CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 24 número 142 febrero - marzo 2015
Ejemplar en la Argentina $60

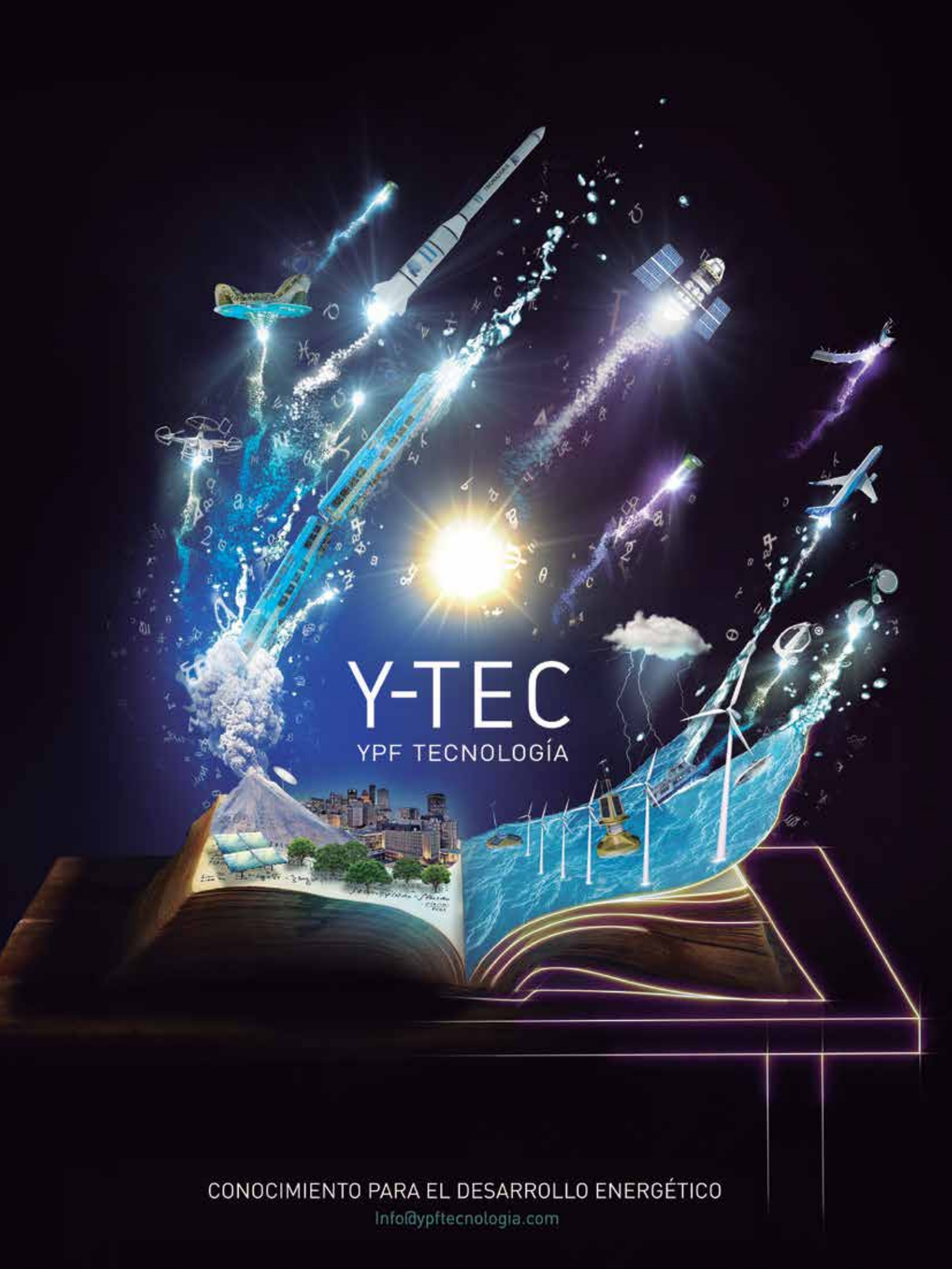
Aves migratorias

Salud pública

Soja y productividad

Fuerte Sancti Spiritus

ISSN: 0327-1218
00142
9 770327 121009


Y-TEC
YPF TECNOLOGÍA
CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO
Info@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, 5° 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 y avisadores no necesariamente refleja el pensamiento del comité editorial, ni significa el respaldo de CIENCIA HOY a opiniones o productos.

Editores responsables

Federico Coluccio Leskow
Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA-Conicet

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

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

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

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

Pablo Rodrigo Leal
Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

José X Martini
Asociación Ciencia Hoy

Paulina E Nabel
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

Pablo Enrique Penchaszadeh
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

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

Susana Villavicencio
Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, UBA

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

Administración: Adelina 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
Teléfono: (55) 21-295-4846
Fax: (55) 21-541-5342
Correo electrónico: cienciahoje@cienciahoje.org.br

Suscripciones
ARGENTINA: 6 números, $ 400
EXTRANJERO: 6 números, US$ 40 + envío

Artículos digitalizados: $15

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
N° de Registro DNDA: 5179366

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) CABA

ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

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

COMISIÓN DIRECTIVA

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

www.facebook.com/RevistaCienciaHoy

Ciencia Hoy agradece los apoyos financieros recibidos —en especial el del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y del Conicet— para la publicación de la revista. Esta se produce merced al esfuerzo desinteresado de autores y editores, ninguno de los cuales recibe —ni ha recibido en toda nuestra historia— remuneración económica. Fundada en 1988.

Sumario

Febrero - marzo 2015
Volumen 24 - Número 142

EDITORIAL

4 Dolor, solidaridad y reflexión

6 CARTAS DE LECTORES

8 GRAGEAS

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY

10 Volumen 1 Nº 3
Abril - mayo 1989

ARTÍCULO

13 El fuerte Sancti Spiritus
El primer asentamiento europeo en el actual territorio argentino

Fabián Letieri, Gabriel Cocco, Guillermo Frittegotto e Iban Sánchez Pinto

En 1527 una expedición española comandada por Sebastián Gaboto remontó el Paraná y estableció el primer asentamiento europeo en la cuenca del Plata, en la desembocadura del río Carcarañá en el Coronda, unos 50km al norte de la actual ciudad de Rosario. Recibió el nombre de fuerte Sancti Spiritus. Dos años después fue destruido por los indígenas. Hoy el sitio está siendo investigado por arqueólogos que procuran contrastar lo que encuentran con crónicas de época.

19 ARTÍCULO

Las aves migratorias de América del sur
Nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento

Artículo preparado por integrantes de la Red Aves Internacionales

Es bien conocido que muchas especies de aves tienen hábitos migratorios: hacen sus nidos y crían sus pichones en verano en un sitio, que abandonan hacia el otoño para pasar el invierno en lugar más favorable, y regresar en la siguiente primavera para un nuevo ciclo reproductivo. En algunos casos, esos viajes anuales recorren literalmente miles de kilómetros, desde un hemisferio al otro. Otras especies se desplazan mucho menos, y las hay que solo mudan de altura en lugares de montaña. En estos momentos, con instrumental moderno, se está obteniendo información confiable sobre el comportamiento migratorio de algunas especies sudamericanas.

ESPACIO INSTITUCIONAL

26 CONICET dialoga

CIENCIA Y SOCIEDAD

30 La salud pública, una cuestión de todos

Mario Rovere

La salud pública va más allá de la medicina. Es el resultado de la manera en que interactúan la constitución biológica de cada persona con las circunstancias socioeconómicas y ambientales de la sociedad. Así, la salud de la población está fuertemente influida por modificaciones de esas circunstancias, con la consecuencia de que se puede hacer mucho por ella con iniciativas de desarrollo social, vivienda, ambiente, buena distribución del ingreso y otras. También es crucial la forma de organizar los servicios de salud.

ARTÍCULO

35 Sojización y productividad de los suelos pampeanos

Roberto Álvarez, Gonzalo Berhongaray, Josefina De Paepe, María Rosa Mendoza, Haydée Steinbach, Constanza Caride, Rodolfo Cantet y Carina Álvarez

La producción agrícola sustentada en los suelos pampeanos se ha multiplicado durante las últimas décadas gracias a desarrollos tecnológicos diversos. No obstante, el impacto de estos desarrollos sobre la integridad de los suelos de la región es aún materia de debate.

EL PASADO EN IMÁGENES

42 Los puertos de otrora

José X Martini

En todos los tiempos, los puertos estuvieron entre las grandes obras de ingeniería de la época. Y en todas las culturas asentadas sobre cursos o cuerpos de agua, el transporte acuático desempeñó un papel destacado. No fue distinto lo sucedido en el actual territorio argentino, primero con el uso de los ríos del Litoral por los pueblos precolombinos, luego con la llegada de los españoles, el naciente comercio internacional da la primera mitad del siglo XIX y, sobre todo, con las importantes construcciones portuarias de los finales de esa centuria e inicios de la siguiente.

ARTÍCULO

52 **Combinación de sabores**

Juan Pablo FC Rossi

Cuando cocinamos, modificamos los alimentos mediante ciertas reacciones químicas que conducen a la generación de una enorme variedad de sustancias responsables de los aromas y sabores que disfrutamos a diario. La reacción de Maillard ocurre cuando los azúcares se combinan con otras moléculas, como las proteínas y ciertos lípidos, y dan como resultado una multiplicidad de compuestos químicos. Además de participar en variados procesos culinarios, esta reacción se lleva a cabo espontáneamente en el organismo durante el envejecimiento y el desarrollo de ciertas enfermedades.

CIENCIA EN EL AULA

56 **Aprender haciendo ciencia**
Una experiencia inspiradora

Alejandro Vena y Águeda Caro Petersen

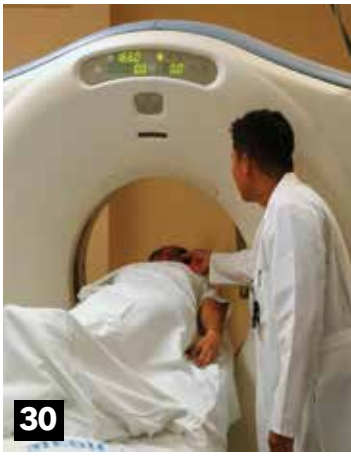
Un proyecto en conjunto entre científicos y estudiantes de una escuela secundaria con el objetivo de generar una colección osteológica y un atlas fotográfico digital de fauna nativa y exótica de la región de Necochea. Esta novedosa experiencia pedagógica facilitó que los alumnos adquirieran conocimiento científico y así construyeran su propio entendimiento.

CIENCIA Y SOCIEDAD

61 **Los sentidos, el cerebro y el sabor de la comida**

Mariana Koppmann

El sabor de la comida viene determinado en primer lugar por el olfato y el gusto, pero la vista y hasta el oído contribuyen a que ese sabor tenga determinadas características o connotaciones. Todas las percepciones de los sentidos llegan al cerebro, donde adquieren significado para nosotros.



Tapa: primer plano de un churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), vistosa ave migratoria americana. Foto Carlos Alberto Jaramillo Jacobo / IBC.com

Dolor, solidaridad y reflexión

El atentado terrorista cometido contra la redacción de la revista francesa *Charlie Hebdo*, sucedido en el momento de preparar la edición del presente número, nos lleva a sumar nuestra voz a los multitudinarios gestos de solidaridad con las víctimas y de rechazo de los motivos que condujeron a esa aberración, así como de repudio del propio acto criminal. Nos lleva también a recordar que Ciencia Hoy defiende la libertad de expresión como uno de los principios irrenunciables de una sociedad libre y democrática, como la base de un responsable periodismo independiente, y como una necesidad para explicar el cometido de la ciencia en la comprensión de la realidad.

Igual que lo hemos manifestado en diversos editoriales precedentes, en que comentamos acontecimientos de diverso tipo que acapararon la atención pública, creemos que ante ellos la responsabilidad profesional del mundo académico es arrojar luz sobre la índole, el significado y las consecuencias de los hechos, y sugerir líneas de acción individual y colectiva para enfrentarlos.

A poco que se reflexione sobre la atrocidad cometida en París, se advierten muchas facetas que podrían ser analizadas, de las que solo comentaremos algunas, entre ellas determinadas repercusiones sociales y políticas muy negativas del delito comentado. Por ejemplo, se advierte una creciente tendencia a considerar indiscriminadamente criminales a los integrantes de los grupos étnicos y de los sectores sociales a que pertenecían los perpetradores de la matanza, y a las entidades (en especial las religiosas) de esos sectores. De extenderse esa actitud, una parte significativa de la población europea caería víctima de discriminación por el solo hecho de que sus miembros son inmigrantes de primera o segunda generación de determinadas regiones (entre otras, el norte de África, el cercano Oriente, Turquía o Pakistán, según el lugar de Europa), o son de religión musulmana, o integran grupos sociales más desfavorecidos, que viven en las peores condiciones relativas. Y la invocación del Islam por los causantes de la tragedia y por organizaciones terroristas de países árabes llevó a un creciente y también indiscriminado rechazo de este. La reacción fue adquiriendo connotaciones del racismo que en momentos contaminó gravemente a la sociedad europea y que en estas circunstancias parece querer resucitar de un estado de latencia.

Pero en el otro plato de la balanza, una parte sustancial de la opinión pública y de las dirigencias sociales y políticas, que alzó con fuerza su voz condenatoria de hechos tan aberrantes, enfatizó la necesidad de ejercer la tolerancia en sociedades que se han hecho multiculturales. El ejercicio de esa tolerancia, sin embargo, encuentra dificultades muy concretas sobre cuya solución existe importante desacuerdo. Mientras unos consideran las mordaces caricaturas de *Charlie Hebdo* una legítima manifestación de la libertad de expresión, otros sostienen que, por su carácter ofensivo para un sector de la población, deberían ser punibles por la ley, como en Francia lo son la difamación y la injuria, delitos tipificados por la legislación penal.

Tampoco se puede ignorar, en un análisis desapasionado, que las multitudinarias manifestaciones de apoyo al semanario realizadas en Europa encontraron su contraparte en no menos multitudinarias manifestaciones de rechazo de la publicación que tuvieron lugar en los países islámicos, en especial después de la aparición del primer número posterior a la masacre, que incluyó una caricatura de Mahoma en la tapa. En estas segundas manifestaciones la idea rectora, como la expresó un participante, fue que si nadie tiene el derecho de matar, tampoco lo tiene de humillar a millones de personas.

Esto lleva a pensar que el marco en el cual ejercer concretamente la tolerancia y la libertad de expresión en el actual mundo globalizado merece un cuidadoso análisis, que no es fácil de emprender porque lo dificultan diversas facetas del contexto presente, entre ellas la mencionada actitud condenatoria del Islam, algo difícilmente avalado por la milenaria tradición religiosa y social musulmana, que llevó a un autor citado en las lecturas sugeridas a hablar de la civilización islámico-cristiana para referirse a Occidente.

Otra de las menos afortunadas de dichas facetas es la historia de las relaciones conflictivas de Occidente con los países del cercano y medio Oriente, que se remonta a muchos siglos. Dichas relaciones resultaron de factores singularmente complejos, que incluyen en los segundos los conflictos entre chiitas y sunitas, o entre partidos políticos liberales e islámicos y la irresoluta cuestión de Palestina; y, en las democracias occidentales, las discrepancias políticas internas y las

luchas por el poder, lo mismo que los conflictos entre naciones (como la tradicional oposición entre Francia y la alianza británico-estadounidense). En adición están los intereses económicos, en primera línea los relacionados con el petróleo, pero también con la industria de los armamentos o las finanzas.

Todas estas dificultades inclinan al público y a los medios –del país y tendencia política que fueren– a interpretar con una visión maniquea, sin gradaciones de grises, no solo los actos terroristas (que ciertamente no tienen matices) sino, también, las sociedades y las culturas, tanto de un bando como del otro. Cuando el presidente francés proclamó la defensa de los principios republicanos de Francia contra la barbarie, muchos ciudadanos entendieron que la segunda se refería a la ideología, la religión y la cultura del Islam, y no exclusivamente a los atentados criminales. Lo mismo sucedió (en sentido inverso) en las naciones islámicas. Y todos tienden a sacar la conclusión de que la cultura propia es la civilización y la otra la barbarie. Al mismo tiempo, en todo el espectro ideológico proliferan los fundamentalismos (incluidas sus ramas violentas), se deteriora el diálogo, se entorpece la cooperación y la opinión pública gravita hacia posiciones extremas.

Malek Chebel, antropólogo de las religiones nacido en Argelia, residente en Francia, creador del concepto 'Islam de las luces' y uno de los más esclarecidos defensores de una modernización de la cultura islámica, manifestó que toda caricatura es admisible, salvo que profane. Comentó en una reciente entrevista: *la sátira es aceptable cuando existe el talento. Si este falta, se termina en la estupidez y la maldad* (Alessandra Bianchi, 'Non è l'Islam il problema', *L'Espresso*, 29 de enero de 2015, p. 38).

La historia de la antropología podría indicar una salida de esta aparente *impasse*. Esa disciplina empezó analizando todas las culturas con el cartabón de los valores occidentales, considerados valores universales, pero con el tiempo aprendió a estudiarlas en el marco de los valores de cada una, para entender y apreciar visiones distintas del mundo, de las relaciones sociales y de la conducta humana. Aclaremos acá que la actitud de relativismo analítico, que nos parece imprescindible en estos momentos para entender las causas de conductas individuales y colectivas que nos rechazan, no se extiende al relativismo moral: que entendamos por qué ciertas sociedades practican el infanticidio no nos hace cambiar de opinión moral negativa sobre esa costumbre.

De lo expuesto podemos concluir que, entre otras, dos líneas de reflexión académica nos parecen necesarias en este momento. La primera es sobre los límites de la libertad de expresión, que existen en casi todos los países que adhieren a ella pero son objeto de controversia entre quienes procuran eliminarlos y quienes buscan incrementarlos. ¿Hay legítimos fundamentos que los justifiquen? ¿Hay situaciones prácticas inevitables que los aconsejen?

La segunda se refiere al concepto de tolerancia, que data de momentos en que grupos minoritarios se establecían en sociedades cuya cultura era distinta de la suya. Se los toleraba con la implícita esperanza de que se asimilaran o, por lo menos, que vivieran su vida calladamente y mantuvieran sus valores en la esfera privada o dentro de los límites de su grupo. Pero sucede que actualmente en muchos países esos grupos no son tan minoritarios y pretenden, no que se tolere su presencia, sino tener participación plena e igualitaria en la sociedad, e incluso compartir el poder, lo que está enteramente de acuerdo con el concepto de sociedad democrática, pero hay casos en que también buscan mantener sus costumbres, aunque sean rechazadas por los demás y algunas sean consideradas delictivas.

