor variación en el color del cabello se restringe a Europa occidental. Asimismo, otros rasgos, como la calvicie, tienen una distribución desigual entre sexos: sólo los varones expresan este rasgo externo", asegura.

Para realizar esta investigación se recolectaron y analizaron más de 6 mil muestras de voluntarios de cinco países latinoamericanos (Chile, Colombia, Brasil, México y Perú). Además de datos genéticos y fenotípicos, se estudiaron los porcentajes de ancestría de las personas, dada la compleja historia de mestizaje de los habitantes del continente.

"Los europeos tienen pelo lacio por la mutación de una variante genética y los asiáticos por otra. Cuando llegaron a América, se hibridaron con sus pobladores y el resultado es como mezclar una baraja. Este trabajo nos permitió descubrir variantes de otros genes directamente relacionadas con características del pelo que hasta ahora no se conocían", comenta Virginia Ramallo investigadora asistente en el CENPAT.

Este estudio tiene además potenciales aplicaciones a futuro. "Así, por ejemplo, la industria cosmética se ha enfocado clásicamente en productos que alteran la apariencia de las fibras de queratina del cabello una vez que éste ya salió del folículo, lo que afecta su forma en lacio, enrulado, etc. Nuestro trabajo aumenta el interés en explorar mecanismos que ocurren en la formación temprana del cabello, donde los genes que hemos detectado y explorado afectan el desarrollo que ocurre dentro del folículo mismo, antes de la salida del pelo", asegura González-José.

Además de las implicancias favorables para el mejor desarrollo de productos capilares, conocer los procesos genéticos que intervienen en la apariencia del cabello puede significar un valioso aporte a la justicia. "A medida que esta base de datos se vuelve cada vez más robusta, más información podremos inferir en el marco de lo que se conoce como predicción fenotípica forense", afirma Ramallo.

Europa con menos pelo

La calvicie es inherente a los varones porque se encuentra asociada a una hormona masculina, sin embargo no sucede con la misma frecuencia ni de igual manera en todas las poblaciones. Esta investigación permitió que los científicos puedan entender algunas características propias de los habitantes de nuestro continente vinculadas a la caída del cabello.

"Los voluntarios que tenían mayor ancestría americana son menos propensos a la calvicie. Sucede de manera más frecuente entre la población europea, que es más propensa a que estos receptores de andrógenos interfieran en el recambio celular y el mantenimiento del folículo capilar activo", retrata la investigadora.

Por Alejandro Cannizzaro
CENPAT-CONICET

CIENCIAS AGRARIAS

En la variedad de polinizadores está el rendimiento de cultivos

Un estudio demuestra el rol fundamental que tienen para la producción agrícola los vectores que transportan polen y la importancia de tener diversidad en los paisajes agropecuarios.

La polinización es el transporte de polen de la parte masculina –estambre- de la flor hacia la femenina –estigma-, que al depositarse sobre ella fecunda los óvulos. De este proceso surgen frutos y semillas de plantas silvestres y cultivadas. Este transporte lo realizan distintos vectores como el viento o el agua, o animales llamados polinizadores: aves, murciélagos e insectos como escarabajos, moscas, mariposas y más de 20 mil especies de abejas.

Una publicación en la prestigiosa revista *Science* demuestra que una mayor diversidad de estos polinizadores aumenta el rendimiento de distintos cultivos en pequeños y grandes campos.

"Fue un estudio que llevó, entre preparación y datos de campo, aproximadamente siete años. Se realizó en 344 campos con 33 sistemas de cultivo diferentes, en 12 países de África, Asia y Latinoamérica. Fue un esfuerzo en conjunto en los tres continentes en donde todos realizaron el mismo protocolo para estudiar de qué manera se podía aumentar la producción agrícola a través de la promoción de la biodiversidad", explica Lucas Garibaldi, autor principal del trabajo e investigador adjunto del CONICET en el Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD) de la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), donde se desempeña como su director.

Durante los últimos 50 años la producción agrícola aumentó sus rindes mediante la intensificación convencional, que se basa en un gran uso de agroquímicos y monocultivos y depende de insumos externos. Lo que se plantea en este trabajo sobre el rol de los polinizadores es utilizar técnicas de intensificación ecológica que intenten restaurar los balances ecológicos a través de la biodiversidad y, como consecuencia, depender menos de insumos externos o complementarlos. De esta manera se podría aumentar la producción sin tener los altos costos ambientales y sociales del sistema tradicional.

"Uno de los aspectos importantes de este trabajo es que demuestra que la intensificación ecológica es factible y lo es donde es más necesario. La seguridad alimentaria no sólo depende de la cantidad de comida producida. Que un productor en Estados Unidos aumente un 5 por ciento la producción de maíz no implica mayor seguridad alimentaria para una persona que vive en África. Primero porque ese maíz muchas veces es utilizado para biocombustibles y no para alimentos y segundo porque la persona que vive en África no tiene dinero para comprar alimentos en un mercado. Por lo tanto hay que trabajar localmente con la gente que lo vive a diario y aumentar las producciones en esos lugares donde se usa el mismo alimento que se produce. Es una forma de reducir la pobreza, y si hay un excedente esa misma gente lo va a vender o intercambiar", advierte el ingeniero agrónomo.

Garibaldi fue uno de los científicos encargado de entrenar a profesionales de los distintos países del mundo donde se realizaron los estudios para asegurar que las mediciones de factibilidad de la intensificación ecológica fueran las mismas. Se aplicó un protocolo en común que contiene los requerimientos para relevar distintos campos con manejos contrastantes, algunos con más intensificación ecológica que otros, y evaluar su cantidad de polinizadores y a partir de allí relacionarlos con la cantidad producida. En el proceso de medición de las toneladas que obtienen los productores por hectárea, descubrieron que existen escenarios de 'ganar-ganar' ya que más producción también implica que haya una mayor biodiversidad mientras que en la intensificación convencional más producción implica menos biodiversidad por el uso de agroquímicos para el control de plagas.