Hoy muchos países se encuentran de facto con una realidad que no existió en el pasado: la sociedad multicultural. Se puede suponer que en relativamente poco tiempo habrá llegado a casi todos los países. Por lo que se está apreciando, el concepto de tolerancia no proporciona suficiente orientación para manejarse en situaciones de conflicto de valores, sobre todo si los desacuerdos alcanzan las bases mismas del ordenamiento social, como el derecho islámico (la *sharía*) versus el derecho occidental, o la democracia como forma de gobierno. ¿Cuáles son los nuevos criterios a aplicar en reemplazo del de tolerancia? En otras palabras, ¿cómo manejar el conflicto de culturas que se afianza en el mundo? CH

LECTURAS SUGERIDAS

CHEBEL M & SOLEMNE M de, 2003, *Islam et libre-arbitre. La tentation de l'insolence,* Dervy, París.

GRIMSON A, **MERENSON S** y **NOEL G** (eds.), 2011, *Antropología ahora. Debates sobre la alteridad*, Siglo XXI, Buenos Aires.

KOENIG M & **GUCHTENEIRE M** (eds.), 2007, *Democracy and Human Rights in Multicultural Societies*, Unesco, París.

MATHEWS B, 2004, *The case for Islamo-Christian civilization*, Columbia University Press, Nueva York.

TESSLER M, 2002, 'Islam and Democracy in the Middle East: The Impact of Religious Orientations on Attitudes toward Democracy in Four Arab Countries', *Comparative Politics*, 34, 3: 337-354.

Cartas de lectores

Fotos del número 141

No bien estuvo impreso el número 141 de Ciencia Hoy advertimos una errata: omitimos indicar las referencias de las fotografías que aparecieron en la tapa y en la página 24, que reproducimos acá completas. Y no mucho después, varios lectores nos escribieron preguntándonos por ellas. Nos disculpamos por la omisión y aprovechamos la oportunidad para hacer sobre ambas interesantes fotografías un comentario más amplio que la simple referencia. Digamos ante todo que las elegimos para ilustrar la diversidad étnica de la población bonaerense en la segunda mitad del siglo XIX, como parte de un artículo sobre africanos y sus descendientes en la Argentina, pero hay varias cosas más que se puede decir sobre ellas, relacionadas con la historia de la fotografía en el país.

La foto de tapa data de alrededor de 1866. Fue tomada por Esteban Gonnet (1830-1868), un francés que trabajó extensamente como agrimensor en Buenos Aires entre 1859 y su fallecimiento. Se puede suponer que usaba la fotografía como instrumento auxiliar de su actividad, pero además, complementariamente, vendía en pequeña escala fotos de varias maneras, por ejemplo en álbumes o para que sirvieran como base de litografías que salían en los periódicos locales, entonces de circulación reducida. Por sus andanzas como agrimensor, Gonnet tenía familiaridad con el medio rural y su gente, y fue el primero en fotografiar sistemáticamente escenas de yerra, carneada, arreos, juego de taba, asados, mateadas y otras, como parte de algo que con el tiempo se llamó el *género costumbrista*, en el que predominaban los retratos de tipos y costumbres populares.

Esa clase de fotos estaba principalmente dirigida a personas que desconocían el medio, por ejemplo, los miembros de la colonia de extranjeros que el propio Gonnet integraba. Las escenas no tenían nada de espontáneo: estaban preparadas con todo cuidado en materia de poses, vestimenta y ambientes de fondo (que a menudo no eran exteriores sino de estudio), y compuestas con criterio didáctico. Relataban una historia con mucho de ficción, teñida de pintoresquismo y hasta de exotismo para los ojos europeos tanto de los fotógrafos como de sus clientes. Así, se advierte en la foto comentada que cada personaje

Foto de tapa del número 141 de Ciencia Hoy. Dos gauchos tomando mate. Foto de Esteban Gonnet, ca. 1866. Publicada en *Buenos Aires ciudad y campaña. Fotografías de Esteban Gonnet, Benito Panunzi y otros 1860-1870*, Ediciones de la Fundación Antorchas, 2000.

Foto de la página 24 del número 141 de Ciencia Hoy. Vendedor ambulante de pescado en el bajo de la ciudad de Buenos Aires. Foto de HG Olds, ca. 1901. Publicada en JX Martini (ed.), *Un norteamericano retrata la Argentina. Fotografías de HG Olds 1900-1943*, Ediciones de la Antorcha, Buenos Aires, 2011.

tiene un mate: uno muestra cómo se ceba, el otro cómo se sorbe la bebida. Se puede también pensar que la elección de un paisano con rasgos criollos y otro con fisionomía africana no fue casual, sino que tuvo por propósito señalar la existencia de más de un tipo de gaucho.

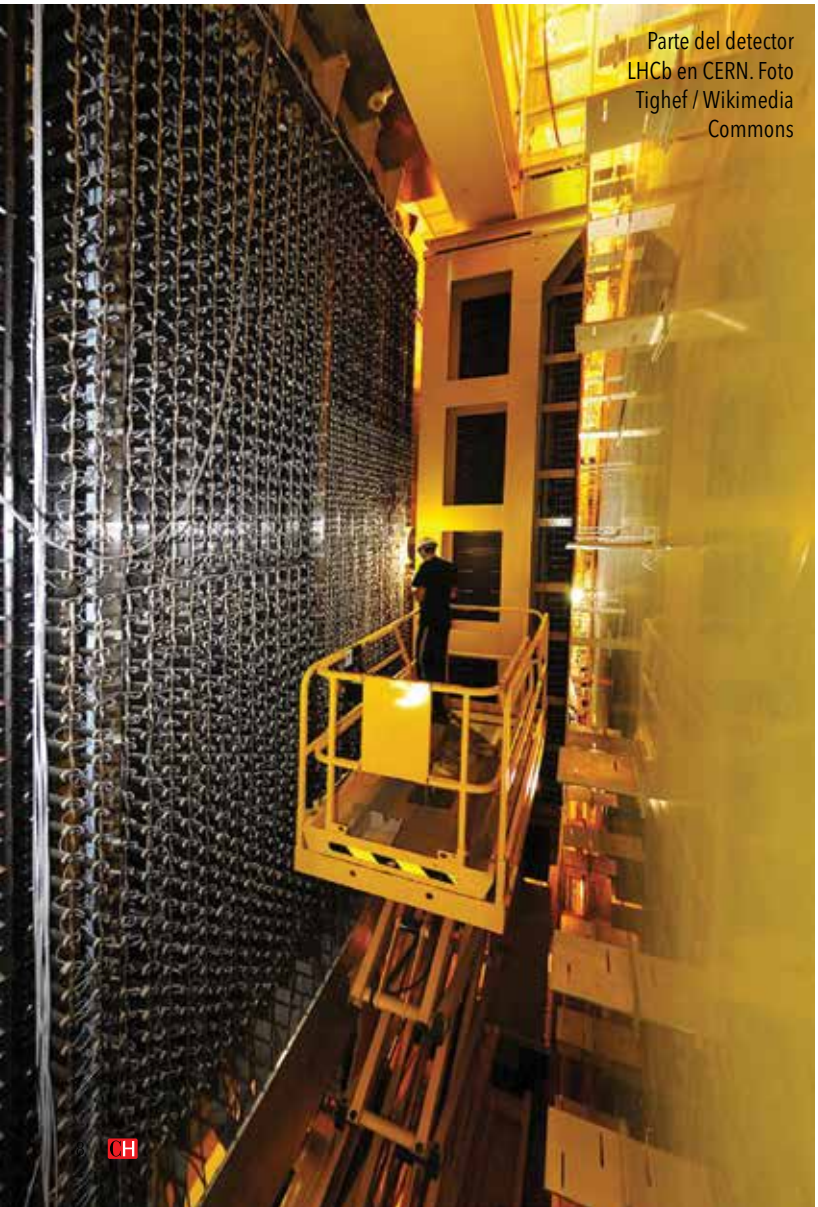
La foto de la página 24 fue tomada hacia 1901 por Harry Grant Olds (1869-1943), un fotógrafo profesional norteamericano establecido en Buenos Aires en 1900, *hombre de baja estatura, hábil comerciante, muy bebedor y de pésimo carácter*, según uno de sus colaboradores. Se presentaba como fotógrafo comercial, es decir, no hacía retratos de clientes individuales (no tenía estudio con galería de pose), sino que trataba con clientes institucionales, por ejemplo, empresas comerciales que le encargaban álbumes para promoción (entre ellas La Martona y la casa Drysdale), impresores de postales, periódicos como *La Ilustración Sudamericana* o entidades como la Sociedad Rural Argentina, de la que fue fotógrafo oficial por años.

En la producción fotográfica de Olds también abundan tipos y costumbres populares, pero las imágenes, impresas mecánicamente para su difusión masiva por conductos como la prensa de amplia circulación y las postales, iban destinadas a un público más amplio que las de Gonnet, en una sociedad que en los casi cuarenta años que separan las dos fotos aquí reproducidas se había vuelto marcadamente cosmopolita. Si bien el concepto orientador de las fotos de Olds seguía siendo costumbrista, carecía del empeño didáctico por relatar una ficción pintoresquista y exótica que se advierte en su antecesor. Procuraba documentar la realidad de la vida cotidiana con una visión que se aproxima a la actual fotografía de reportaje. Pero sus escenas de gente retratada en su ambiente, en su vestimenta habitual y en poses relativamente espontáneas también fueron deliberadamente preparadas: los historiadores de la fotografía no dudan en afirmar que la familia detrás del pescadero está allí por decisión del fotógrafo, para dar más interés y variedad al cuadro de costumbres.

Este texto fue redactado con el asesoramiento de Luis Priamo y Abel Alexander.

Partículas con belleza

En noviembre de 2014 el grupo de científicos del CERN trabajando en uno de los cuatro experimentos permanentes del Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés), el LHCb, informó la observación de dos nuevas partículas, clasificadas como *bariones con belleza*. Ahora bien, toda la materia con masa conocida en el universo está compuesta principalmente por electrones, protones y neutrones. Los electrones son partículas indivisibles, mientras que los protones y neutrones están compuestos de otras aun más pequeñas, que se consideran hoy en día indivisibles, denominadas *quarks*. Los protones y neutrones se componen de tres quarks y a este tipo de objetos se los conoce como bariones. Los quarks que se encuentran en la materia son ligeros y de dos tipos, *up* y *down*. Sin embargo, existen otros cuatro tipos de quarks, más pesados que los mencionados, a los cuales nos referimos como *strange*, *charm*, *beauty* (o *bottom*, cinco veces más pesado que un protón) y *top* (cerca de 170 veces el peso de un protón), con la característica de que no se encuentran libremente en el universo sino que son solamente producidos en los laboratorios de colisión de partículas. En física de partículas se dice que los nombres que tienen los quarks determinan su sabor y en ocasiones llegamos a hablar de *física del sabor*, para referirnos a la física de los quarks. El estudio de estos nos da una visión de cómo era el universo en sus etapas tempranas y mejoran el conocimiento y la descripción que tenemos de este y de su evolución.



Parte del detector LHCb en CERN. Foto Tighef / Wikimedia Commons

El hallazgo del experimento LHCb corresponde a partículas compuestas de tres quarks, donde uno de estos es un quark *beauty* o belleza, es decir bariones con belleza. Otro de los quarks dentro de estos bariones es un quark *strange* o extraño, que tampoco es usual en la naturaleza y de ahí su nombre. Existen teorías que sugieren que los quarks se deben organizar de una u otra manera para formar objetos (materia), pero muchos de estas organizaciones no se han visto o están muy poco estudiadas. El hecho de que este tipo de partículas se puedan crear, aunque sea por muy breves instantes, sugiere que quarks livianos se adhieren al quark *beauty* por medio de interacciones fuertes, las cuales constituyen uno de los cuatro tipos de fuerzas fundamentales de la naturaleza y son las encargadas de mantener toda la materia unida. El estudio de las interacciones fuertes es complicado y generalmente su descripción se sale de los métodos usuales utilizados en mecánica cuántica, cosa que no ocurre con otro tipo de interacciones, y de ahí la importancia del descubrimiento del experimento LHCb, ya que la observación de estos bariones con belleza aporta algo más de claridad al entendimiento de las leyes fundamentales de la naturaleza.

Más información en *http://press.web.cern.ch/press-releases/2014/11/cern-makes-public-first-data-lhc-experiments*

Diego Milanes
damilanesc@unal.edu.co

La diversidad como problema

Los lobos marinos de la Antártida (*Arctocephalus gazella*) estuvieron al borde de la extinción debido a la caza indiscriminada. Si bien en el último siglo la población ha crecido, aún se enfrentan con los problemas de haber sufrido una disminución tan grande en el número de individuos, lo que se traduce en escasa variabilidad genética. Para estudiar estas poblaciones los biólogos utilizan datos biométricos de las hembras reproductoras, tasas de natalidad y perfiles de ADN de cientos de ejemplares. También registran la dieta alimentaria y las condiciones climáticas suministradas por satélites, lo que les permite obtener abundante información cuantitativa sobre las poblaciones. Por ejemplo, comparando con los últimos veinte años, advirtieron que las hembras nacen en la actualidad con menos peso, tienen su primer cachorro a una edad más avanzada y sólo las más fuertes pueden engendrar más de una cría.

Del análisis de estos datos se puede extraer valiosa información sobre la variabilidad genética y su asociación con los cambios ambientales. Una medida de esta variabilidad es el índice de *heterocigosidad* de un individuo. Los mamíferos somos diploides, es decir que la información genética aparece en dos juegos de cromosomas aportados uno por el padre y el otro por la madre. En algunos puntos el ADN de los progenitores será distinto. Cuanto más diferentes sea el ADN de los padres, mayor *heterocigosis* tendrá un individuo. Esta característica ha recibido considerable atención como un predictor de la capacidad de una especie para crear nuevas generaciones y adaptarse a un ambiente cambiante. En un sentido darwiniano, tienen más éxito reproductivo (o, lo que es lo mismo, más posibilidades de sobrevivir y de reproducirse) aquellos individuos con mayor *heterocigosis*.

Un hecho sin precedentes se ha registrado en las colonias de lobos marinos del Atlántico Sur: por más de dos décadas, la selección natural ha llevado a las poblaciones de estas geografías a adquirir altos niveles de heterocigosidad. Los individuos que fueron sobreviviendo hasta hoy a los cambios climáticos tienen esa particularidad. Solo los más diversos genéticamente, que están en mejor forma y son más fuertes, son capaces de sobrevivir a las variaciones en el ambiente. Pero no pueden pasar esta habilidad a su descendencia ya que la heterocigosidad no se hereda: progenitores con alta heterocigosis pueden ser genéticamente muy similares y engendrar crías con baja heterocigosis incapaces de enfrentar condiciones adversas. Esto es lo que parece estar reduciendo el tamaño de las poblaciones de estos lobos marinos antárticos frente a los cambios ambientales.

Más información en Forcada J & Hoffman JI, 2014, 'Fur seals signal their own decline', *Nature*, 511:462-465.

Julio Gervasoni
jgervasoni@dc.uba.ar

Lobos marinos antárticos. www.flickr.com/Liam Quinn

HACE 25 AÑOS en CIENCIA HOY

SOBRE MACHOS Y HEMBRAS

ALBERTO J SOLARI

Estudios detallados de los cromosomas permiten llegar a la sorprendente conclusión de que las diferencias entre machos y hembras residen solamente en dos genes. También en nuestro país se realizan investigaciones genéticas de esta naturaleza.

¿SE ENFRÍA O SE CALIENTA LA FUSIÓN FRÍA?

ROBERTO J FERNÁNDEZ PRINI - ERNESTO E MAQUEDA

En marzo del presente año se tuvo conocimiento de experimentos que parecían significar avances decisivos para el logro de la fusión nuclear controlada. Hoy en día, sin embargo, los científicos han adoptado una actitud más cautelosa, pues los resultados anunciados no parecen ser concluyentes.

Después de veinticinco años y una gran cantidad de ensayos experimentales llevados a cabo por muchos científicos de reconocido prestigio, la comunidad internacional está convencida de que los anuncios originales no tienen base sólida que los avale. Prácticamente todos los experimentos destinados a verificar la presencia de fusión nuclear controlada a temperatura ambiente fracasaron. El mecanismo propuesto está, en 2015, totalmente desacreditado.

DIÁLOGO ENTRE CIENTÍFICOS ARGENTINOS

La creación del Foro de Sociedades Científicas Argentinas intenta proporcionar un ámbito adecuado para la discusión y el análisis interdisciplinario de la problemática científica y tecnológica del país.

COSMOLOGÍA: ¿ES METAFÍSICA LA INFLACIÓN COSMOLÓGICA?

ANÍBAL GATTONE

La llamada teoría inflacionaria del universo goza de razonable aceptación entre los cosmólogos. Sin embargo, algunos físicos sostienen que la índole de los problemas que trata de resolver son, por su propia naturaleza, metafísicos.

En los 25 años que transcurrieron la cosmología creció mucho como ciencia experimental. El avance más notable fue el descubrimiento, en 1998, que el universo acelera su expansión. Además, se enviaron tres sondas al espacio para medir la radiación cósmica de fondo (COBE, WMAP y PLANCK), el resabio más antiguo que nos permite aprender cosas acerca del Big Bang, el modelo cosmológico más aceptado. Los resultados obtenidos de sus mediciones no han descartado la hipótesis inflacionaria, que hace predicciones claras que afectarían estas mediciones. La ausencia de pruebas en contra no significa, sin embargo, confirmación.

BRAUN MENÉNDEZ: NOS FALTA POR TODAS PARTES

MARCELINO CEREIJIDO

Hace treinta años fallecía Eduardo Braun Menéndez, protagonista y maestro de la fisiología argentina. La semblanza que de él traza un discípulo le permite afirmar que, hoy, Braun Menéndez nos falta por todas partes.

A 56 años de su muerte, reconforta saber que su legado sigue en pie y, aunque con mucho por mejorar, la Argentina tiene un sistema científico robusto y en expansión. Lo mejor es que tiene muchos Braun Menéndez inspirando y contagiando pasión en las aulas y los laboratorios.

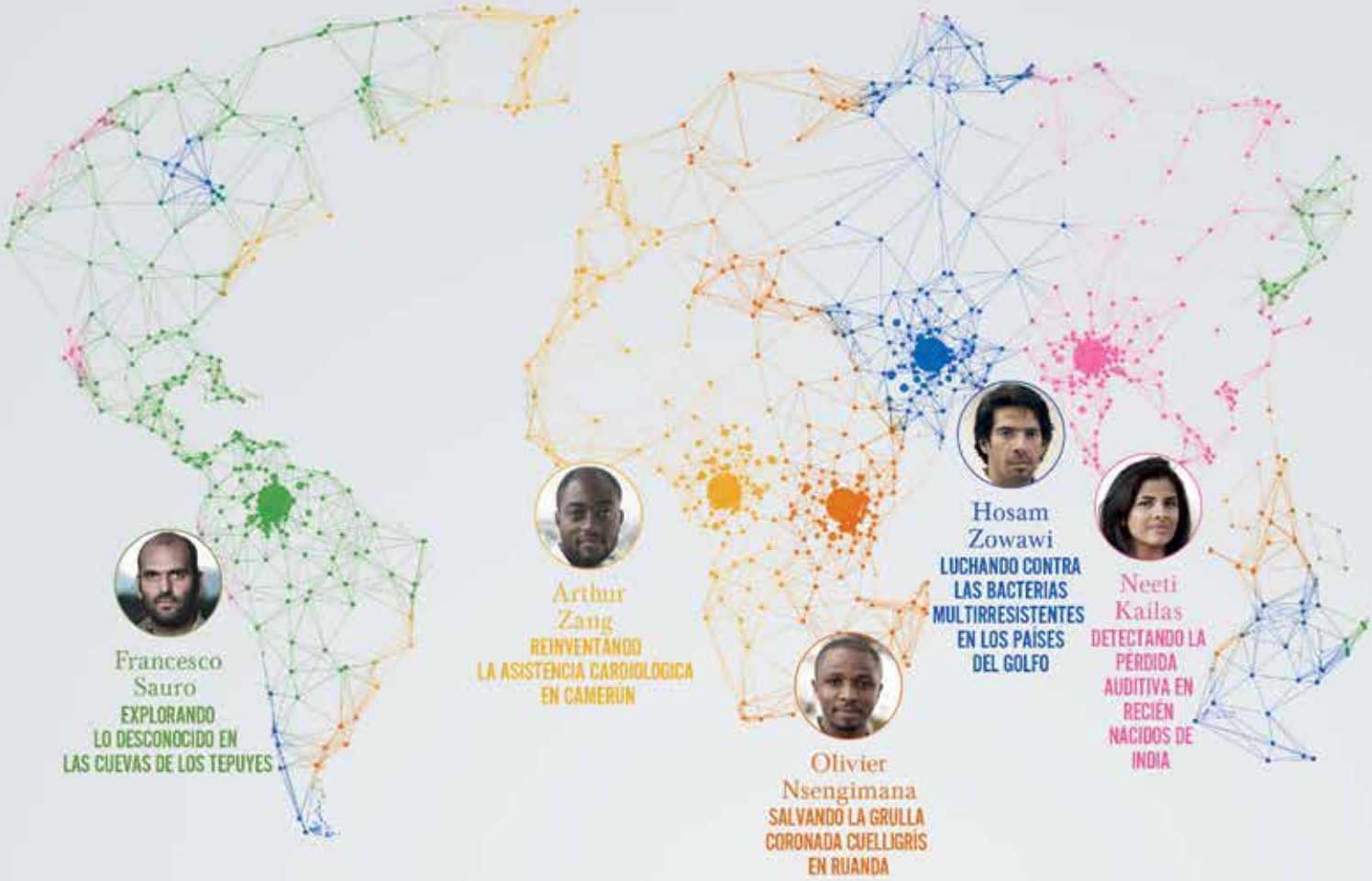
NO A LA DESTRUCCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Un documento emitido por ecólogos argentinos, preocupados por las perspectivas ambientales, advierte acerca de las consecuencias nocivas que puede originar el crecimiento económico sobre la biosfera.

El pronosticado deterioro de la biosfera se profundizó en muchas regiones, incluido nuestro país. Las herramientas disponibles hoy para revertir el deterioro incluyen el diseño de políticas de ordenamiento territorial, de protección y de manejo de los recursos naturales que regulen el impacto del crecimiento económico. Esto se da en el contexto de desarrollo de tecnologías que procuran reducir el impacto humano.

Visita nuestros archivos en www.cienciahoy.org.ar

ROLEX
Awards for Enterprise



CUALQUIERA PUEDE CAMBIAR EL MUNDO

Rolex se enorgullece de presentar a cinco jóvenes visionarios por el impacto mundial de sus iniciativas.
Para más información sobre los Laureados Jóvenes 2014, visite rolexawards.com.

¿Cómo acercarte a la ciencia en tres pasos?

1visitá

Noticias Exactas en http://noticias.exactas.uba.ar

2sumate

a http://facebook.com/NoticiasExactas para recibir todas las novedades

3seguinos

por Twitter a través de @noticiasexactas

noticias.exactas.uba.ar

el servicio de información científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Fabián Letieri
Museo Histórico Provincial de Rosario
Gabriel Cocco
Departamento de Estudios Etnográficos y Coloniales de Santa Fe
Guillermo Frittegotto
Universidad Abierta Interamericana
Iban Sánchez Pinto
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, Universidad del País Vasco

El fuerte Sancti Spiritus

El primer asentamiento europeo en el actual territorio argentino

En 1527 una expedición española comandada por Sebastián Gaboto (ca. 1484-1557), un marino y explorador veneciano al servicio del rey de España, piloto mayor de la Casa de Contratación –una entidad creada por los Reyes Católicos para promover y controlar el tráfico con el Nuevo Mundo– remontó el Paraná y arribó a la desembocadura del Carcarañá en el Coronda, donde estableció el primer asentamiento europeo en la cuenca del Plata. El destino original de la expedición cuando partió de Europa había sido las islas Molucas, hoy parte de Indonesia en el sudeste asiático, en las que la Corona estaba interesada por sus especias. Sin embargo, el capitán resolvió cambiar de objetivo, atraído por las perspectivas de encontrar metales preciosos en Sudamérica.

El asentamiento se llamó Sancti Spiritus y perduró poco menos de tres años, hasta 1529. Ese breve período estuvo signado por desconfianzas, ambiciones y traiciones, y culminó con un ataque de las poblaciones indígenas en el que perecieron, se presume, unos treinta españoles, la mitad de los integrantes de la guarnición comandada por el capitán Gregorio Caro. El fuerte quedó destruido y se perdieron las mercaderías de la Corona y de los armadores. Los sobrevivientes fueron rescatados y, con el resto de la expedición, regresaron a España, y fueron juzgados en Sevilla. Gaboto resultó a condenado a cuatro años de destierro en Orán, pero el rey lo absolvió al año y retomó su antiguo cargo de piloto mayor. La documentación de esos procesos judiciales, que se conserva en el Archivo de Indias, sirvió para conocer la historia de Sancti Spiritus y fue en gran parte transcripta por el historiador chileno José Toribio Medina en una obra publicada en 1908 y citada al final entre las lecturas sugeridas.

Con el tiempo se borró todo rastro del asentamiento. Durante el siglo XIX y principalmente en el XX, ciertos investigadores, como Félix de Azara, Ramón Lassaga,

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Qué puede revelar la arqueología sobre el primer asentamiento de europeos en el actual territorio argentino?

Estanislao Zeballos, Félix Outes, Alberto Rex González y Agustín Zapata Gollán, así como un equipo de la Dirección Nacional de Antropología dirigido por Rita Ceballos, intentaron dar con la localización del fuerte, sobre la base de documentación y de cartografía histórica. Solo en 2006, un grupo de arqueólogos que integraron los autores de esta nota logró ubicar sus restos bajo tierra, en la localidad de puerto Gaboto, lo que permitió aplicar las técnicas arqueológicas para estudiar el inicio del proceso de conquista y colonización europea de esa región de América.

Figura 1. A lo largo del siglo XVI los restos del fuerte Sancti Spiritus constituyeron un punto de referencia para los navegantes europeos que remontaban el río Paraná. Su ubicación se continuó señalando en la cartografía aun después de desaparecido, como se advierte en este mapa publicado por Ulrico Schmidel en 1567.

El contexto histórico del viaje de Gaboto

Hacia el final del siglo XV se estableció una competencia entre los reinos de España y Portugal por la posesión de las tierras de América. El tratado de Tordesillas, de 1494, celebrado por ambos países para fijar las áreas asignadas a cada uno de ellos, no resolvió la cuestión de modo definitivo porque se carecía de conocimientos precisos sobre la geografía del planeta. Como parte de los esfuerzos de la Corona española por explotar nuevos territorios, Carlos V puso a Sebastián Gaboto al mando de una expedición formada por cuatro naves y un total de unos doscientos hombres que tenía como objetivo las distantes Molucas, que se alcanzarían navegando hacia el oeste, por la ruta que habían seguido Magallanes y Elcano en 1519-1522. Se esperaba que Gaboto repitiera el éxito

Figura 2. Fotografía aérea del actual puerto Gaboto, situado a unos 50km al norte de Rosario, sobre el río Coronda (abajo y a la izquierda), en el lugar en que este recibe las aguas del Carcarañá (cauce angosto que llega desde la derecha). Hacia el fondo de la imagen, que fue tomada mirando aproximadamente al sur y a unos 7km aguas abajo de la confluencia, el Coronda desemboca en el Paraná.

económico de la *Victoria*, la única nave de la expedición anterior que retornó a España y trajo un importante cargamento de clavo de olor.

Gaboto partió de Sanlúcar de Barrameda, cruzó el Atlántico y el ecuador, y al llegar al norte del actual Brasil resolvió modificar su destino y emprender la búsqueda de metales en América, a pesar de los compromisos contraídos con la Corona y con los armadores que habían financiado su viaje. Así, siguió rumbo al sur y se internó en el estuario del Plata, oficialmente descubierto por Juan Díaz de Solís en 1516, si bien ya lo habían visitado por lo menos un par de expediciones portuguesas.

Allí los navegantes se separaron en dos grupos. Las naves más pequeñas, denominadas bergantines, remontaron el Paraná comandadas por Gaboto, con la mayor parte de la expedición, y establecieron el fuerte de Sancti Spiritus, en el que levantaron unas veinte casas, como base desde la cual organizar y emprender expediciones en busca de la riqueza en metales preciosos supuestamente existente en interior del continente. Las dos naves mayores, más aptas por su tamaño y calado para la navegación marítima que fluvial, quedaron bajo el mando de Antón de Grajeda. Con treinta hombres, este se estableció en un sitio abrigado, en la desembocadura del río San Salvador en el Uruguay, y permaneció allí hasta que, tras la destrucción de Sancti Spiritus, la expedición regresó a España.

Al llegar a estas tierras, los europeos encontraron poblaciones que las habitaban y conformaban una compleja trama de grupos étnicos diferentes, con formas muy diversas de vida y organización social, en pugna por el territorio y el poder. Su distancia cultural con los europeos era enorme y, entre otras consecuencias, llevó a que estos los subestimaran en reiteradas ocasiones. Se conoce una extensa carta escrita en 1528 por Luis Ramírez, un integrante de la expedición, en la que relató que existían muchas naciones indígenas, como querandíes, mbeguás, caracaráes, chanás, timbúes y mepenes, distribuidas por diversos sectores de las riberas del Paraná y las islas contiguas, todas enemigas de los guaraníes, que les disputaban las tierras y habían llegado a la región del Paraná inferior muy poco antes que los europeos.

La localización y el estudio del fuerte

Los restos del fuerte están en tierras llanas a orillas del río Coronda, en el lugar en que este recibe las aguas del Carcarañá a unos 7km de su desembocadura en el Paraná. Están a unos 50km a vuelo de pájaro del centro de Rosario y a unos 100km del centro de Santa Fe, y próximos a la autopista que vincula ambas ciudades.

Fueron descubiertos mediante prospecciones geofísicas y arqueológicas del ejido de la actual localidad de puerto Gaboto, que es donde las fuentes históricas documentales y cartográficas indicaban, aunque sin precisar el lugar exacto en que se había emplazado el fuerte. Luego de encontrar en varios sitios materiales indígenas, se hallaron los primeros indicios de presencia europea en forma de fragmentos de cerámica vidriada, mayólica y cuentas de vidrio. Después, por prospecciones geofísicas, se detectaron en el subsuelo trazas geométricas, rectangulares, circulares y lineales, sin duda producto de acciones humanas.

Figura 3. La excavación arqueológica del fuerte Sancti Spiritus.

Los estudios geofísicos se realizan sin alterar el suelo, mediante diversas técnicas que revelan variaciones en determinadas propiedades físicas del subsuelo y ponen así de manifiesto la presencia de, por ejemplo, restos de construcciones. Las excavaciones en los lugares en que aparecieron dichas trazas dejaron al descubierto restos de un muro de tierra apisonada y un foso con objetos europeos de la época del fuerte Sancti Spiritus, con lo que la ubicación de este quedó confirmada.

La identificación del sitio y la obtención de evidencias suficientes para confirmar que se había localizado, efectivamente, el fuerte Sancti Spiritus, se extendió entre 2006 y 2009. Después se presentó la necesidad de encarar la excavación en gran escala del asentamiento. Ello llevó a conformar un equipo de trabajo que sumó a los arqueólogos locales los pertenecientes al Grupo de Investigación en Patrimonio Construido de la Universidad del País Vasco.

El método de trabajo adoptado por el equipo a partir de 2010 consistió en excavar en extensión. Al presente se llevan excavados unos 500 metros cuadrados. Las excavaciones revelan la historia de un sitio en forma inversa a su formación, pues los restos más recientes están más cerca de la superficie, pero finalmente se obtiene la secuencia temporal de las actividades humanas y naturales que se sucedieron en el lugar.

La secuencia de ocupación del sitio

Después de seis años de trabajos arqueológicos en parte de la superficie que ocupaba el fuerte, los investigadores lograron identificar cuatro fases de ocupación.

Fase 1. El asentamiento originario (antes de 1527)

Se trata de los restos de un poblado indígena anterior a la llegada de los europeos. Una datación radiocarbónica realizada con los restos de un poste quemado indicó una fecha entre los años 1405 y 1455 de nuestra era, es decir, por lo menos un siglo antes de que Gaboto estableciera el fuerte. Se encontraron agujeros de postes y pozos de viviendas de madera (se registraron más de 350 huellas de agujeros). De la continua reparación y reposición de esos postes se puede deducir que hubo sucesivas ocupaciones a lo largo del tiempo. Los artefactos de cerámica asociados con esas ocupaciones corresponden a una alfarería conocida como Goya-Malabrigo, propia de las poblaciones que habitaban los ambientes fluviales del Paraná en el momento de la llegada de los españoles, y que en las crónicas aparecen mencionados como chanás, timbúes y caracaráes, entre otros.

Figura 4. Fragmentos de cerámica europea encontrados en el sitio. Análisis realizados en la Universidad de Barcelona permitieron determinar que proceden de Sevilla.

Figura 5. Cascabeles metálicos (arriba izquierda) y cuentas de vidrio que las expediciones españolas llevaban en grandes cantidades como moneda de cambio para negociar con los indígenas.

Fase 2. El asentamiento europeo (1527-1529)

El lugar para el emplazamiento del fuerte Sancti Spiritus presenta un conjunto de características favorables, ya que se trataba de un área elevada y estable de la planicie pampeana, no inundable, que permitía controlar la zona circundante con facilidad. Ubicado sobre un río, el emplazamiento era accesible por agua y quedaba así comunicado con amplias regiones. La exploración del territorio hacia el oeste debía hacerse por tierra, por la dificultad de navegar el Carcarañá, pero hacia el norte se podía remontar el Paraná y seguir por el Paraguay. Esas condiciones habían sido reconocidas desde mucho tiempo antes por las poblaciones precolombinas.

Se encontraron restos de la fortaleza mandada construir por Gaboto, aunque aún no se hallaron evidencias de las casas de paja que habitaron los españoles, documentadas en crónicas de la época, según lo dio a conocer el mencionado Medina: *...vista la entrada que se quería hacer por la tierra, fue acordado que era bien que primero se hiciese una fortaleza de tapias en que quedase segura la hacienda de Su Majestad é armadores é de particulares, que en aquella sazón se hallaba en el dicho pueblo de Sancti Spíritus porque no quedaba segura en las casas, por ser de paja...* (tomo II, p. 106).

El asentamiento español se construyó en el mismo lugar donde estaba situado el indígena. Los restos del fuerte descubiertos en las excavaciones están conformados por zanjas para construir los muros, la parte inferior de los muros este y oeste construidos en tapia

(o tierra apisonada) y el foso de protección de ambos muros.

En cuanto a la forma y el tamaño del fuerte, los documentos que nos han llegado no proporcionan información precisa; tampoco hay planos que lo representen. Solo sabemos, según la recopilación de Medina, que *poseía dos baluartes, uno de ellos ubicado hacia el lado del Carcarañá (ambos estaban artillados con versos y lombardas). El fuerte estaba techado con madera y paja. Existía en el interior de la construcción un cuarto o cubo que funcionaba como depósito de alimentos y la carga, y una habitación o cámara del Capitán General*. Las excavaciones arqueológicas de una superficie de 500m^2 permitieron reconocer algunas de las estructuras del asentamiento y establecer que la fortaleza era rectangular, orientada en el sentido norte-sur, con un largo de por lo menos 47m y un ancho de 10m.

Fase 3. Destrucción del fuerte

La documentación histórica indica que después de cerca de 31 meses de estar en la zona, en 1529 el fuerte Sancti Spiritus fue atacado y destruido por indígenas. El registro arqueológico no es tan claro en esto, ya que no proporcionó constancias de destrucción masiva sino un potente relleno que sella la estratificación previa. Según parece, la destrucción del asentamiento no fue total: subsistió uno de los baluartes de la fortaleza y se convirtió en un hito para los navegantes que remontaban el río en años posteriores.

Fase 4. Reocupación del sitio

Destruido el fuerte español, el área fue nuevamente ocupada por las poblaciones locales, si bien todo hace indicar que de forma esporádica. Prueba de ello es la presencia de una inhumación indígena y de los restos de un gran fuego temporal.

Evidencias de la interacción entre españoles e indígenas

Los materiales arqueológicos hallados son variados y denotan un intenso intercambio entre las comunidades precolombinas y los europeos. Muchos de los objetos utilizados en el lapso de ocupación española, que formaron parte de lo que transportaba una expedición marítima de principios del siglo XVI, fueron hallados en el fondo del foso del fuerte. Se trata por lo general de fragmentos de utensilios de uso cotidiano, como cuencos, vasijas o platos de mayólica; botijas o recipientes para el transporte de alimentos; más de mil cuentas de vidrio,

Figura 6. Dados de hueso. En las actuaciones administrativas realizadas en España sobre las responsabilidades por la destrucción del fuerte, se consideró la posibilidad de que el juego hubiese distraído a la guarnición y llevado al incumplimiento de normas de seguridad.