Los campos fueron seleccionados porque tenían producciones regionales relevantes que dependían en alguna medida de polinizadores como canola, arvejas, habas, melones, sandías, porotos, girasol, algodón, café, mango, alfalfa, cardamomo, tomates, manzana y frambuesas, entre otros.

La idea del trabajo fue contrastar grandes y pequeños establecimientos, y por eso se trató de tener representados aproximadamente 50 por ciento de cada uno. Los especialistas detectaron que en los campos grandes que tienen menos contacto con hábitats naturales había una menor biodiversidad, y por lo tanto no había un buen efecto de los polinizadores.

"A partir de este estudio hay un mensaje claro de que es importante promover la diversidad en los paisajes agrícolas. Esta cuestión no solamente es importante desde el punto de vista de la herencia biocultural sino también desde los aspectos económicos de la producción y de seguridad alimentaria. Los resultados son consistentes, los países deberían establecer políticas en este sentido", concluye el investigador.

Por Cecilia Leone

Trabajo paleontológico de campo en la Antártida.

Marta S Fernández
Marcelo Reguero
División Paleontología Vertebrados,
Museo de La Plata

Reptiles marinos en la Antártida

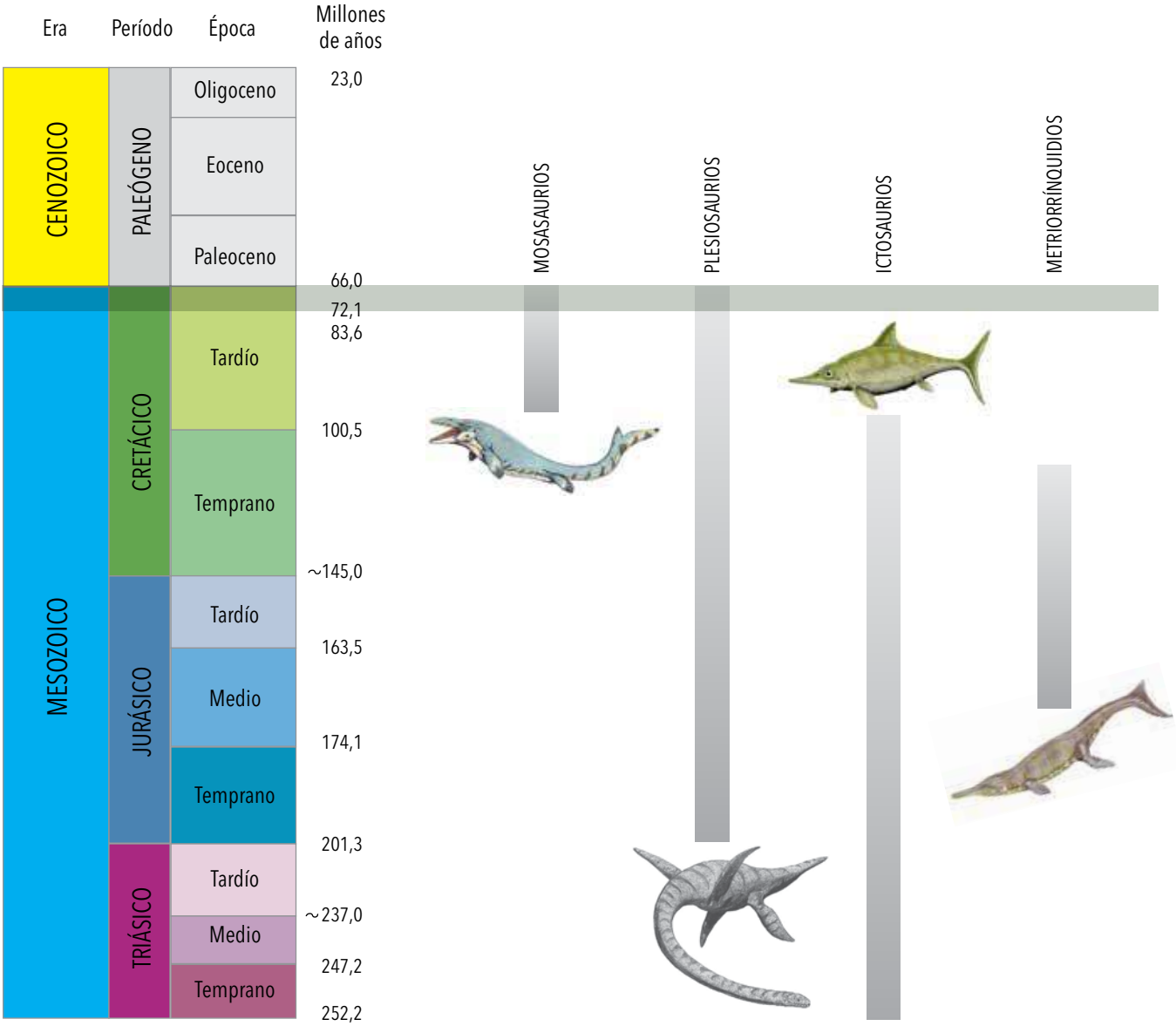
Animales que desaparecieron en la extinción masiva de especies acaecida a fines del Cretácico, hace unos 66 millones de años

La mayoría de los reptiles actuales son terrestres o de agua dulce. Hay, sin embargo, algunos reptiles marinos, es decir, que pasan la mayor parte de su ciclo de vida en el mar. Pertenecen a dos grupos: los ofidios o serpientes, de los que aproximadamente 55 especies (de más de 3500) son marinas, y las tortugas, de las cuales 8 especies (de unas 300) son marinas. Casi todos los reptiles marinos actuales pueblan aguas tropicales o subtropicales; solo unos pocos habitan aguas más frías, por ejemplo, la tortuga laúd gigante (*Dermochelys coriacea*), de hábitos buceadores, que llega en sus migraciones estivales hasta las costas de Nueva Escocia, en Canadá, a unos 44° de latitud norte.

También existen hoy reptiles a los que se califica impropiamente de marinos, que viven en las costas y entran en el mar, pero pasan la mayor parte de su tiempo en tierra o en aguas dulces. Entre estos están la iguana de las Galápagos (*Amblyrhynchus cristatus*) característica de costas rocosas, que recurre al mar para alimentarse, y el

¿DE QUÉ SE TRATA?