Figura 7. Fragmentos de cerámica indígena encontrados en el sitio.

traídas como moneda de cambio para comerciar con la población local. Esas cuentas son de diferente tipo: de forma estrellada con siete capas de vidrios de colores, tubulares con tres capas de vidrios coloreados, esféricas, etcétera. También se recuperaron clavos de metal de sección cuadrada, utilizados probablemente para la reparación de las naves y para la construcción del fuerte, una llave, una hebilla, cascabeles (fuesen adornos, amuletos o moneda de cambio), fragmentos de cadenas y más de cincuenta pequeños dados tallados en hueso, una cantidad que llama la atención dado que el juego estaba prohibido por la Corona.

Los objetos de origen local encontrados son mayormente fragmentos cerámicos de platos, cuencos y vasijas de diferentes formas, tamaños y decoraciones. Fueron comparados con otros de áreas circundantes provenientes de diversas investigaciones, con el resultado de que se hallaron similitudes en cuanto a la composición de

la pasta de arcilla, la forma de elaboración (disposición superpuesta de bandas enrolladas), terminaciones superficiales, cocción en fogones a cielo abierto y variedad de estilos decorativos. En el foso del fuerte se encontró cerámica de manufactura indígena tanto del mencionado tipo Goya-Malabrigo como guaraní.

El examen de la documentación escrita revela un panorama sumamente intrincado en cuanto a la identificación de los grupos étnicos que interactuaron con los europeos. Lo hicieron no solo intercambiando bienes materiales, sino también en el plano de las ideas, creencias, costumbres. La relación que comenzó a establecerse con el fuerte Sancti Spiritus se desplegó en las décadas y siglos siguientes con facetas de solidaridad, rivalidad, posicionamiento social, negociación política, despliegue de poder, dominación, sumisión y otras. La historia de la cultura material que ayuda a reconstruir las excavaciones puede proporcionar indicadores de los cambios de modo de vida de las culturas indígenas y de los experimentados por los españoles que permanecieron en América y sus descendientes.

Relevancia y significado del sitio

Si bien Sancti Spiritus tuvo una duración efímera, la información obtenida por sus pobladores en sus exploraciones a lo largo del Paraná dio lugar a que nuevas expediciones, como la de Pedro de Mendoza en 1536, volvieran a instalar asentamientos con claras intenciones de conquista, como los de Buenos Aires (1536), Corpus Christi y Buena Esperanza (1536), igualmente destruidos y abandonados. En cambio Asunción (1537) perduró. CH

La investigación arqueológica del fuerte Sancti Spiritus (2006-2014) es impulsada por el Ministerio de Innovación y Cultura de la provincia de Santa Fe. El equipo de investigación está integrado por Fabián Letieri, Gabriel Cocco, Guillermo Frittegotto y María Eugenia Astiz. Desde 2010 participa el Grupo de Investigación en Patrimonio Construido de la Universidad del País Vasco, con financiación del Ministerio de Cultura de España. El equipo español está integrado por los arqueólogos Agustin Azkarate Garai-Olaun, Sergio Escribano Ruiz, Iban Sánchez Pinto y la arquitecta Verónica Benedet.

LECTURAS SUGERIDAS

ASTIZ ME y **TOMÉ A**, 1987, 'Localización y descripción de Sancti Spiritus (1527-1529)', *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología*, 12, Buenos Aires.

COCCO G, **LETIERI F** y **FRITTEGOTTO G**, 2011, 'El descubrimiento y estudio del fuerte Sancti Spiritus', *América*, 20: 69-85, Centro de Estudios Hispanoamericanos, Santa Fe.

FRITTEGOTTO G *et al.*, 2013, *Descubriendo el fuerte Sancti Spiritus*, Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires.

MEDINA JT, 1908, *El veneciano Sebastián Caboto. Al servicio de España y especialmente de su proyectado viaje a las Molucas por el estrecho de Magallanes y al reconocimiento de la costa del continente hasta la gobernación de Pedrarias Dávila*, Imprenta y encuadernación Universitaria, Santiago de Chile.

POLITIS G, **BONOMO M** y **DI PRADO V**, 'Ceramistas de la ribera. Los antiguos pobladores del delta del Paraná', CIENCIA HOY, 23, 133: 31-37.

Fabián Letieri
Licenciado en antropología, Universidad Nacional de Rosario.
Jefe del departamento de arqueología, Museo Histórico Provincial de Rosario.
fletieri@santafe.gob.ar

Gabriel Cocco
Licenciado en antropología, UNR.
Responsable del área de arqueología, departamento de Estudios Etnográficos y Coloniales del gobierno de Santa Fe.
gabrielcocco@gmail.com

Guillermo Frittegotto
Licenciado en antropología, UNR.
Docente de Antropología y Métodos de Investigación en la Universidad Abierta Interamericana.
guillefri@yahoo.com.ar

Iban Sánchez Pinto
Licenciado en historia, Universidad del País Vasco.
Investigador del Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, Universidad del País Vasco
iban.sanchez@ehu.es

Artículo preparado por integrantes de la Red Aves Internacionales

Las aves migratorias de América del Sur

Nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento

Aproximadamente la mitad de todas las especies conocidas de aves realizan desplazamientos migratorios, que son movimientos estacionales entre los lugares en que nidifican y se reproducen, en el verano, y aquellos en que pasan el invierno. Se estima que cada año se movilizan por esa causa alrededor de 50 mil millones de individuos. Desde siempre los seres humanos han tratado de entender cómo y por qué se produce este fenómeno, del que tenemos testimonios escritos ya en el Antiguo Testamento. Actualmente la migración de las aves es un campo activo de investigación y ha hecho avances notables en la comprensión de los factores ecológicos, de conducta y fisiológicos asociados con los procesos de la migración, así como sobre la historia evolutiva del fenómeno.

Las técnicas inicialmente usadas para estudiar el comportamiento migratorio incluían capturar y anillar las aves. Hoy se han diversificado e incluyen las herramientas de la biología molecular, lo mismo que el análisis de isótopos estables y la posibilidad de recurrir a equipos electrónicos, lo que ha permitido obtener información sobre los factores condicionantes de dicho comportamiento y los detalles de cómo realizan sus viajes anuales.

Pero, a pesar de estos avances, nuestro conocimiento sigue siendo parcial. La mayoría de las investigaciones se centran en especies relativamente bien estudiadas que se reproducen en el hemisferio norte, particularmente en América del Norte y Europa. Por ejemplo, en la literatura se ha establecido que en esas regiones la calidad del hábitat en el que los migrantes pasan el invierno tiene un cometido clave en la regulación de sus poblaciones, ya que

¿DE QUÉ SE TRATA?

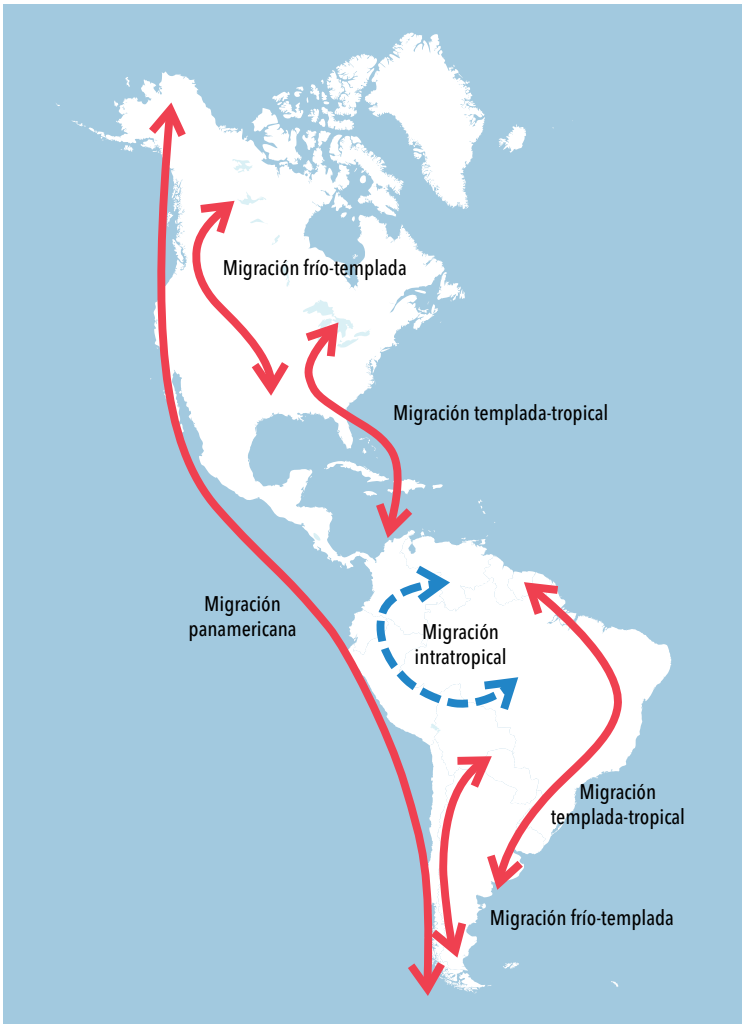
Más de 200 especies de aves de las 3000 que habitan en Sudamérica emprenden viajes anuales entre sus áreas de reproducción y sus sitios de invernada. ¿Cómo son esos viajes y sus rutas? ¿Qué importancia tiene conocerlos?

influye sobre su éxito reproductivo en la siguiente temporada de cría, un fenómeno denominado *efecto cascada*.

No hay evidencias, sin embargo, de que la dinámica poblacional de las aves migratorias se vea afectada de la misma manera en Sudamérica, lo que indica que solo estamos viendo una parte, posiblemente poco representativa, de un fenómeno que opera en escala mundial y necesita ser enfocado en forma global.

Como esquema general, se puede decir que existen seis tipos de migración de larga distancia de las aves del continente americano:

- Migración entre los extremos geográficos de América o panamericana.
- Migración entre los lugares de cría templados de América del Norte y el trópico.
- Migración dentro de las latitudes templadas de América del Norte.
- Migración entre los lugares templados de cría de América del Sur y el trópico.
- Migración dentro de las latitudes templadas de América del Sur.
- Migración dentro de los trópicos o intratropical.



Esquema de las migraciones de larga distancia de las aves del Nuevo Mundo.

Reinita cerúlea (*Setophaga cerulea*), que entre mayo y julio nidifica en los bosques caducifolios del este norteamericano y pasa el invierno boreal en Centroamérica y el norte de Sudamérica. Foto Mdf, Wikipedia Commons.

El estudio de estas migraciones proporciona una mayor apreciación del mundo natural y brinda información para la conservación de la naturaleza y el cuidado de la salud humana. Entre otras cosas, hemos aprendido que las poblaciones de varias especies de aves migratorias están disminuyendo, entre ellas las de algunas de las regiones templadas norteamericanas que pasan el invierno en el trópico, como la reinita cerúlea (*Setophaga cerulea*), la cual nidifica en los bosques caducifolios del este de América del Norte entre mayo y julio, y pasa el invierno boreal en América Central y el norte de América del Sur. Su estudio durante todo el ciclo anual permitió establecer en qué época del año enfrenta los factores responsables de la abrupta disminución de sus poblaciones, que puede haber alcanzado el 70%. Pero se conoce muy poco sobre la situación de las poblaciones de similares migrantes en Sudamérica. Algunas especies podrían estar disminuyendo sin que lo sepamos y sin que hayamos investigado sus rutas migratorias, establecido dónde pasan el invierno y determinado si existen en esos lugares peligros para su supervivencia, por ejemplo, destrucción del hábitat, contaminación o caza ilegal.

Las aves migratorias cumplen en muchos casos funciones importantes en los ecosistemas, pues proporcionan lo que los ecólogos llaman *servicios ecosistémicos*, entre ellos la polinización de plantas, la dispersión de semillas y el control de insectos u otras plagas. Por ejemplo, se ha descubierto que el colibrí de garganta rubí (*Archilochus colubris*), que se reproduce en áreas templadas del este de los Estados Unidos y Canadá, y pasa el invierno boreal en el trópico, poliniza a una planta perenne nativa de los pastizales norteamericanos (*Silene regia*), llamada allí *royal catchfly* (atrapamoscas real), con llamativas flores rojas, que se

encuentra en riesgo de extinción. Esto se determinó mediante el experimento de impedir el contacto del colibrí con un grupo de esas plantas, cuya producción de frutos y semillas, en consecuencia, se redujo notablemente.

También se ha descubierto que en los bosques templados de América del Norte las aves migratorias insectívoras desempeñan un papel preponderante en el control de insectos defoliadores: su exclusión experimental causó incrementos notables en la proporción de hojas dañadas por los insectos y apreciable disminución de la biomasa producida en la siguiente estación de crecimiento. Resultados similares se han constatado en el bosque andino-patagónico, en el que uno de los principales predadores de insectos es el fiofío silbón (*Elaenia albiceps*), una pequeña ave que se reproduce en esos bosques y migra a zonas tropicales para pasar el invierno. Además, ese fiofío es uno de los mayores dispersores de semillas de los árboles y arbustos de los mencionados bosques, es decir, cumple una función preponderante en la regeneración del bosque luego de disturbios como incendios.

Las aves migratorias también pueden ser portadoras de enfermedades. Pueden constituir reservorios de virus, como los de influenza aviar, encefalitis equina y otros,

Sitios en que la Red Aves Internacionales estudia las aves migratorias.

Colibrí de garganta rubí (*Archilochus colubris*), que se reproduce en áreas templadas del este de los Estados Unidos y Canadá, y pasa el invierno boreal en el trópico. Foto JM Schneid, Wikimedia Commons.

Royal catchfly (atrapamoscas real), planta perenne (*Silene regia*) nativa de los pastizales norteamericanos polinizada por el picaflor de garganta rubí.

Tijereta (*Tyrannus savana*), común en la llanura pampeana desde mediados de la primavera hasta el fin del verano. El ejemplar de la figura tiene en una pata anillos que lo identifican. Pasa el invierno en el norte de Sudamérica. Foto O Barroso

Fiofío silbón (*Elaenia albiceps*), que se reproduce en los bosques andino-patagónicos y migra a zonas tropicales para pasar el invierno. En una de sus patas se advierten anillos cuyos colores permiten identificar a individuos en el campo. Foto VR Cueto

y actuar de vectores pasivos de esas enfermedades entre países y aun continentes. Para predecir adónde podrían transportar enfermedades, se necesita estudiar cuáles especies podrían hacerlo, entre qué puntos migran y sus rutas de viaje.

Con el propósito de incrementar el conocimiento de las migraciones de las aves sudamericanas se estableció en 2010 una colaboración científica a la que se llamó Red Aves Internacionales, constituida en estos momentos por investigadores de la Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Guyana, Venezuela y Estados Unidos. La colaboración internacional es importante porque muchas especies migratorias se reproducen en uno o más países pero pasan el resto del año en otro u otros. Las preguntas que procuran contestar los miembros del grupo son, entre otras, ¿cuáles especies o poblaciones migran?, ¿cuándo lo hacen?, ¿cuántos individuos migran?, ¿de dónde y adónde?, ¿cómo migran?, ¿qué factores explican la migración?

Se ha puesto en marcha un primer esfuerzo para responder a las anteriores preguntas mediante el estudio con geolocalizadores de los movimientos de cinco especies de tiránidos o atrapamoscas, una familia con varios centenares de especies de aves muy comunes. Los geolocalizadores son instrumentos electrónicos que permiten establecer el momento de partida y llegada de un viaje, la ruta elegida y características de la migración, como la velocidad. Las especies estudiadas –de las que se dan nombres vulgares en uso en la Argentina– se comentan en los párrafos que siguen.

Tijereta (*Tyrannus savana*)

Es un ave bien conocida en las llanuras pampeanas, con su larga y llamativa cola bifurcada –aproximadamente del doble del tamaño de su pequeño cuerpo de unos 10cm– y su comportamiento agresivo que la lleva a atacar en vuelo a rapaces como chimangos o caranchos. Es común verla posada sobre ramas expuestas y alambrados. Se la encuentra en dichas llanuras desde mediados de la primavera hasta el fin del verano, y pasa el invierno en el norte de Sudamérica. Se la está estudiando en seis localidades de cuatro países: la reserva privada El Destino, en la provincia de Buenos Aires, dominada por pastizales inundables y bosques de tala (*Celtis ehrenbergiana*) y coronillo (*Scutia buxifolia*); la reserva provincial Parque Luro, provincia de La Pampa, caracterizada por pastizales y bosques de caldén (*Prosopis caldenia*); la Estación Ecológica de Itirapina, en el estado de São Paulo, dominada por pastizales con árboles dispersos; un parque urbano de Brasilia; la Reserva Natural y Productiva Tomo Grande, dominada por pastizales y bosques en galería asociados con ríos y arroyos, en el departamento de Vichada, Colombia, y Dadanawa Ranch, dominado por pastizales, en Guyana.

Por lo general, las aves migratorias tienen que realizar tres actividades principales cada año: reproducirse, migrar y mudar sus plumas. Para entender cómo las tijeretas llevan a cabo esas actividades, cada vez que se captura un individuo se evalúa cuántas plumas está renovando y si son de las alas o la cola. Para estudiar su reproducción, se busca y controla sus nidos, y se registra el número de huevos o pichones, y cuántos sobreviven. Con los geolocalizadores se estudia la duración y velocidad de los viajes de migración, las rutas que usan y las fechas en

las que migran. Usando estos datos, se espera no solo describir la historia natural de la tijereta a través del año, sino también entender cómo han evolucionado esos tres aspectos de su biología.

Fiofío silbón (*Elaenia albiceps*)

Esta pequeña ave (mide unos 13cm y pesa unos 16g) arriba a mediados de octubre a los bosques andino-patagónicos. En ellos se reproduce y hacia fines de marzo parte hacia el norte de Sudamérica, donde pasa el invierno austral. Se la está estudiando en bosques de coihue (*Nothofagus dombeyi*) en el parque nacional Los Alerces, y en bosques de maitén (*Maitenus boaria*) en campos privados próximos a la ciudad de Esquel, ambos en la provincia de Chubut; y en bosques mixtos de coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y lenga (*Nothofagus pumilo*) en el Parque Etnobotánico Omara, en la isla chilena de Navarino. Dado que el período climáticamente adecuado para

GEOLOCALIZADORES

Los geolocalizadores son dispositivos que se sujetan —usando un arnés que no interfiera con el comportamiento normal de los individuos— al dorso de aves capturadas durante su época reproductiva. Fueron desarrollados a principios de la década de 1990 por ingenieros y científicos del British Antarctic Service. Uno de los proveedores actuales es la firma Migrate Technology Ltd., del Reino Unido. Cuestan alrededor de 160 dólares cada uno. Debido a que muchas aves suelen regresar al sitio en que se reprodujeron, durante la siguiente temporada reproductiva se procura volver a capturarlas para recuperar el instrumento y conseguir la información almacenada durante el año.

Los dispositivos que se usan tienen tres componentes básicos: una célula fotoeléctrica, una batería y un microchip con reloj y memoria que almacena información sobre intensidad de luz. Los más pequeños pesan alrededor de medio gramo, lo que permite colocarlos en aves que pesan 14g, como el churrinche. El geolocalizador registra la intensidad de la luz solar cada 10 minutos, lo que lleva a determinar la duración del día, y ese dato a su vez permite calcular la latitud en que está el ave cada día del año. La longitud se calcula mediante el reloj, por la diferencia entre la hora de salida del sol en la posición del ave y la correspondiente a un sitio de longitud conocida, de manera similar a lo que hacían los marinos en el siglo XVIII para calcular su posición usando un reloj a bordo del barco. Los datos colectados por el geolocalizador permiten estimar latitud y longitud con una precisión de entre 50 y 300km, un error producido por factores como la nubosidad o que el ave esté al sol o a la sombra, por ejemplo, dentro de un bosque. Para especies como el fiofío silbón, cuyos individuos viajan cada año unos 6000km entre el sur de la Patagonia y la región amazónica, esa precisión es suficiente con el fin de determinar la ruta migratoria y conocer dónde pasan el invierno.

Figura I. Geolocalizador. Mide 2,5cm.

Figura II. Colocación de un geolocalizador en una tijereta. Foto TM Filho

Figura III. Fiofío silbón con geolocalizador. Foto JR Jiménez

la reproducción de estas aves es más breve en Navarino que en Chubut, se está evaluando si los fiofíos que crían en el extremo sur de la Patagonia arriban más juntos y en un período más corto que los que se reproducen más al norte, y si los fiofíos sureños migran distancias más largas y más rápido que los que crían más al norte.

Fiofío belicoso (*Elaenia chiriquensis*)

Es un pequeño (13cm) migrante intratropical muy abundante que habita en sabanas secas, matorrales, pastizales húmedos o inundables y bosques degradados desde el Caribe hasta el norte argentino. Se conoce muy poco sobre sus rutas migratorias, áreas de muda del plumaje y sitios de invernada. Se lo está estudiando en la estación ecológica Águas Emendadas, próxima a Brasilia, una zona típica del *cerrado*, con árboles dispersos y dominada por pastizales y arbustos.

Burlisto de pico canela (*Myiarchus swainsoni*)

Un poco más grande que los anteriores (18cm), pertenece a una especie con una amplia distribución geográfica en América del Sur, de cuya biología y ecología se conoce poco. Se la está estudiando en dos sitios de vegetación típica del *cerrado* situados a la misma latitud pero separados por aproximadamente 900km: la estación ecológica Águas Emendadas, próxima a Brasilia, y el parque nacional Chapada dos Guimarães, en Mato Grosso. Se analizan sus rutas migratorias y se procura determinar si los integrantes de poblaciones distintas con lugares de nidificación a la misma latitud utilizan iguales sitios para invernar o, dicho en otras palabras, si esas poblaciones se vinculan por la migración.

Churrinche (*Pyrocephalus rubinus*)

Esta pequeña ave (13cm) se caracteriza por la coloración rojo brillante del macho. Se alimenta principalmente de insectos y tiene una distribución invernal muy amplia, entre el chaco y el norte de la Amazonia. Es una de las primeras aves migratorias en arribar al centro de la Argentina al inicio de la primavera. Se la estudia en la reserva privada El Destino, provincia de Buenos Aires, y en el establecimiento La Tapera, provincia de La Pampa, un ambiente de pastizales y bosques de caldén. Se espera conocer la duración y velocidad de su migración, así como las rutas de esta, y dónde pasan el invierno las diferentes poblaciones para saber, entre otras cosas, si los ejemplares que nidifican en Buenos Aires lo hacen en el mismo sitio que los que nidifican en La Pampa.

Fiofío belicoso (*Elaenia chiriquensis*). Habita la sabana brasileña o *cerrado* y migra entre zonas tropicales de Sudamérica. Foto AC Guaraldo

Burlisto de pico canela (*Myiarchus swainsoni*), especie con una amplia distribución geográfica en América del Sur, de cuya biología y ecología se conoce muy poco. Exhibe anillos identificatorios en una pata. Foto AC Guaraldo

En síntesis, durante las temporadas reproductivas de 2009 y 2010 se colocaron 43 geolocalizadores en sendas tijeretas que estaban nidificando en El Destino. Seis fueron recuperados cuando se las volvió a capturar en ese sitio en años siguientes. Todas habían iniciado la migración entre fin de enero y fin de febrero; habían volado hasta 66km por día, por el centro de Sudamérica, durante aproximadamente dos meses, y cubierto distancias de

entre 2888km y 4105km. Cinco tijeretas estuvieron entre abril y mayo en el oeste amazónico, principalmente en Perú, el noroeste de Brasil y el sur de Colombia; luego volaron hacia el este, al centro de Venezuela y el norte de Brasil. La sexta pasó todo el invierno en la región fronteriza entre Colombia, Brasil y Venezuela.

Los anteriores son los primeros datos ciertos de que se dispone sobre los lugares de invernada y las rutas migratorias de una población de atrapamoscas que se reproduce en la llanura pampeana. Esas tijeretas habitan ambientes con intenso uso agrícola y ganadero en las tres principales cuencas sudamericanas, las del Plata, el Amazonas y el Orinoco, y en sus desplazamientos visitan hasta ocho países. Incrementar nuestro conocimiento del proceso migratorio permitirá detectar posibles amenazas para las aves y establecer procedimientos adecuados para su conservación. CH

Churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), común en verano en la llanura pampeana, donde nidifica, pasa los inviernos entre el chaco y el norte amazónico. Foto B Campos

LECTURAS SUGERIDAS

BERTHOLD P, 2001, *Bird Migration: A general survey*, Oxford University Press.

CHESSER RT, 1994, 'Migration in South America: An overview of the austral system', *Bird Conservation International*, 4: 91-107.

GREENBERG R & MARRA PP, 2005, *Birds of two worlds*, Johns Hopkins Press, Baltimore.

HOBSON K & WASSENAAR L (eds.), 2008, *Tracking Animal Migration with Stable Isotopes*, Academic Press, Amsterdam.

JAHN AE *et al.*, 2013, 'Long-distance bird migration within South America revealed by light-level geolocators', *The Auk*, 130: 223-229.

JAHN AE, LEVEY DJ & SMITH KG, 2004, 'Reflections across hemispheres: A system-wide approach to New World bird migration', *The Auk*, 121: 1005-1013.

NEWTON I, 2008, *The Migration Ecology of Birds*, Academic Press, Londres.

RAPPOLE JH, 1995, *The Ecology of Migrant Birds, a Neotropical Perspective*, Smithsonian Institution Press, Washington DC.

Víctor R Cueto
Centro de Investigación Esquel de Estepa y Montaña Patagónicas, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco-Conicet.

Alex E Jahn
Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista y FAPESP.

Diego T Tuero
Departamento de Ecología, Genética y Evolución, UBA.

André C Guaraldo
Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília.

José H Sarasola
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.

Susana P Bravo
Centro de Investigación Esquel de Estepa y Montaña Patagónicas, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco-Conicet.

Valentina Gómez
Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Colombia.

J Ignacio Giraldo
Centro de Estudios Médicos Interculturales, Colombia.

Diego A Masson
Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Maggie MacPherson
Department of Evolutionary Biology, Tulane University, EE.UU.

Jaime E Jiménez
Department of Biological Sciences, University of North Texas, EE.UU.

Y-TEC

Boyas metoceánicas para analizar el potencial energético del Mar Argentino

En un hito para la ciencia y tecnología nacional, Y-TEC coloca boyas que permitirán medir este recurso marino renovable y avanzar en la soberanía energética nacional.

El ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Dr. Lino Barañao, el presidente de YPF, Ing. Miguel Galuccio y el director general de Y-TEC, Dr. Gustavo Bianchi, realizaron el acto de anuncio del fondeo de las boyas Axys y Wavescan, como primera etapa del "Estudio del recurso energético marino de la Patagonia Austral", liderado por Y-TEC, una empresa de YPF y el CONICET.

El objetivo del proyecto es llevar a cabo una serie de actividades y campañas de medición para colectar y analizar el factor de capacidad de los desplazamientos de agua en las costas, estuarios, vías y canales del Mar Austral de nuestro país. Constituye el inicio de un gran bloque de datos que servirán para evaluar estudios de factibilidad para proyectos de energía eléctrica, que en el marco de las energías renovables, apuntan a ayudar a la diversificación de la matriz energética del país.

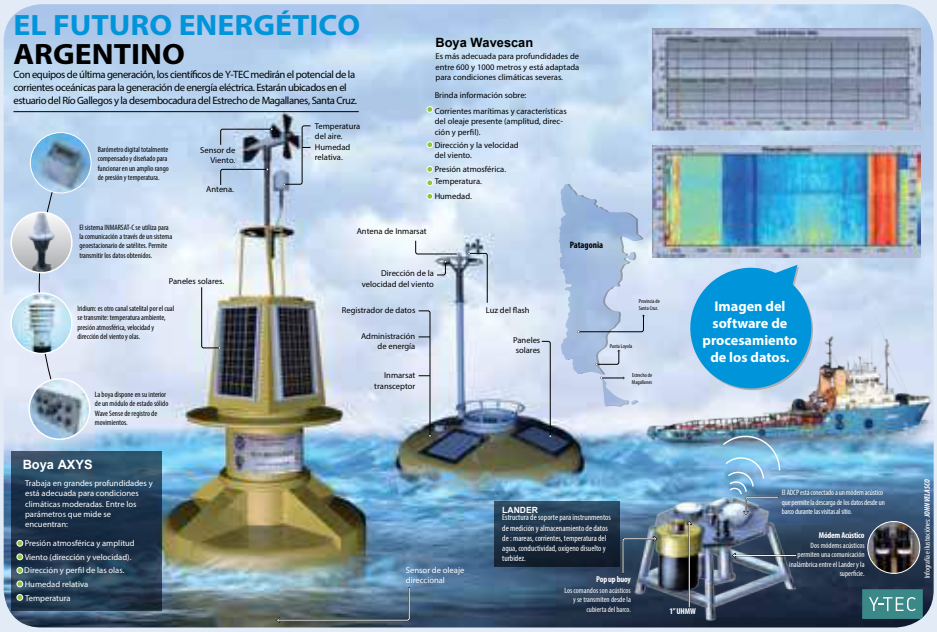
El Dr. Barañao durante el acto, en el que estuvieron presentes el presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dr. Roberto Salvarezza y el vicepresidente de Asuntos Tecnológicos del CONICET, Ing. Santiago Sacerdote, puso en perspectiva el anuncio y detalló que en el año 2050 se estima que va a haber 2.000 millones más de personas en el planeta, lo cual implica duplicar la cantidad de energía y ninguna de las fuentes de energía actuales satisface esta demanda duplicada. En este marco, sostuvo que "este proyecto apunta a obtener energía en forma renovable y ecológicamente sustentable".

Explicó que "este tipo de proyectos tienen detrás un proyecto como es Pampa Azul, que es una innovación y alineó a diversos órganos de Gobierno para mirar al mar desde diversos puntos de vista. Y destacó que "no son apuestas aisladas, es parte de una planificación innovadora por parte de Argentina sobre a donde queremos ir y cuales son las acciones deliberadas para alcanzar ese futuro".

Durante el acto, el Ing. Galuccio enfatizó que "Y-TEC es una fuerte apuesta a la innovación con dos ejes fundamentales: el no convencional y las energías alternativas, que hoy no están desarrolladas en el país, como eólica, solar y en este caso, del mar. En la búsqueda del autoabastecimiento energético, tenemos que tener un pensamiento más amplio al petróleo y el gas, y estas energías tienen que estar contempladas. Nuestro punta de lanza en este es Y-TEC, y hoy estamos dando un paso en una energía poco explorada y con un gran potencial".

Por su parte, el Dr. Bianchi recalcó "el potencial energético que tenemos en todas nuestras costas del mar argentino", y sostuvo que "esto es un hito para Argentina porque dejamos de hablar de mareomotriz para empezar a trabajar en mareomotriz".

El Ing. Santiago Sacerdote, quien es miembro del Directorio de Y-TEC, explicó que "estas boyas van a estar midiendo durante tres años diversos factores que, en términos tecnológicos, van a permitir analizar cuál es el factor de carga de turbinas que pueden generar energía eléctrica en el mar".



Infografía Y-TEC

El día 2 de diciembre del corriente año, en el de Río Gallegos, se realizó el fondeo de Axys, la primera de las dos boyas metoceánicas. Luego, el 3 de diciembre, se colocó en la zona de Cabo Vírgenes, la segunda, llamada Wavescan. Se conectarán vía satelital para brindar datos de su posición, de temperatura, ambiente y presión, y contienen importantes instrumentos como barómetros, medidor de energía de las olas y sensores para relevamiento datos metereológicos, entre otros datos.

Estos tres años de recolección y análisis de datos tendrán dos resultados fundamentales, que son primero la conformación de una gran biblioteca de datos, tanto crudos como procesados, disponibles para futuros estudios de evaluación de factibilidad de proyectos de energía eléctrica. Y segundo, la capacitación y formación profesional de tecnólogos y jóvenes investigadores en Ciencias del Mar, Ciencia de los Materiales, Corrosión, Biocorrosión, Electroquímica del agua de mar y en Operaciones Marítimas.

Asimismo, destacó que el proyecto tiene integrado un grupo de investigadores del Centro Nacional Patagónico (CENPAT – CONICET), que "aportan el análisis del impacto ambiental, no sólo de donde se colocaron las boyas sino en toda la costa patagónica. La idea es aportar desde el histórico de información que tienen los laboratorios del CONICET, más mediciones nuevas, un análisis dinámico que permita localizar los mejores lugares para realizar las instalaciones futuras de turbinas hidroeléctricas".

El Ing. Bianchi destacó el trabajo realizado por los biólogos, oceanógrafos y distintos investigadores del CONICET en el CENPAT para "estudiar y marcar las migraciones de la fauna marina y los movimientos de las dunas que hay en el lecho marino" para poder realizar la colocación.

Finalmente, Sacerdote destacó la decisión política y la articulación de distintas instituciones para llevar a cabo un proyecto de esta envergadura, y concluyó que "la búsqueda de energías alternativas o renovables está en el mandato de lo que es la mirada estratégica del país para los próximos 20 años".

Estuvieron presentes el decano de la Facultad Regional Santa Cruz de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Ing. Martín Goicoechea, el vicepresidente de Servicios Compartidos de YPF, CPN Sergio Affronti, y los investigadores Dr. Gustavo Seisdedos (Y-TEC) e Ing. Norma De Cristófaro (UTN, Regional Santa Cruz), junto a otras autoridades, funcionarios e investigadores.

ITPN

Científicos del CONICET estudian alternativas de reemplazo para las grasas trans

Estudian posibilidades para sustituirlas en alimentos, en sintonía con la nueva legislación sobre la materia.

Las galletitas dulces, alfajores, budines, facturas y tortas son alimentos que forman parte de la mayoría de la dieta de los argentinos y detrás de los cuales se esconde un gran problema: tienen en su composición grasas trans. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) tan sólo consumiendo 5 gramos diarios de ellas aumenta en un 25 por ciento el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares. Además elevan el riesgo de enfermedades no transmisibles como accidentes cerebrovasculares, diabetes y obesidad ya que incrementan el colesterol LDL comúnmente conocido como colesterol "malo" y disminuyen el colesterol HDL, colesterol "bueno".

En el año 2010 una resolución conjunta de los Ministerios de Salud y Agricultura de la Nación reglamentó la prohibición de la producción y la comercialización las grasas trans por lo que se incluyó en el Código Alimentario Argentino que "el contenido de ácidos grasos trans de producción industrial en los alimentos no debe ser mayor a 2 por ciento del total de grasas en aceites vegetales y margarinas destinadas al consumo directo y 5 por ciento del total de grasas en el resto de los alimentos". El plazo de adecuación para adoptar estas medidas fue de dos años para aceites vegetales y margarinas y de cuatro para los demás alimentos. El 3 de diciembre de 2014 entró en vigencia esta normativa convirtiendo a la Argentina en el primer país de la región en regularlas.

Investigadores del CONICET en el grupo de Biomateriales para Estructurar Alimentos del Instituto de Tecnología en Polímeros y Nanotecnología (ITPN, CONICET) trabaja en el estudio de alternativas para reemplazar al aceite hidrogenado, principal fuente de grasas trans en los alimentos. "Tenemos dos estrategias para reemplazarlo, la primera es el uso de una nueva variedad de girasol, el alto esteárico alto oleico (AEAO), que permite obtener grasas sólidas y la segunda es la producción de geles proteicos a partir de emulsiones estabilizadas por proteínas. El aceite hidrogenado se usaba muchísimo pero hoy esta tendencia está cambiando", explica Lidia Herrera, investigadora independiente del CONICET en el ITPN y directora del grupo.

Sustituir el aceite hidrogenado trae beneficios para la salud. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) advierte que la Argentina tiene el tercer porcentaje más alto de obesidad de Latinoamérica, con el 29,4 por ciento y según datos del Ministerio de Salud de la Nación la enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte en el país: tres de cada diez argentinos mueren por ella. Teniendo en cuenta estas alarmantes estadísticas que se replican en el mundo, la OMS hizo un llamamiento para la eliminación de las grasas trans de los alimentos y sugiere que 2,2 gramos sea su consumo máximo por día.

Los ácidos grasos de tipo trans pueden ser de origen biológico o tecnológico. Los primeros se encuentran de forma natural en la carne, la leche y sus derivados, mientras que los segundos son los que se obtienen mediante la hidrogenación de aceites vegetales, un proceso industrial para producir grasas endurecidas a partir de aceites. Este método que se utiliza desde 1902 tiene gran aceptación en la industria alimenticia porque produce semisólidos a temperatura ambiente, baratos y con una larga vida útil. Comúnmente se utilizan en la fabricación de panificados, productos de repostería y copetín, baños de repostería y galletitas.

"Hay productos que se pueden preparar con aceite líquido, por ejemplo se puede usar aceite de girasol alto oleico para freír sin tener grasas trans. Pero hay otros como los panificados que para que la masa tenga volumen y sea aireada necesitan una matriz sólida formada por los sólidos de grasa. Para eso se usan grasas trans porque funcionan muy bien, lo que hay que buscar es cómo lograr los mismos resultados con otros materiales", advierte Herrera.