La Antártida no fue siempre gélida ni estuvo siempre aislada de las otras masas continentales del hemisferio sur. En una época estuvo rodeada de aguas templadas en que vivían reptiles marinos cuyos restos fósiles ayudan a reconstruir aspectos del escenario evolutivo reptiliano.



Extensión y divisiones de la era mesozoica y lapsos en que vivieron cuatro de los principales reptiles predadores marinos de entonces, según se deduce de los fósiles. La franja gris indica el período del cual provienen los fósiles de reptiles marinos investigados por los autores. Las fechas indican millones de años antes del presente.

cocodrilo marino poroso (*Crocodylus porosus*) del noreste de Australia, Nueva Guinea e Indonesia, un buen nadador que frecuentemente ingresa en el mar para capturar peces o desplazarse de una zona a otra, pero vive mayormente en lagos o zonas pantanosas.

El número escaso de reptiles en los mares de hoy contrasta fuertemente con la gran diversidad de ellos durante el Mesozoico (entre 250 y 66 millones de años antes del presente, que incluye a los períodos Triásico, Jurásico y Cretácico), la era geológica en la cual un grupo de reptiles, los dinosaurios, dominaron los continentes y otros reptiles conquistaron exitosamente los mares de todo el mundo.

Durante la era mesozoica, hubo más de una docena de linajes de reptiles que vivieron en el mar, entre los cuales los grupos más diversos, es decir, con mayor cantidad de especies, fueron los *plesiosaurios*, los *ictiosaurios*, los *mosasaurios* y las *tortugas*. Los tres primeros fueron los depredadores ubicados en la cúspide de la cadena alimentaria, que desempeñaban roles ecológicos similares a los que hoy corresponden a las orcas y los tiburones. Otro grupo destacable de depredadores marinos mesozoicos, con menor diversidad, fueron los *cocodrilos metriorrínquidos*, únicos cocodrilos completamente adaptados a la vida marina, que vivieron durante aproximadamente 60 millones de años, entre el Jurásico medio y el Cretácico temprano.

Entre las exigencias fisiológicas más importantes que el medio marino impone a los reptiles se encuentran la necesidad de volver repetidamente a la superficie para

respirar, la búsqueda de cómo regular su temperatura corporal y la de deshacerse del exceso de sales para evitar la deshidratación. Debido a que los riñones de los reptiles tienen una capacidad más limitada que la de los mamíferos para eliminar dicho exceso de sales, aparecieron otros órganos que complementan en los reptiles esa función. En las formas actuales de reptiles marinos, distintas glándulas alojadas en la cabeza (denominadas por lo general *glándulas de la sal*) funcionan a ese efecto como falsos riñones.

En el interior de algunos cráneos de reptiles marinos extintos se reconocen los moldes naturales de dichas glándulas, por ejemplo, en cocodrilos jurásicos de Neuquén y en plesiosaurios cretácicos de América del Norte, como lo explica el artículo publicado en Ciencia Hoy en 2002 indicado en las lecturas sugeridas. Dichos hallazgos nos permiten suponer que en esos tiempos todos los linajes de grandes reptiles depredadores de mar abierto habrían adquirido la capacidad de eliminar el exceso de sal por glándulas de la misma clase, una adquisición clave para lograr la exitosa conquista del mar.

Otro de los mencionados factores limitantes para la vida marina de los reptiles es la regulación de la temperatura corporal. Prácticamente ningún reptil actual, a diferencia de los mamíferos y las aves, tiene mecanismos internos que controlen la temperatura de su cuerpo, la que varía en ellos con la del medio externo. Esto explica que las formas marinas actuales de reptiles habiten fundamentalmente aguas tropicales y subtropicales, pero está la mencionada excepción de la tortuga laúd gigante, que puede mantener relativamente constante la temperatura corporal independientemente de la del agua, algo que le permite habitar mares más fríos.

El registro fósil indica que durante el Mesozoico los reptiles marinos no estaban circunscriptos a las regiones tropicales y subtropicales, sino que también habitaban aguas templadas. Forman parte de ese registro los abundantes restos de plesiosaurios y mosasaurios del Cretácico (hace aproximadamente 70 millones de años) encontrados en la Antártida, y cuyos mares habrían sido templados en esos tiempos, cuya extensión continental tenía una fisonomía muy diferente de la actual, desprovista de hielos y fragmentada en un sector oriental y otro occidental.

Recientemente, a partir de estudios paleofisiológicos, se ha sugerido que dos de los mencionados linajes de reptiles marinos mesozoicos (ictiosaurios y plesiosaurios) habrían adquirido la capacidad de mantener la temperatura corporal constante y relativamente alta (del orden de los 35°C). Los mosasaurios también podrían haber tenido esa capacidad gracias a su gran tamaño y su resultante bajo cociente superficie/volumen, lo que indica que su cuerpo estaba aislado térmicamente del medio (de ahí que se hable de su *gigantotermia*).

Esquema de la Antártida durante el Cretácico tardío, hace unos 70 millones de años. Los colores indican las diferentes masas de tierra que había entonces alrededor del Polo Sur; llevan los nombres con que los conocemos en las posiciones en que se encuentran hoy, a las que llegaron desplazadas por la deriva continental.

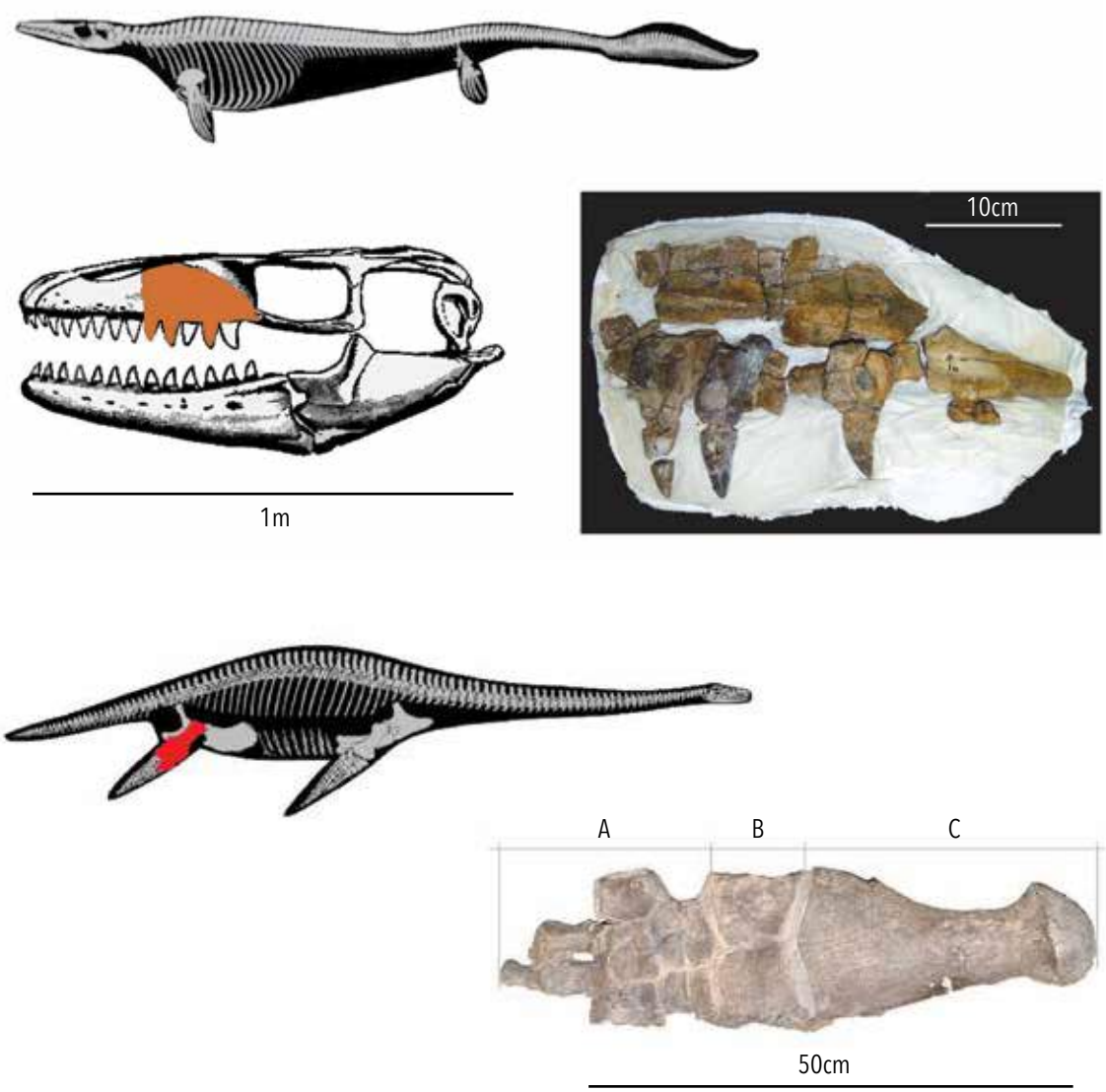
De los tres linajes de depredadores topes indicados, solo los plesiosaurios y los mosasaurios vivieron hasta fines del Cretácico y desaparecieron con la extinción masiva de especies que marca el final de ese período, en la que se produjo el ocaso de los dinosaurios con excepción de las aves, un fenómeno vívidamente presente en la imaginación popular. Hoy, la más difundida de las hipótesis elaboradas para explicar dicha extinción es el impacto de un asteroide que habría sucedido en la península de Yucatán. Para el caso de los plesiosaurios y mosasaurios, una hipótesis alternativa (o complementaria) de las anteriores sostiene que su extinción fue gradual, y que estuvo vinculada con la extensa regresión entonces acaecida de los mares que cubrían los actuales continentes (o *mares epicontinentales*), la que habría llevado a la reducción de los hábitats marinos disponibles y, por lo tanto, puesto en marcha tal extinción.

Los protagonistas: plesiosaurios y mosasaurios

Los plesiosaurios y mosasaurios no estaban estrechamente emparentados entre ellos ni con los dinosaurios. Los últimos eran reptiles continentales y, a pesar de haber sido tan diversos y exitosos, nunca invadieron el mar abierto. Los plesiosaurios tuvieron una historia evolutiva muy extensa: se conocen registros fósiles de ellos a lo largo de aproximadamente 135 millones de años, durante el Mesozoico. Eran reptiles marinos de tronco relativamente corto y rígido, con grandes placas óseas en el vientre. Su tamaño oscilaba entre unos 70cm y hasta 12m. Los huesos de sus miembros anteriores y posteriores tenían forma de paletas que usaban para nadar, algo que los hace fácilmente reconocibles entre los reptiles. Hubo plesiosaurios con cuello largo y otros con cuello corto. Entre los primeros, los *elasmosáuridos* tenían el alargamiento más extremo: se han encontrado fósiles de ejemplares de 12m de largo, cuya cabeza no superaba los 50cm, y cuyo cuello formado por 71 vértebras representaba las dos terceras partes de esa longitud.

Los mosasaurios fueron lagartos marinos que tuvieron una historia evolutiva mucho más corta que la de los plesiosaurios, pues abarca los últimos 32 millones de años del Cretácico (aproximadamente entre hace 83 y 66 millones de años). El contorno de su cuerpo era muy diferente del de los lagartos actuales. Sus brazos y patas tenían forma de aletas, y sus fuertes colas estaban comprimidas lateralmente, con una aleta al final en las formas más evolucionadas. Ello sugiere que nadaban utilizando movimientos laterales de la cola como principal propulsión. Tenían varias hileras de dientes tanto en sus muy móviles mandíbulas como en su paladar, que les daban buena capacidad de capturar y deglutir sus presas.

A pesar de su corta historia evolutiva, los mosasaurios fueron muy exitosos, diversos y abundantes, con formas



Arriba. Fósiles de huesos y dientes correspondientes a un maxilar de mosasaurio recuperados en la isla Marambio, en la Antártida. La mancha ocre indica la ubicación de esas piezas en el cráneo y la silueta superior sugiere cómo era el animal completo.