La hidrogenación es un proceso químico en el que a aceites vegetales se les adiciona hidrógeno a alta presión y temperatura y, mediante un catalizador, los ácidos grasos insaturados se convierten en saturados. La grasa no saturada es una molécula que tiene dos carbonos unidos por una doble ligadura, esta unión es rígida por lo que no pueden rotar. El enlace doble

hace que se forme un plano en la molécula que pueden presentarse en dos formas: cis y trans. Cuando las dos cadenas carbonadas quedan en lados distintos del plano la grasa es trans y si quedan del mismo lado es cis.

"Durante este proceso se pueden obtener porcentajes de ácidos grasos trans que varían entre el 5 y 40 por ciento dependiendo de la cantidad de hidrógeno, la temperatura y el catalizador. La grasa cis tiene la forma de "V" y la mólecula trans tiene la forma lineal parecida a la de los ácidos grasos saturados. La forma molecular tiene mucho que ver en las propiedades físicas, eso también hace que el cuerpo las vea distintas, la geometría es diferente entonces las reconocemos de otra manera", agrega la investigadora.

Estrategia 1: grasas semisólidas a partir de girasol alto esteárico alto oleico

Herrera junto a su equipo estudia una variedad natural seleccionada a campo de girasol AEAO. Hasta el momento no se había estudiado el comportamiento polimórfico de las estearinas -cortes sólidos- de este aceite.

La bioquímica aclara que, por ejemplo, para elaborar un producto untable se necesita que la forma polimórfica de la materia grasa sea beta-prima (ortorómbica), por eso estudian la velocidad de enfriamiento, de agitación y los ciclados térmicos que deben aplicar para obtener la materia grasa en esa forma, y luego prueban la funcionalidad de esa grasa para distintas aplicaciones industriales. Para esto utilizan técnicas de sincrotrón, un acelerador de electrones que los mantiene en una órbita cerrada. Al desacelerar en la región curva libera energía que se emplea como fuente de luz.

Herrera explica que para obtener esta materia se prensa el girasol y el aceite que se obtiene se refina y posteriormente se realiza un fraccionamiento. "Se pone en un cristalizador el aceite a 18 ºC, con una agitación y temperaturas constantes. Una parte cristaliza y solidifica y otra parte queda líquida, eso se filtra y se obtienen dos fracciones, la líquida se llama oleína y la sólida esterina. Es la que podría reemplazar a los aceites vegetales hidrogenados. La oleína quedaría enriquecida en alto oleico entonces se puede usa para freír y no se desperdiciaría", detalla.

Lidia Herrera, investigadora independiente del CONICET. Foto: CONICET Fotografía.

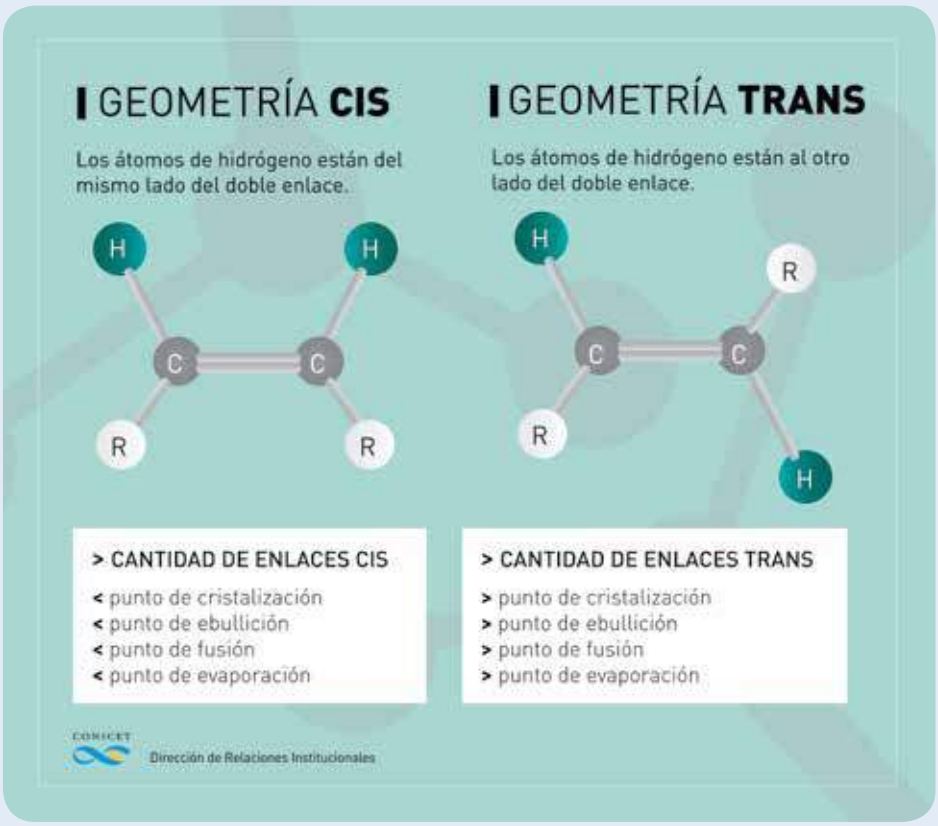
Asimismo, la investigadora asegura que existen otras alternativas para la producción de grasas semisólidas pero que este producto derivado del girasol alto esteárico alto oleico es más económico y sustentable que otras técnicas que usan enzimas y solventes. Y advierte que no hay una sola estrategia que sirva para todos los productos: la elección depende de lo que se quiera preparar. Justamente, la que proponen funcionaría muy bien para panificados y chocolatería.

Estrategia 2: geles proteicos a partir de emulsiones estabilizadas por proteínas

Este método permite la elaboración de alimentos funcionales sólidos que contengan lípidos saludables provenientes de aceites vegetales o de pescado que no contengan ácidos trans.

"Usamos caseinato de sodio que es una proteína con un alto valor nutricional y una de las más importantes de la leche. Es muy interesante porque tiene una estructura que se acomoda al entorno y entonces en determinadas condiciones forma un gel. Nosotros preparamos una microemulsión y gelificamos obteniendo un producto sólido a partir de una emulsión líquida. Nos interesa el caseinato de sodio porque es una materia prima abundante y de gran calidad nutricional", explica Herrera.

Cecilia Leone



Diálogo con un investigador

Ciclo de entrevistas CONICET

Las leyes de la mecánica cuántica inspiran un método para enviar mensajes confidenciales por Internet

El investigador de CONICET Ezequiel Alvarez.
Foto: CONICET Fotografía.

El investigador del CONICET, Ezequiel Alvarez, habla sobre la creación de una nueva forma de enviar e-mails de manera segura.

Se lee y se destruye. Esa es la política de la aplicación desarrollada por Ezequiel Alvarez, investigador adjunto del CONICET en el Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA, CONICET-UBA) quien, inspirado en la teoría de la mecánica cuántica, desarrolló una página web que permite mandar mensajes confidenciales por Internet a través de un servidor seguro.

¿Cómo contribuyó la mecánica cuántica en el diseño de este sistema de envío de mensajes confidenciales?

Cuando una persona le manda un mail a otra, el problema es la posibilidad de que pueda ser interceptado y leído por un tercero sin que el receptor sepa que fue espiado. Para evitar esta situación se usa una analogía a una función de la encriptación cuántica que se llama colapso de la función de onda.

¿Qué es la función de onda?

Es una forma de representar el estado físico de un sistema de partículas en mecánica cuántica, como por ejemplo los electrones, que podríamos imaginar como un 'flujo'. A grandes rasgos, esta función sufre variaciones –colapsa– cuando se hace una observación o medición en alguna parte de un sistema. Por ejemplo, si A le envía a B un mensaje encriptado, pero en el camino C lo intercepta y lo lee, se modifica o colapsa la función de onda y el mensaje se borra. Ese es el principio que aplicamos para desarrollar este sistema: aprendemos de la mecánica cuántica de los electrones.

¿Cuál es el mecanismo cuántico que aplicaron?

La encriptación del mensaje se basa en el espín, que es como si, hablando mal y pronto, fuese el sentido en el que rotan los electrones sobre su propio eje. Entonces, si A le envía a B un mensaje encriptado en espines de electrones, y C intenta leer el mensaje en el medio sin saber la dirección del espín en la que está encriptada la información, entonces la función de onda se colapsa, el mensaje se borra y jamás le puede llegar a B. Entonces, si B lo lee tiene la certeza de que nadie lo interceptó, y esa es la gran ventaja de la encriptación cuántica.

¿Cómo funciona concretamente esta aplicación?

En forma resumida, Alicia le quiere enviar un mensaje confidencial a Bernardo. Para esto, en vez de enviar el contenido por email, se dirige a la página web del servidor seguro. Allí Alicia escribe el contenido y clickea el botón que genera un link, se lo manda a Bernardo por su casilla usual de correo y cuando él lo recibe puede leer su contenido. En el mismo momento en el que la información llega a su pantalla, el servidor borra el mensaje del link y de cualquier otro lado, excepto de la pantalla de Bernardo.

¿La información no se puede guardar de ninguna manera?

Si Bernardo ve en su pantalla el mensaje tiene la certeza de que nadie más lo ha interceptado y si desea guardarlo la única posibilidad es copiarlo y pegarlo en algún programa dentro del disco duro de su computadora.

¿Qué limitaciones tiene la encriptación cuántica?

La principal se da en los casos en que la conexión hacia el servidor no es segura. Por ejemplo, en los sistemas de seguridad nacional el Estado debería tener control sobre el mismo y sus enlaces dentro del país, lo cual está dentro del alcance de lo posible. Si es para la seguridad de una empresa, entonces la compañía debería tener el servidor dentro de su espacio físico y programar sus nodos para que los enlaces no salgan de la empresa, lo cual también es sencillo.

¿A quiénes les serviría esta aplicación?

Podría usarse para seguridad nacional, pero sería necesario que el servidor seguro se encuentre dentro del país y que los enlaces de envío y descarga no salgan de la red local. Así, aunque los servidores de las principales casillas de correo se encuentren fuera de la Argentina, el contenido del mensaje a través de este sistema no salió del país. Si Alicia o Bernardo se encontrasen fuera del territorio nacional, entonces el envío no sería seguro. Además se puede usar también para seguridad industrial, empresarial o personal.

Jimena Naser

Mario Rovere
Universidad Nacional de La Matanza

La salud pública, una cuestión de todos

La salud se construye. Esto significa que casi todo lo que nos ocurre –o no nos ocurre– en materia de salud (y de enfermedad) dista mucho de provenir solo de inevitables fenómenos naturales. Es más bien el resultado de las interacciones de esos fenómenos con una acumulación de medidas, circunstancias y factores que podemos hasta cierto punto controlar.

Contar con agua potable, desagües, alimentación segura y saludable, vacunas y –cuando realmente hacen falta– antibióticos, acceso a atención médica programada y de urgencia, entre otras cosas, hace que, por lo menos para un sector extenso de nuestras sociedades, los trastornos de salud sean más esporádicos, más aislados o más episódicos, y que hayamos perdido hasta cierto grado el temor a las enfermedades infecciosas, que constituyeron por siglos una amenaza cierta para la humanidad.

Por otro lado, hoy los riesgos para la salud, lejos de disiparse, se han diversificado. No resultan tan visibles, pues configuran complejos entramados que operan en forma lenta o mediata, lo que los aleja en la percepción ciudadana de los factores que se describen habitualmente como determinantes de la salud.

Por ello, se considera que muchas de las actuales enfermedades, muertes y discapacidades son menos evitables o prevenibles. Su abanico incluye lesiones externas, dolencias cardiovasculares, distintos tipos de cáncer, abuso de sustancias lícitas (como alcohol o tabaco) e ilícitas, contaminación ambiental, etcétera. Sin embargo, en la mayoría de esos casos no nos encontramos frente a causas verdaderamente inevitables, sino que podrían en buena medida controlarse por medio de cambios de conductas de la sociedad y de medidas de los poderes públicos. En otras palabras, se requiere el diseño y la aplicación de políticas de Estado que apunten a la salud pública.

Traer estas reflexiones sobre la salud pública y sobre la organización de los sistemas de salud a los lectores de una revista de divulgación científica parte de nuestra convicción de que es necesario crear un interés ciudadano por esos temas, que normalmente se consideran asunto

¿DE QUÉ SE TRATA?

El cuidado de la salud de la población es una tarea compleja en la que les cabe a los poderes públicos una función conductora, la que difícilmente realicen en forma adecuada sin una participación ciudadana, derivada de comprender cuánto está en juego para la sociedad y para cada uno de sus integrantes.

Unidades sanitarias ambulatorias en Posadas, provincia de Misiones. Su principal función es la atención primaria de la salud. Foto Ente Binacional Yacyretá

de expertos o de especialistas. Son cuestiones ubicadas en algún lugar de la interfase entre ciencia y política.

En sus orígenes en el siglo XVIII, el estudio y la gestión de la salud pública consistieron en un conjunto de saberes y acciones asociados con la tarea de gobierno y las políticas sociales. En el siglo XIX, estuvieron relacionados con el diseño o la remodelación de ciudades industriales sobrepobladas de migrantes. Desde principios del siglo XX, y en especial luego de la Segunda Guerra, fueron una parte necesaria de la organización del Estado, con ministerios específicos encargados de esa área de gestión.

Por los momentos históricos en los que surgió y por la influencia de la filosofía política de esas épocas, si bien la salud pública se constituyó en un campo pensado para mejorar la salud del pueblo, por lo común no buscó la participación de la gente. Fue parte de la acción y la legitimidad del Estado paternalista o benefactor, en el que se debe confiar y en cuyas acciones se puede descansar.

Observada en un ciclo largo, la salud pública ha enfrentado situaciones catastróficas, y también ha tenido éxitos considerables. Entre las primeras se cuentan las epidemias, que aún hoy aparecen, si bien en forma más ocasional o esporádica. Basta recordar las recientes epidemias de dengue y de gripe porcina en la Argentina para imaginar lo que habrán sido las epidemias que diezmaron la población de Europa en el siglo XIV, o las que en el siglo XIX arrasaron las ciudades industriales a ambos lados del Atlántico, entre ellas el cólera en Europa y la fiebre amarilla en América. La Argentina decimonónica también las tuvo, como fue la gran epidemia de fiebre amarilla que asoló Corrientes y luego Buenos Aires en 1871 e hizo estragos en la población urbana.

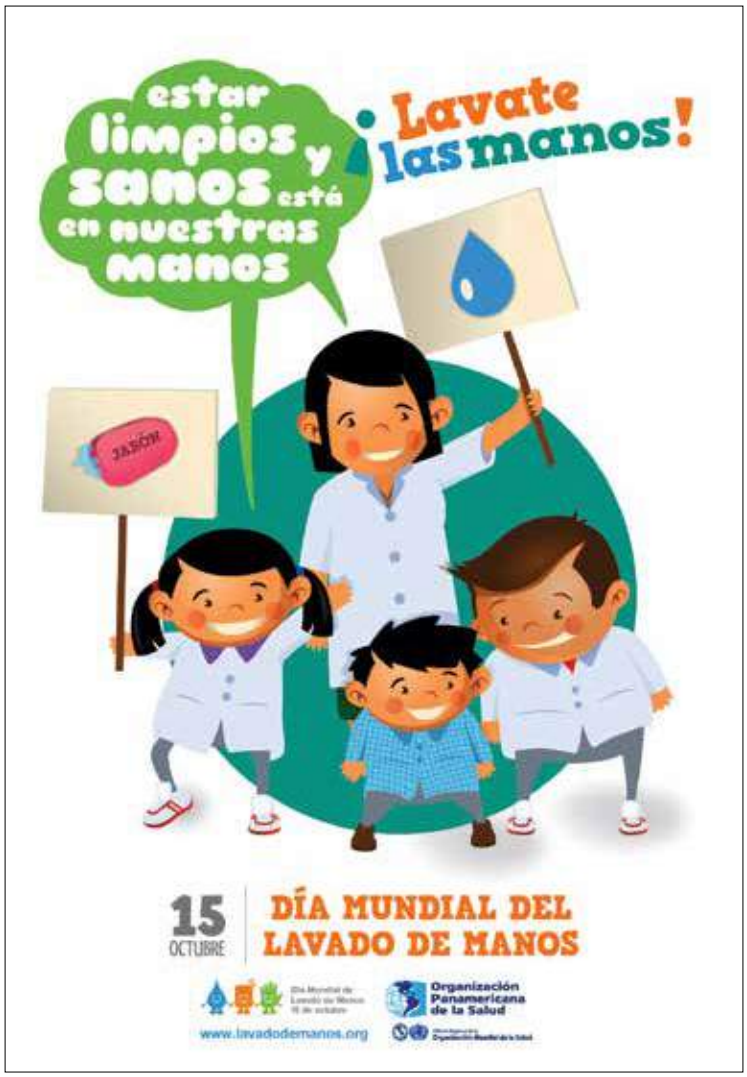
Entre los éxitos, vienen a la mente la lucha contra temibles enfermedades, como la viruela, la poliomielitis y tantas otras que hoy pueblan los nutridos calendarios de vacunación. Los antibióticos cambiaron el panorama de las enfermedades bacterianas; la antisepsia y los anestésicos extendieron las posibilidades de las intervenciones quirúrgicas. Hoy todo eso parece natural, como si hubiera estado disponible desde siempre.

Resulta obvio asociar salud pública con medicina. Aunque ambos campos de conocimiento y acción se complementan, a lo largo de la historia sus trayectorias no siempre fueron paralelas, y hasta en algunas ocasiones llegaron a estar enfrentadas. Tienen objetos de estudio e intervención diferentes, pues la salud pública dista de ser solo la suma de las condiciones de salud o de enfermedad de cada individuo de una sociedad.

Desde sus inicios, la salud pública se preguntó por qué algunas personas enferman y otras no. Cuando trató de responder la pregunta, además de tomar en cuenta la amplia variedad de factores individuales, advirtió que diferentes sectores sociales padecen problemas de salud distintos, muchos de los cuales crean diferencias inaceptables y hasta estigmatizantes.

Ello llevó a cuestionar si el Estado es el que mejor sabe lo que nos conviene en materia de salud. Desde hace algunas décadas muchos vienen concluyendo que no es así, y que se requiere una progresiva participación de la ciudadanía y de sus instituciones en el manejo de estas cuestiones para hacer realidad el complejo y elusivo concepto de derecho a la salud que se vino abriendo paso en ese período.