Abajo. Fósil de fémur, tibia y tarso de un plesiosaurio encontrado en la isla Marambio, en la Antártida. La mancha roja indica la ubicación de ese hueso en una aleta posterior del animal. Las letras sobre el fósil indican sus partes: A tarso, B tibia y C fémur.

Los esquemas de los animales enteros no tienen escala, porque la información disponible no permite precisar cuánto medían.

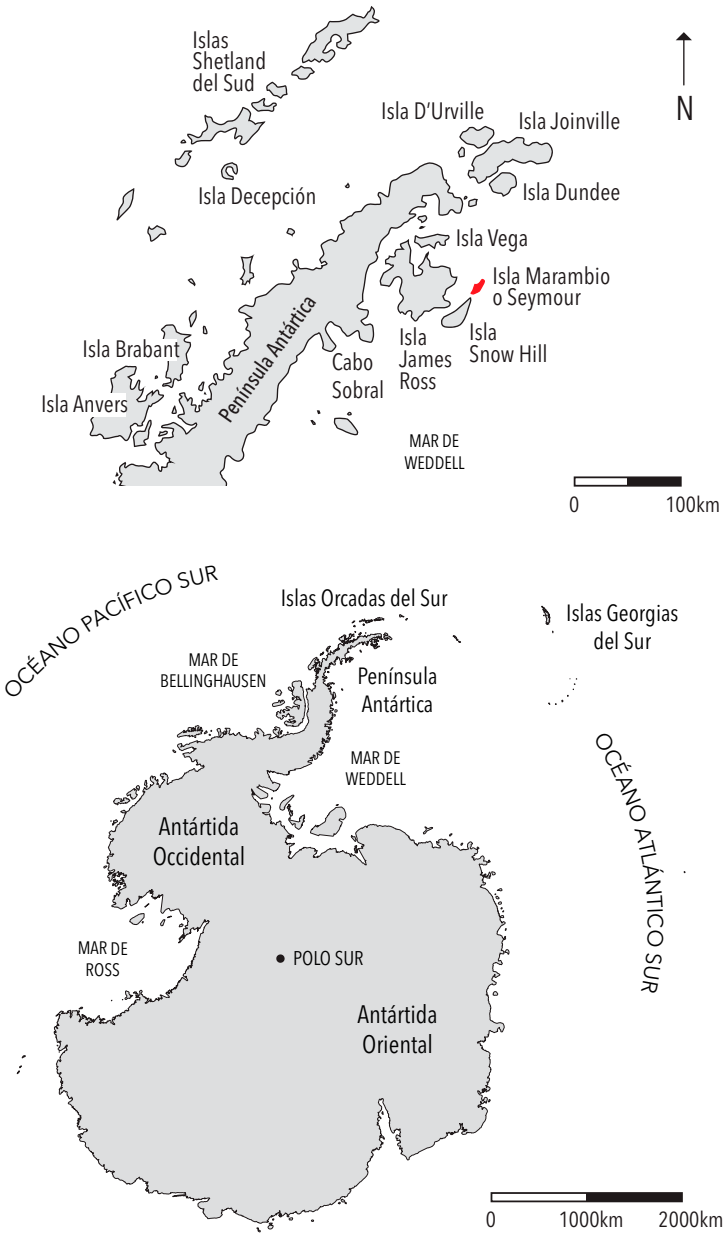
de hasta 12m de largo. A diferencia de los plesiosaurios, tenían cabezas relativamente grandes (podían superar 1m), con cuellos de no más de 7 vértebras (como prácticamente la totalidad de los mamíferos de hoy). El grupo presentaba una gran variedad de conformaciones dentarias y craneanas, lo que permite suponer que sus múltiples formas tenían gran diversidad de dietas, pues existieron mosasaurios que se alimentaban de pequeños peces, otros que consumían bivalvos y crustáceos con esqueletos externos duros, y también hubo entre ellos grandes depredadores oportunistas.

Los mosasaurios y plesiosaurios, lo mismo que otros grupos de reptiles marinos mesozoicos, eran vivíparos. Las madres retenían las crías en el interior de sus cuerpos hasta el nacimiento, lo que les permitía permanecer en el mar aun para reproducirse, lo cual, sumado a su buena capacidad para nadar, permitió su amplia distribución geográfica, como lo testimonian sus restos fósiles hallados en todos los continentes, incluyendo la Antártida.

Campañas paleontológicas en la Antártida

La instalación en una isla cercana al extremo norte de la península antártica por la Fuerza Aérea argentina, en 1969, de la base Vicecomodoro Marambio, con una latitud de 64° sur (es decir, aproximadamente 2° al norte del círculo polar), abrió para los investigadores del país la posibilidad de emprender actividades científicas en ese continente. En la década de 1970, al realizarse trabajos de relevamiento geológico vieron la luz los primeros restos de reptiles marinos encontrados en la Antártida. Desde entonces, las exploraciones paleontológicas, centradas principalmente en la isla James Ross, han sido muy prolíficas. Los fósiles encontrados allí documentan los episodios previos a uno de los períodos más críticos en la historia de la vida en nuestro planeta, como la mencionada extinción masiva de grandes linajes de reptiles, entre ellos los dinosaurios (a excepción de las aves), que fue seguida (siempre en tiempos geológicos) de la gran diversificación de los mamíferos. Durante las últimas cuatro décadas se realizaron regularmente campañas de verano en búsqueda de restos fósiles en las que participaron investigadores del Museo de La Plata y del Instituto Antártico Argentino.

Si bien las aguas antárticas de hace 70 millones de años eran más frías que aquellas en que habitan los actuales reptiles marinos, la comentada capacidad de los plesiosaurios y mosasaurios de mantener una temperatura interna relativamente alta y, por lo tanto, tener una actividad metabólica también alta les habrían permitido habitar los mares antárticos de entonces. Los fósiles de



El extremo norte de la península antártica y la ubicación de la base Marambio, y el continente antártico en la actualidad.

estos reptiles recuperados de los extensos afloramientos rocosos cretácicos en las islas Ross, Vega y Marambio dan testimonio de que eran abundantes y diversos. Se han recuperado pequeñas vértebras y otros huesos de mosasaurios y plesiosaurios que, por su tamaño y características, indican que pertenecieron a recién nacidos, lo cual permite suponer que durante el Cretácico estos reptiles marinos no solo habitaron los mares antárticos sino que también se habrían reproducido allí. Aunque con frecuencia esos fósiles son fragmentarios, tomarlos como piezas de un rompecabezas permite esbozar los escenarios evolutivos en que los plesiosaurios y mosa-

Trabajo de recuperación de fósiles en la isla Marambio.

saurios del hemisferio sur vivieron las últimas etapas de su historia.

Los más abundantes fósiles coleccionados hasta el presente corresponden a plesiosaurios. Los mosasaurios antárticos, a pesar de ser menos abundantes que los plesiosaurios, fueron muy diversos en los mares del actual continente blanco hace aproximadamente entre 83 y 66 millones de años. Se han hallado fósiles que documentan la presencia de al menos tres linajes diferentes. Uno de los mosasaurios más frecuentes recuperados de Antártida es *Prognathodon*, algunos de los cuales podrían llegar a medir entre 6 y 10m de longitud.

Las prospecciones paleontológicas de los dos últimos años en Marambio fueron muy exitosas, pues incluyeron la identificación de más de medio centenar de ejemplares de plesiosaurios y mosasaurios. Son resultados que demuestran el alto potencial fosilífero de la isla. Parte de esos ejemplares están en preparación para su estudio. Son fósiles particularmente interesantes dado que documentan el último intervalo en el que vivieron los plesiosaurios y mosasaurios, y dan cuenta de su gran diversidad y abundancia previas al tiempo de su extinción.

Aún son muchos los interrogantes que no podemos responder sobre los últimos episodios de la historia de estos monstruos marinos. Las prospecciones periódicas que se desarrollan en la Antártida nos permitirán develar algunos de estos interrogantes. Las evidencias que se reunieron hasta hoy indican que, por lo menos en el extremo más austral del planeta, no parece haber habido una disminución gradual de la abundancia de plesiosaurios y mosasaurios hacia fines del Cretácico, y que su extinción podría haber sido, al igual que la de los dinosaurios, debida a causas catastróficas. CH

Tapa. Interpretación de la vida marina hace 70 millones de años en los mares antárticos. Un mosasaurio Prognathodon *ataca a un plesiosaurio elasmosáurido juvenil. Dibujo Jorge González.*

LECTURAS SUGERIDAS

BARDET N *et al.*, 2014, 'Mesozoic marine reptile palaeobiogeography in response to drifting plates', *Gondwana Research*, 26, 3-4: 869-887. doi *10.1016/j.gr.2014.05.005*.

FERNÁNDEZ MS & GASPARINI Z, 2012, 'Campanian and Maastrichtian mosasaurs from Antarctic Peninsula and Patagonia, Argentina', *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 183, 2: 93-102.

FERNÁNDEZ MS, 2002, 'En los mares de la Araucania. Ictiosaurios jurásicos de la Patagonia', Ciencia Hoy, 71: 22-29.

NOVAS FE *et al.*, 2014, '*Lakumasaurus antarcticus*, n. gen. et sp., a new mosasaur (Reptilia, Squamata) from the Upper Cretaceous of Antarctica', *Ameghiniana*, 39, 2: 245-249.

O'GORMAN JP *et al.*, 2013, 'Postcranial morphology of Aristonectes (Plesiosauria, Elasmosauridae) from the Upper Cretaceous of Patagonia and Antarctica', *Antarctic Science*, 25, 01: 71-82.

REGUERO M *et al.*, 2013, *Late Cretaceous/Paleogene West Antarctica Terrestrial Biota and its Intercontinental Affinities*, Springer, Dordrecht.

Marta S Fernández

Doctora en ciencia naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
Investigadora principal del Conicet en el Museo de La Plata.
Profesora adjunta, FCNYM, UNLP.

Marcelo Reguero

Doctor en ciencias naturales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA
Investigador del Instituto Antártico Argentino y del Museo de La Plata.
Profesional principal del Conicet.

Alérgicos al látex

En la vida cotidiana, manejamos múltiples objetos que están fabricados con látex o con sus derivados: los guantes descartables empleados en el ámbito sanitario, en las industrias cosmética y alimentaria; chupetes, tetinas de biberones, preservativos, globos, balones, guantes domésticos, cortinas de baño, antiparras para nadar, gomas adhesivas y fibras elásticas, entre muchos otros. Así, el látex es un material ubicuo pero que también puede suponer un riesgo para las personas alérgicas a él.

En el ámbito del cuidado de la salud, las sondas, los sistemas de perfusión, las mascarillas y las gafas nasales para la administración de gases también contienen látex o sus derivados. El látex y sus derivados han jugado un papel fundamental en los procedimientos que requieren asepsia, esterilización y prevención de infecciones, sobre todo a partir de la década de 1980, cuando se incrementó el empleo de guantes de látex frente a la necesidad de evitar el contagio de enfermedades como el sida, la hepatitis B y las enfermedades de transmisión sexual en general.

El látex es un producto natural de gran complejidad, compuesto de grasas, ceras y diversas resinas gomosas, que se extrae de las denominadas células laticíferas, presentes en ciertos tipos de plantas y hongos. La mayor parte del látex comercial se extrae de un árbol, la siringa o hevea (*Hevea brasiliensis*). A pesar de que el origen de esta especie es amazónico, en la actualidad los mayores productores de látex se encuentran en el sudeste asiático. El caucho o hule es un muy importante derivado del látex, en el que se encuentra en forma de suspensión coloidal, si bien existe una variedad de caucho sintético obtenida a partir de hidrocarburos.

¿DE QUÉ SE TRATA?