La salud pública apela a conocimientos de una amplia gama de disciplinas, desde ciencias de laboratorio como física, química o biología hasta estudios estadísticos, epidemiológicos y demográficos. Recurre a la medicina y la veterinaria lo mismo que a la farmacología humana y animal, requiere determinaciones ambientales sobre agua, suelo y aire, se ocupa de los alimentos. Sus decisiones políticas procuran sustentarse en conocimientos proporcionados por ciencias sociales como la sociología y la economía, y en el conocimiento de factores culturales. Se vale de las prácticas de la administración, de la política y de las relaciones internacionales.



Material promocional de la Organización Panamericana de la Salud.

Tal vez hubiera bastado decir que la salud pública constituye un campo interdisciplinario, pero ello no da idea de hasta qué punto la salud individual y la colectiva dependen de factores enormemente complejos. Esto queda bien ilustrado por el hecho de que existen fenómenos de salud que se propagan con velocidad sorprendente, al punto de que, en estos tiempos globalizados, un episodio sanitario ocurrido en cualquier lugar del planeta nos puede obligar a tomar inmediatas precauciones en estas tierras.

La tradición de la medicina incluye la convicción de que el médico es quien conoce qué resulta mejor para el paciente, es decir el concepto de la autoridad de los saberes profesionales, hoy cada vez más cuestionado en el contexto de la sociedad contemporánea. En esa tradición, ese concepto se hizo extensivo al manejo de la salud en gran escala, es decir, a la salud pública. En buena medida, la ciudadanía y aun la propia clase política tienden a permanecer ancladas en esa forma de ver, y otorgan a las políticas de salud cierto carácter de intangibilidad, apuntalado por la idea de que no es posible improvisar en un campo tan sensible, en el que equivocarse puede costar vidas humanas.

Por contraste, diversos agentes económicos intervienen –no siempre responsablemente– en la atención de la salud; operan en el marco de la lógica de mercado, cuyos resultados, en ausencia de reglas definidas por el Estado, conducen a que los servicios de salud concentren crecientes recursos en enfermedades poco frecuentes, mientras cada vez más personas se ven sin posibilidades de acceder a cuidados adecuados.

Cuando el costo de un bien o servicio queda fuera de la capacidad adquisitiva de un consumidor, este simplemente desiste de comprarlo y se dice que el mercado contribuyó a asignar recursos escasos entre los demandantes en competencia. Pero cuando el precio hace desistir de una prestación sanitaria, las consecuencias, que pueden ser muy razonables para el mercado, pueden resultar desastrosas para la salud individual e incluso para la colectiva.

El anterior razonamiento sobre la capacidad del mercado para asignar recursos vale para las situaciones técnicamente llamadas *de competencia perfecta*, pero el de la salud es uno de los mercados más imperfectos, es decir más alejados de cumplir con los requisitos teóricos de la competencia perfecta, entre otras cosas, por la asimetría de información entre quienes producen los servicios de salud y quienes los consumen. Se trata básicamente de un mercado en el que, a grandes rasgos, el consumidor no sabe lo que va a comprar, ya que incluso las transacciones económicas que realiza no parecen constituir una compra. Podríamos decir que siempre fue así, y que quizá por eso en el sector no se habla de precios sino de honorarios.

Otro factor que lleva a una inadecuada asignación de recursos por el mercado en materia de salud es el hecho de que las consecuencias de esta –o de la falta de ella–, igual que las de la educación, van más allá del individuo que las recibe, y afectan a todos. Es lo que los economistas llaman *economías externas*, algo que explica, entre otras cosas, que las vacunas sean obligatorias, y que se invierta en campañas masivas de medicina preventiva.

En el contexto explicado aparecieron los seguros de salud o sistemas de medicina prepaga. En ellos, una buena parte de las transacciones se realizan sin que el consumidor sepa lo que compra, y sin que perciba en sus erogaciones señales económicas sobre el costo de lo que consume. Los sistemas actuales siguen lo acontecido en los Estados Unidos a partir de mediados de la década de 1960, cuando aparecieron los seguros públicos de salud (Medicare y Medicaid) y el mundo financiero advirtió que el sector de cuidado de la salud podía proporcionar oportunidades de realizar inversiones de alta rentabilidad. Esto sería apenas una simple curiosidad si no fuera un modelo de negocios que se está expandiendo al mundo entero, incluso hoy a la seguridad social europea, y hace más necesario que nunca regular la acción comercial (y la privada sin fines de lucro, de tipo filantrópico o asociativo), y combinarla con un incremento de la inversión estatal.

Hoy el gasto anual en salud en los Estados Unidos es del orden del 18% de su PBI, casi el doble de lo que destina a ese propósito la Argentina. Ello coloca al sector estadounidense de salud entre los de mayor peso de la economía (y en consecuencia en el financiamiento de la política) de ese país. Es un modelo que, literalmente copiado, difícilmente sería viable entre nosotros, lo cual

también muestra la necesidad de debate político para encontrar el camino que más nos convendría seguir, dado que muchos países obtienen mejores resultados con menor gasto por habitante.

La sociedad civil e incluso los políticos viven bastante ajenos a estos problemas, que parecen menores al lado de otros. En general no perciben el panorama completo porque sus variables aparecen separadas en la agenda mediática, si bien se conectan estrechamente fuera de la mirada del público.

Como algunos aspectos de la salud pública operan mejor por el camino de las decisiones centralizadas, en este momento se perciben en la Argentina significativos avances en materia legislativa, en campos como la salud sexual y reproductiva, la salud mental, el control del tabaco, la diabetes, la epilepsia, las discapacidades y otros. Suelen ser fruto de la actuación de bien organizados y altamente motivados grupos de interés. Al mismo tiempo, la consideración global o panorámica de los sistemas de salud y el rediseño de estos permanecen fuera de las preocupaciones de la sociedad y fuera de la agenda política.

Por otro lado, la salud de la población se ha visto fuertemente influida en el país por modificaciones sustanciales de los determinantes sociales, lo cual, traducido en términos prácticos, significa que se puede hacer mucho por ella desde fuera del sector, con iniciativas de desarrollo social, vivienda, cuidado del ambiente, redistribución

Instrumental médico de alta tecnología.

del ingreso, etcétera. Pero los propios sistemas de salud tienen también su función en ese mundo de determinantes sociales.

El sector salud origina alrededor de un 10% del PBI argentino, una suma que debería resultar suficiente para obtener logros sanitarios superiores a los que tenemos. Las explicaciones sobre por qué no los alcanzamos se refieren casi siempre al carácter fragmentado del sistema, como si ello fuera fruto del azar y resultara imposible de revertir. Cuando se presentan propuestas para hacerlo, estas suelen exhibir una lógica económica más que política, una visión que enfatiza los subsidios y la capacidad de pago de las personas y no centra la mirada en el derecho a la salud de toda la población.

Las condiciones bajo las cuales el Estado puede garantizar el bien común dependen de las correlaciones de fuerza que pujan dentro y fuera de las estructuras del propio Estado. Cuando en un ámbito o sector la ciudadanía no está atenta, movilizada y organizada, este puede resultar cooptado por intereses particulares que forcejean dentro del Estado o fuera de él.

Está claro que los ciudadanos no pueden solventar laboratorios ni poner en duda cada medida sanitaria o cada innovación tecnológica. Pero resulta importante que una ciudadanía movilizada acceda a las fuentes de información que le permitan entender las posibles alternativas que enfrentan las políticas de salud.

El éxito o fracaso de estas dependerá fuertemente de crear un sistema que integre las leyes, los derechos conquistados y las fortalezca en una suerte de código sanitario o ley federal de salud, que organice los componentes del sistema bajo la rectoría del Estado. Para llegar allí, necesitamos empezar por un debate que esclarezca lo que está en juego y pueda abrir el camino a una tarea conjunta del Estado, con sus diversos niveles y poderes, y de los distintos actores de la sociedad, para que el cuidado de la salud sea efectivamente un derecho del que gocen todos. CH

LECTURAS SUGERIDAS

AA.VV., 2009, *Oxford Textbook of Public Health*, Oxford University Press.

HEGGENHOUGEN K & QUAH SR (eds.), 2008, *International Encyclopedia of Public Health*, Elsevier-Academic Press, Amsterdam-Boston.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2012, *Salud en las Américas*, Washington DC, en *http://www1.paho.org/saludenlasamericas/docs/sa-2012-resumen.pdf.*

TURNOCK B, 2009, *Public Health: What It Is and How It Works*, Jones & Bartlett, Sudbury, Masachussetts.

Mario Rovere

Médico, UBA.

Decano, Departamento de Ciencias de la Salud, UNLAM.

roveremarior@gmail.com

Roberto Álvarez, Gonzalo Berhongaray, Josefina De Paepe, María Rosa Mendoza, Haydée Steinbach, Constanza Caride, Rodolfo Cantet y Carina Álvarez

Facultad de Agronomía, UBA

Sojización y productividad de los suelos pampeanos

El campo argentino, un escenario de fuertes cambios productivos

La producción agropecuaria argentina ha sido escenario de grandes y continuas transformaciones en las últimas décadas. La tradicional 'rotación agrícola-ganadera' que se utilizaba hasta la década del 60, que alternaba un período agrícola con cultivos de granos y otro de pasturas para alimentación del ganado, se reemplazó progresivamente por planteos de agricultura continua (figura 1). Durante el período de pastura se buscaba recuperar la fertilidad del suelo perdida en la fase agrícola, logrando pequeños aumentos de los contenidos de materia orgánica y nutrientes. Paralelamente al avance de la agricultura, a mediados de la década del 70 irrumpe en escena el cultivo de soja, que se difundió exponencialmente a partir de entonces y generó el fenómeno conocido como *sojización* (figura 2A).

El avance de la soja se debió a numerosos factores como bajos costos de producción, precios favorables, gran adaptabilidad del cultivo a distintas condiciones ambientales, baja necesidad de fertilizantes, adopción de la siembra directa de los cultivos sin necesidad de labrar el suelo previamente y posibilidad de hacer dos cultivos por año en lugar de solo uno cultivando la secuencia trigo-soja, en la cual el trigo se cultiva en invierno y la soja inmediatamente a continuación de la cosecha del trigo, en verano. Otro elemento clave que contribuyó al avance del cultivo de soja fue la introducción de cultivares transgénicos con resistencia a herbicidas de acción total (glifosato). A nivel de toda la región pampeana el proceso de sojización no produjo una reducción importante de la superficie destinada a los cultivos tradicionales como trigo, maíz y girasol, sino que

¿DE QUÉ SE TRATA?

La aptitud de los suelos para cultivarlos y producir alimentos está estrechamente ligado a un proceso lento pero constante: la transformación de residuos vegetales, animales y microbianos en materia orgánica. ¿Cómo afectó la agricultura este proceso? ¿Cómo varió su impacto en el espacio y el tiempo?

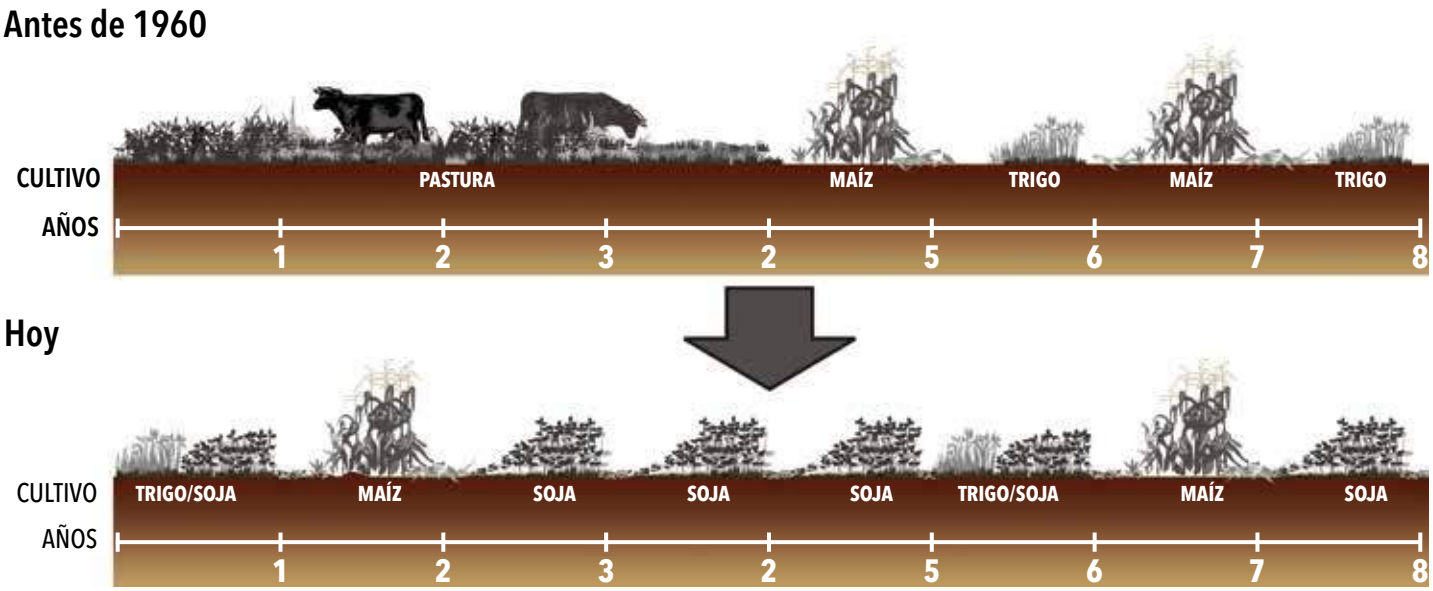


Figura 1. Ejemplo de rotaciones dominantes en la pampa ondulada (norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba) antes de 1960 y en la actualidad. Antes de 1960 se alternaba un período de producción ganadera sobre pasturas con un período de agricultura con producción de cultivos de granos. En la actualidad hay una tendencia a realizar solo cultivos agrícolas y es la soja el cultivo que ocupa mayor proporción de la rotación. Este fenómeno se ha denominado *sojización*.

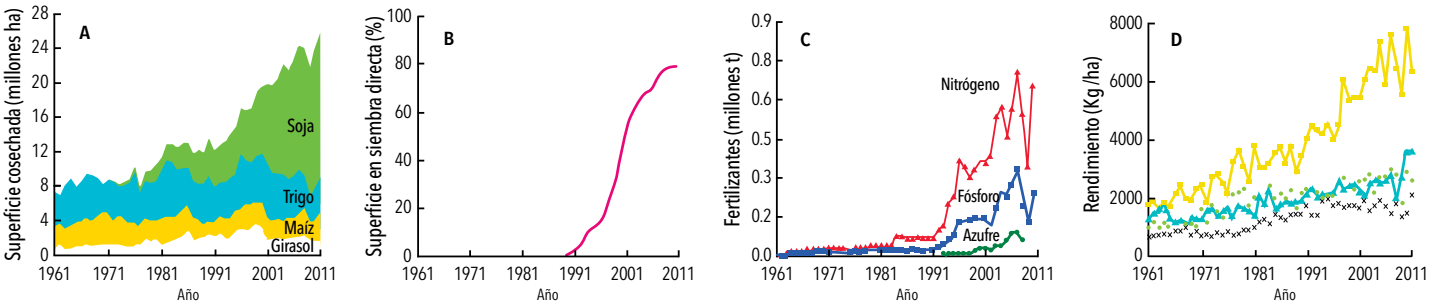


Figura 2. A. Evolución de la superficie cosechada de los principales cultivos en la región pampeana. B. Evolución porcentual de la superficie de cultivos manejados en siembra directa en la región. C. Evolución del consumo de nitrógeno, fósforo y azufre de fertilizantes en la Argentina. D. Evolución de los rendimientos de los principales cultivos de la región pampeana entre 1969 y 2011. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, AAPRESID y Fertilizar Asociación Civil.

generó el reemplazo en las rotaciones de las pasturas por agricultura con soja y la expansión de la frontera agrícola hacia regiones anteriormente no cultivadas.

El suelo, un recurso natural esencial para la producción

El suelo es uno de los recursos naturales esenciales para la producción de alimentos. En él crecen las raíces de las plantas que absorben agua, oxígeno y nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre, todos necesarios para el crecimiento de un cultivo (figura 3). La fracción sólida del suelo está formada principalmente por partículas minerales de distinto tamaño y por materia orgánica, generada a partir de restos de vegetales y animales en descomposición. Estos materiales se organizan en agregados o terrones, dejando espacios entre ellos, llamados poros. Los poros más pequeños permiten retener agua y en los más grandes crecen las raíces y circula el oxígeno necesario para la respiración de las raíces. El volumen del suelo se reparte aproximadamente en partes iguales de sólidos y poros. La materia orgánica tiene una gran influencia sobre la calidad de los suelos ya que mejora la formación de agregados y poros, es fuente de nutrientes para las plantas y de energía para los microorganismos, favoreciendo los procesos de reciclaje de materia y energía.

El esquema de producción tradicional pampeano, ampliamente difundido años atrás, se caracterizaba por el uso del sistema de labranza convencional durante la fase agrícola de la rotación. En ella se preparaba el suelo para la siembra del cultivo mediante la utilización del arado que enterraba los residuos del cultivo anterior. Esta forma de preparación del suelo requiere una gran cantidad de energía en forma de combustible para operar la maquinaria y deja el suelo descubierto, sin protección contra la acción erosiva de la lluvia o el viento (figu-

ra 4). Comenzaron entonces a manifestarse síntomas de erosión hídrica y eólica, y ello condujo, en una primera etapa, a la adopción de sistemas de labranza conservacionista, con máquinas menos agresivas que el arado que dejaban el suelo parcialmente cubierto por residuos del cultivo anterior. También estos sistemas implicaban una menor necesidad de maquinaria y combustible.

Durante la década del 90 la disminución del precio del herbicida glifosato y los avances tecnológicos en las máquinas sembradoras dieron comienzo a un proceso de crecimiento sostenido de la superficie manejada en siembra directa en la Argentina (figura 2B). En este sistema, la siembra del cultivo se realiza directamente sobre los residuos del cultivo antecesor, sin ningún tipo de movimiento del suelo, lo que reduce el riesgo de erosión (figura 4). La adopción de la siembra directa fue acompañada por el aumento en el uso de fertilizantes, en especial nitrogenados, fosforados y azufrados, principalmente para el trigo y el maíz (figura 2C).

¿Cómo cambiaron las propiedades del suelo con la agricultura?

Cuando un ecosistema natural es cultivado experimenta cambios en los suelos que afectan su productividad. Estos cambios son generalmente negativos (degradan el suelo) y los principales que se observan en la región pampeana son la disminución de la materia orgánica, la pérdida de nutrientes, la erosión y la compactación.