El látex y sus derivados han protagonizado desarrollos tecnológicos que mejoraron enormemente nuestra vida cotidiana. En particular redujeron el contagio de enfermedades y perfeccionaron las condiciones de asepsia en diversas industrias. Sin embargo, algunas personas padecen alergia al látex.

Plantación de *Hevea brasiliensis*

La alergia al látex

La adopción masiva de los productos con látex ha dado lugar al surgimiento de una nueva patología, aún hoy no totalmente comprendida, conocida en términos generales como alergia al látex. Aunque el primer informe sobre alergia al látex fue elaborado en 1927 en Alemania, solo durante las últimas décadas esta patología fue ampliamente reconocida por la comunidad médica. Tuvo su pico hacia fines de la década del 80 y comienzos de la del 90. Durante estos años, en los Estados Unidos se reportaron numerosas reacciones anafilácticas, algunas de ellas mortales, en pacientes que utilizaban catéteres de látex. En particular, 1989 se conoció como 'el año de la epidemia de alergia al látex', en forma coincidente con el pico en el consumo de guantes. Sin embargo, aún hoy, a pesar de la experiencia ganada y de las medidas preventivas adoptadas, se siguen detectando casos de hipersensibilidad al látex o a sus derivados, algunos de los cuales revisten seriedad.

Las expresiones clínicas de la alergia al látex comprenden un amplio abanico de patologías, que dependen de la vía de contacto y del tiempo de exposición. Las vías de sensibilización más frecuentes son la piel y las mucosas, mientras que la inhalación y la vía sanguínea son otras vías posibles. El efecto sobre la piel puede actuar a través de dos vías: la irritativa y la alérgica. La primera es causada por el daño directo a la piel y genera dermatitis en todos los individuos expuestos al látex en cantidad y duración suficientes. La segunda es resultado de una reacción inflamatoria que solo desarrollan las personas previamente sensibilizadas, sea porque poseen una tendencia inmunológica a reaccionar ante estas sustancias o porque fueron sensibilizadas por exposiciones anteriores.

Extracción de látex

Además, existen múltiples reactividades cruzadas con alimentos, por lo que los pacientes alérgicos al látex frecuentemente también presentan síntomas alérgicos al comer diversas frutas (castaña, plátano, palta, kiwi). Esto se debe a que algunas de las proteínas alergénicas del látex también están presentes en esas frutas.

Los síntomas y signos que presentan las personas alérgicas al contacto con el material pueden ser localizados o generalizados. A su vez, entre el contacto y la aparición de los síntomas transcurre un período de latencia (desde minutos hasta varias horas) que será más breve cuanto más grave sea la reacción orgánica al látex. Precisamente, el tiempo transcurrido hasta la manifestación de síntomas permite clasificar las reacciones de alergia al látex en dos categorías, correspondientes a dos mecanismos inmunológicos distintos: las reacciones de hipersensibilidad *tipo I*, mediadas por anticuerpos de isotipo *IgE* (antilátex), inmunoglobulina E, y las reacciones de hipersensibilidad *tipo IV*, mediadas por células.

La primera implica una respuesta casi inmediata, con un período de latencia que oscila entre unos minutos a pocas horas. Presenta cualquiera de los síntomas ya mencionados, aunque predominan las afecciones respiratorias, intestinales y cutáneas. Este tipo de reacción intensa y generalizada (anafiláctica) puede poner en riesgo la vida de la persona. En la segunda, conocida también como 'reacción retardada', los síntomas aparecen entre las 6 y las 48 horas tras la exposición y consisten fundamentalmente en un eccema de contacto alérgico localizado en la zona de la piel en contacto con el látex.

Por su mayor frecuencia, la dermatitis irritativa asociada al contacto con objetos de látex, sobre todo con los guantes de uso doméstico, es la que reviste mayor interés. Esta reacción no está mediada por ningún mecanismo inmunológico y se ve favorecida por otros irritantes habituales de la vida cotidiana, como jabones, detergentes y alimentos de origen vegetal. Esta vía no es de tipo alérgico, pero puede favorecer la aparición de alergias *tipo IV*.

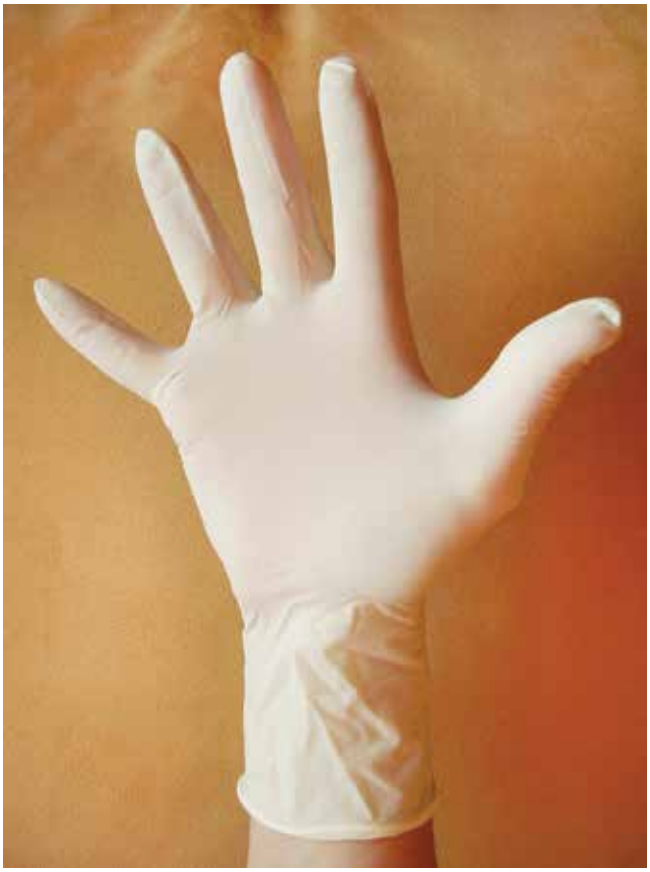
Es difícil determinar la magnitud del problema de la alergia al látex. Desde 1988 hasta el presente, en los Estados Unidos se han reportado aproximadamente mil casos de alergia o reacciones anafilácticas a productos médicos que contienen látex, pero se estima la existencia de muchos otros que no fueron reportados. En 1994, un estudio en ese mismo país reveló que el 6% de los donantes voluntarios de sangre mostraron un incremento de los niveles de anticuerpos *IgE antilátex*, aunque muchos de los donantes no exhibían síntomas de alergia.

La expresión 'alergia al látex' presenta cierta ambigüedad: la hipersensibilidad al látex ocurre cuando el sistema inmunológico reacciona en forma excesiva ante las proteínas contenidas en el látex natural. Este último contiene aproximadamente 240 compuestos, de los que unos 60 son posiblemente antigénicos, y solo 13 de ellos han podido ser identificados con precisión hasta el momento. Sin embargo, la composición antigénica del producto manufacturado puede ser muy diferente a la del látex natural, e incluir agentes alergénicos en alguno de sus aditivos (antidegradantes, aceleradores, vulcanizadores, colorantes, antiozonantes, antiinflamantes, estabilizadores). Por ello no siempre resulta claro si las manifestaciones clínicas observadas constituyen una alergia al látex o a las sustancias que se le adicionan durante su transformación industrial.

Por otra parte, las dermatitis asociadas con el uso frecuente de guantes de látex en algunas oportunidades no son responsabilidad directa del látex ni de sus derivados, sino que pueden resultar del frecuente lavado y secado de manos con jabones irritantes, abrasiones producidas al ponerse y sacarse los guantes o maceración de la piel por estar frecuentemente cubierta con una barrera impermeable.

Los grupos de riesgo

El principal grupo de riesgo es el personal sanitario, por su contacto frecuente con el látex, así como los trabajadores de las industrias del caucho, cosmética, alimentaria y electrónica que trabajan con guantes de látex. La fabricación de productos cosméticos y de alimentos debe regirse con normas que garanticen su adecuada elaboración, calidad y seguridad, lo cual implica el uso prolongado y reiterado de guantes de látex.



Guante de látex de uso médico. Wikimedia Commons

Dispositivo médico libre de látex, como se advierte en la imagen.

La mayor proporción de casos ocurre en mujeres, debido a su mayor exposición a productos de látex en el domicilio y en el envasado de productos industrializados, donde ellas predominan. Esta exposición genera una sensibilización latente que puede hacerse explícita en el contacto con elementos de látex utilizados médicamente. Otros grupos de personas en los que esta alergia tiene una mayor incidencia que en la población en general son los pacientes multiintervenidos y los individuos con historia de asma o eccema.

Aún dentro de estos grupos de mayor riesgo, el consenso general es no realizar estudios poblacionales para detectar posibles tendencias anafilácticas, ya que no hay pruebas fehacientes que certifiquen su valor predictivo, tanto positivo como negativo. No obstante, se suelen indicar estudios específicos a los pacientes que registran alergias documentadas, sospechas de reacciones anafilactoides en intervenciones previas, alergias tras ingesta de frutas o de pescado y alergia a los cosméticos o tinturas.

Algunas recomendaciones

Una encuesta reciente a un grupo de riesgo (32 estudiantes de segundo año de enfermería de la Cruz Roja Argentina) intentó determinar en qué medida se conoce y comprende esta patología. Los resultados mostraron que si bien la totalidad de los estudiantes encuestados reconoció esta patología como importante, el 50% de ellos la ignoraba completamente mientras que casi el 44% conocía 'algo' sobre ella. Un tercio de los estudiantes manifestó conocer algún caso de estas patologías entre las que predominaron dermatitis de distinto grado, y se mencionaron urticarias generalizadas e infección urinaria. En general, la discusión sobre la toxicidad del látex despertó interés en este grupo de estudiantes, no solo en términos de su propia protección sino también de la de sus futuros pacientes.

Si bien es necesario dar a conocer a la comunidad la existencia de esta patología, de ninguna manera debe soslayarse la importancia del uso guantes en la asepsia y de preservativos en la prevención de enfermedades de transmisión sexual. Por lo tanto, la mejor herramienta descansa en la prevención, que incluye acciones educativas pero también otras de corte práctico, como evitar el contacto con el látex en los pacientes sensibilizados, desarrollar materiales farmacológicos exentos de látex, elaborando listas actualizadas regularmente, desarrollar quirófanos libres de látex e incorporar la alergia al látex como una de las causas de reacciones anafilácticas intraoperatorias. CH

LECTURAS SUGERIDAS

ANDA M *et al.*, 2008, 'Alergia al látex. Manifestaciones clínicas en la población en general y reactividad cruzada con alimentos', *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26: 75-80.

CORNEJO J y CONDORÍ B, 2013, 'Sobre la toxicidad del látex', *Revista de Ciencia y Tecnología Cosmética*, 28: 111-114.

FERNADEZ OL *et al.*, 2009, 'Associação de urticária de contato e dermatite alérgica de contato à borracha', *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 84: 1-7.

HERNÁNDEZ MANTILLA N *et al.*, 2007, 'Frecuencia de alergia al látex en trabajadores del Hospital Militar Central de Bogotá, Colombia, en el año 2005', *Revista de la Facultad de Medicina*, 15: 54-60, Bogotá.

PALENCIA A *et al.*, 2003, 'Alergia al látex: presentación de un caso', *Revista Argentina de Anestesiología*, 61: 74-76.

Jorge N Cornejo

Doctor en ciencias físicas, FCEYN, UBA.
Profesor adjunto, Facultad de Ingeniería, UBA.
Profesor en la Escuela Central de Especialidades Paramédicas, Cruz Roja Argentina.
jcornej@fi.uba.ar

Blanca Condorí

Ingeniera química, Universidad Nacional de Jujuy.
Auxiliar docente, Facultad de Ingeniería, UBA.
bcondori@gmail.com

¡NUEVO NÚMERO!

CIENCIA HOY DE LOS CHICOS

¡PEDILA!

chicos@cienciahoy.org.ar

CHicosdeCienciaHoy

www.cienciahoy.org.ar

Tel-fax (011) 4961 1824 y 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