Como mencionamos, la materia orgánica es un elemento esencial del suelo. Se compone de carbono en un 56-58% y en menor proporción por nitrógeno, fósforo y azufre, entre otros. La materia orgánica influye sobre numerosas propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo que afectan su capacidad para albergar cultivos, actuando

Figura 3. Esquema del suelo y sus funciones, que muestra la disposición de los poros entre y dentro de los agregados o terrones. También se indica la composición aproximada de un suelo pampeano en sus fases sólida, líquida y gaseosa. La materia orgánica se constituye a partir de restos vegetales y animales transformados y los minerales se presentan como arena, arcilla o limo, según el tamaño de partícula.

Figura 4. Izquierda: suelo desnudo preparado para la siembra con uso de arado. Derecha: siembra de soja en un sistema de siembra directa sobre suelo cubierto por residuos del trigo anterior.

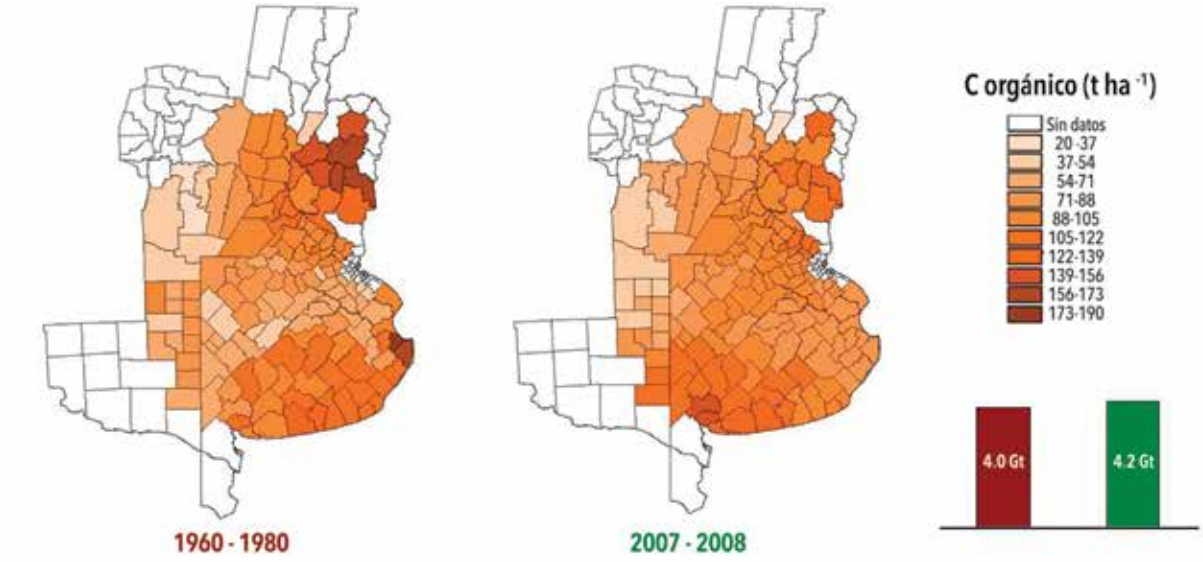


Figura 5. Stock de carbono en la materia orgánica en suelos pampeanos hasta 1m de profundidad estimado para 1960-1980 y en 2007-2008. Las barras indican la cantidad de carbono en el suelo hasta el metro de profundidad en toda la región para ambos períodos. Fuente: redibujado de Álvarez, Berhongaray *et al.*, 2012.

principalmente como proveedora de nutrientes para las plantas. En la región pampeana se ha encontrado una estrecha relación entre la productividad de trigo y el contenido de contenido de materia orgánica del suelo en el que se cultivó.

Recientemente se ha evaluado el efecto de la agricultura sobre la cantidad de materia orgánica de los suelos pampeanos. Mediante la comparación de suelos apareados, cultivados y sin cultivar, en establecimientos productivos distribuidos en toda la región pampeana, se observó que los suelos cultivados presentan alrededor de 14% menos de materia orgánica (ver tabla). Esta disminución se produjo a lo largo de entre 60 y 140 años, lo que revela un efecto negativo de la agricultura sobre las reservas de materia orgánica de los suelos pampeanos. Sin embargo, si se comparan los contenidos de carbono de los suelos entre 1960 y 1980 (época en que fueron evaluados por el INTA) y la actualidad, no se detectan cambios importantes a nivel regional, aunque sí se advierten variaciones zonales importantes (figura 5). Esto sugiere que el total de materia orgánica de los suelos pampeanos no ha variado significativamente en las últimas décadas, lo cual sugiere que las pérdidas debieron ocurrir en períodos anteriores al avance de la agricultura continua y la expansión de la soja.

Propiedades de los suelos pampeanos en situaciones no cultivadas y cultivadas en la capa superficial (0-25cm)

Propiedad del suelo	No cultivado	Cultivado	Variación (%)
Materia orgánica (t /ha)	84	72	-14
pH (acidez)	6,2	6,4	no significativa estadísticamente
Densidad aparente (t/m^3)	1,1	1,2	+10
Nitrógeno total (t/ha)	5,9	5,1	-14
Fósforo disponible (kg/ha)	170	59	-65

Fuente: Álvarez, Berhongaray *et al.*, 2012.

La agricultura extrae nutrientes del suelo en los productos cosechados que son transportados hacia las ciudades. No solo nitrógeno o fósforo, sino también cationes como calcio, potasio y magnesio, produciendo la acidificación del suelo (disminución de su pH). Suelos con un pH por debajo de 5,5 presentan problemas para el crecimiento de la mayor parte de los cultivos. En el relevamiento realizado en la región pampeana antes descripto no se han detectado problemas de acidificación generalizados ni se han detectado diferencias entre sitios cultivos y no cultivados (ver tabla), de modo que la acidificación no parece ser un problema que haya afectado la productividad pampeana hasta el presente.

Otro proceso de degradación observado en la región, ligado al laboreo continuo del suelo y a la ausencia de cobertura vegetal o de residuos, es la erosión. En el este de la región pampeana predomina la erosión producida por las lluvias y en el oeste, la generada por el viento. La erosión reduce o elimina la capa superficial del suelo en la que se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica y nutrientes. La subregión conocida como pampa ondulada (norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba) es la más afectada por este proceso. Estudios recientes mostraron una disminución de unos 4cm en la capa superficial de los suelos de esta subregión. Esta pérdida de suelo, en la medida en que el proceso erosivo no se detenga, representa una disminución potencial de la productividad en el largo

plazo debido a que conlleva la pérdida de materia orgánica y nutrientes. Como consecuencia de los procesos de erosión, pérdida de materia orgánica y salida de nutrientes por cosecha, se ha producido una disminución en la fertilidad o disponibilidad de nutrientes como nitrógeno y fósforo en los suelos (ver tabla).

El suelo debe ser un ambiente favorable para el desarrollo y la exploración por parte de las raíces. La compactación disminuye el volumen de los poros más grandes del suelo por donde crecen las raíces, con lo cual reduce el volumen de suelo explorado por ellas y, consecuentemente, la absorción de agua y nutrientes. La caída en el contenido de materia orgánica del suelo, el tránsito de maquinaria y las labranzas continuas son causantes de la compactación. Esta puede medirse mediante la determinación de la densidad aparente del suelo, que consiste en la relación entre su masa y el volumen ocupado. En los planteos agrícolas de la región pampeana se han encontrado aumentos de la densidad aparente que rondan en promedio un 10% respecto de suelos no cultivados (ver tabla), si bien los valores hallados no alcanzan los valores críticos que pueden afectar el crecimiento de las raíces (entre 1,5 y 1,8t m^{-3} según el suelo).

La adopción de siembra directa descripta antes revirtió parcialmente algunos de los cambios negativos generados por la agricultura. Este sistema permitió un aumento promedio de 6% del nivel de materia orgánica en la capa superficial en suelos de la región. Sin embargo, no resulta suficiente para controlar la erosión cuando las pendientes del terreno son pronunciadas o predominan cultivos que dejan el suelo poco cubierto por residuos, como ocurre con la soja. Como contrapartida, se observa un leve incremento de la densidad aparente (3%) bajo este sistema de labranza, aunque no suele alcanzar valores críticos. Algunos interrogantes que resta contestar se vinculan al impacto de este sistema sobre la acumulación de agroquímicos en suelo y las masas de agua y la biodiversidad.

¿Cómo evolucionaron los rendimientos de los cultivos?

En los apartados anteriores se describieron los cambios de manejo y su impacto sobre algunas propiedades importantes de los suelos relacionadas a la productividad. Podemos preguntarnos ahora si el rendimiento de los cultivos reflejó los cambios en las propiedades de los suelos. La respuesta es no. Los rendimientos aumentaron y el maíz presentó los aumentos más importantes (figura 2D).

Los factores que contribuyeron a estos aumentos, y que no se relacionan con el suelo, son numerosos: mejora genética, ajustes en la fecha de siembra, mejor control de malezas, enfermedades y plagas, etcétera. Un factor que sí se relaciona con el suelo y el aporte de nutrientes, y que también contribuyó a este aumento, fue el incremento en el uso de fertilizantes, principalmente de nitrógeno, fósforo y azufre. Este aporte de nutrientes permitió aumentar los rendimientos, especialmente de cereales como trigo y maíz. Entre la campaña agrícola 1967-1968 y la campaña 2007-2008 el rendimiento medio de grano de la región pampeana se duplicó. Se estima que un 16% de ese aumento se debe a la fertilización (figura 6).

Por el contrario, el cambio de la modalidad de labranza (de convencional a siembra directa) no parece haber afectado los rendimientos. Los resultados de numerosos experimentos realizados en la región pampeana, principalmente en la porción más húmeda, muestran que los principales cultivos tienen rendimientos semejantes en sistemas manejados con uno u otro tipo de labranza, en la medida en que el suministro de nitrógeno por ferti-

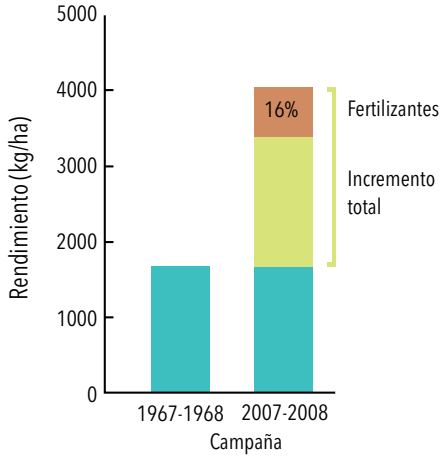


Figura 6. Rendimiento promedio de grano de la región pampeana (trigo, maíz, soja y girasol) para dos campañas agrícolas, 1967-1968, en la que casi no se utilizaban fertilizantes, y 2007-2008, con alto uso de fertilizantes. La franja azul indica la proporción del aumento de rendimiento atribuible al uso de fertilizantes entre esas dos campañas. Fuente: Álvarez *et al.*, 2013.

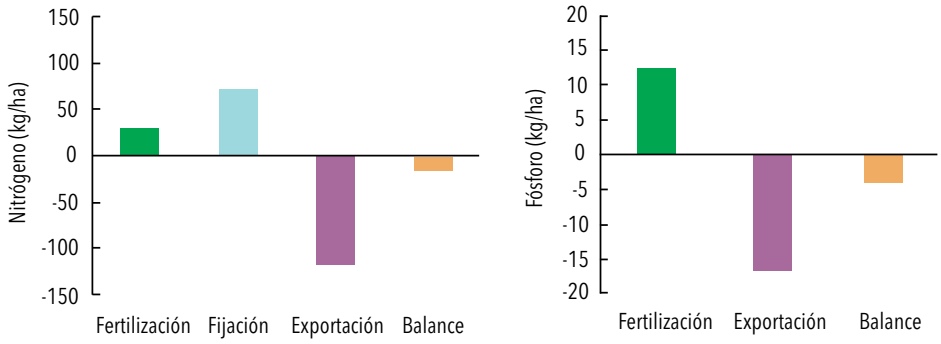


Figura 7. Balance promedio de nitrógeno y fósforo para los suelos cultivados de la región pampeana en la campaña 2007-2008. Fuente: Álvarez *et al.*, 2013.

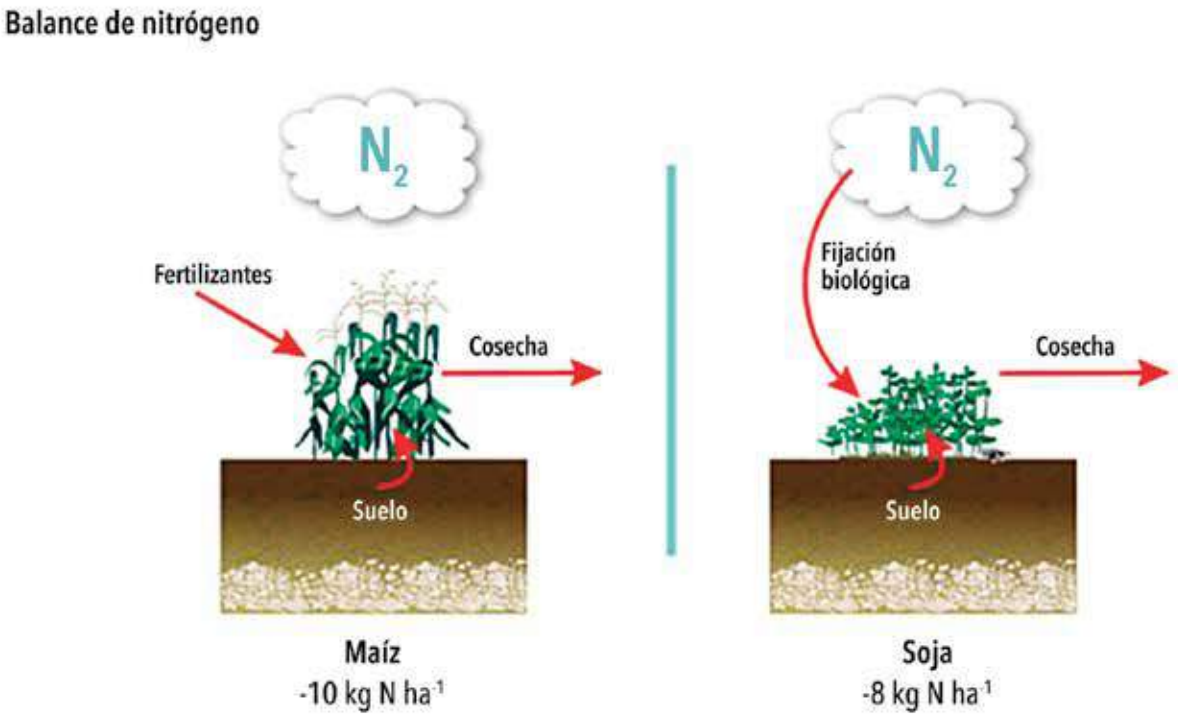


Figura 8. Balance de nitrógeno de maíz o soja en la región pampeana. Fuente: Álvarez, Berhongaray *et al.*, 2012.

lización sea adecuado. Sin embargo, resulta aventurado generalizar estos resultados a la porción semiárida de la región, donde no está claro qué papel puede jugar el sistema de labranza sobre la producción.

¿Cómo podrían cambiar las propiedades de los suelos en el futuro?

Las pérdidas de nutrientes que han experimentado históricamente los suelos pampeanos continúan en los sistemas productivos contemporáneos. Estas pérdidas se producen mediante cosechas cada vez más voluminosas con respecto a los nutrientes que ingresan al suelo. En la actualidad existe un flujo de entrada importante de nutrientes como nitrógeno y fósforo en los ecosistemas cultivados por fertilización y de nitrógeno mediante la fijación biológica que realiza la soja. Esta especie pertenece a la familia de las leguminosas que mediante una asociación con una bacteria que se aloja en sus raíces es capaz de aprovechar el nitrógeno del aire, una fuente inagotable.

A pesar de esto, los balances regionales de nitrógeno y fósforo, que resultan de la diferencia entre entradas y salidas de nutrientes, siguen siendo negativos (figura 7). También la sustitución de maíz por soja en algunas rotaciones, por ejemplo en las usadas en la pampa ondulada, ha permitido mantener o mejorar levemente los balances de nitrógeno ya que el maíz presenta un balance más negativo que la soja, aun con uso de fertilizantes (figura 8). Un esquema racional de fertilización permitirá manejar los niveles de nutrientes en los suelos de manera de evitar que su disponibilidad caiga por debajo de niveles críticos.

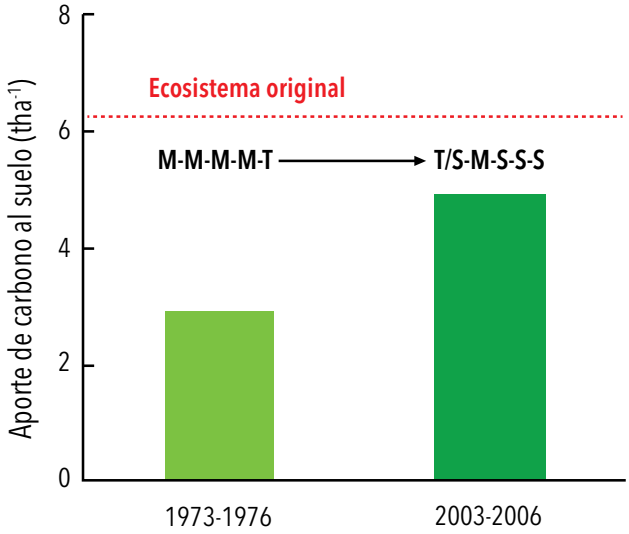


Figura 9. Aporte estimado de carbono de residuos vegetales a suelos de la pampa ondulada generado por las rotaciones usadas en diferentes períodos en esa subregión. M = maíz, T = trigo, S = soja. La línea punteada indica el aporte de carbono al suelo estimado para el ecosistema original. Fuente: Álvarez, Berhongaray *et al.*, 2012.

Entre los productores agropecuarios existe una gran preocupación con relación a los cambios futuros del contenido de materia orgánica de los suelos. Este contenido refleja la diferencia entre las entradas producidas por el ingreso de residuos vegetales y las salidas generadas por la actividad de los microorganismos descomponedores, que eliminan el carbono mediante la respiración celular. La introducción de soja en las rotaciones en reemplazo del maíz en algunas zonas determinó una drástica disminución de los ingresos de residuos vegetales al suelo por ser una especie de mucho menor porte. Sin embargo, el incremento generalizado de los rendimientos de todos los cultivos debido a la mejora tecnológica trajo aparejado un efecto contrapuesto, el de generar plantas cada vez más grandes que aportan más residuos al suelo. A esto se sumó también un mayor número de cultivos por año al generalizarse el doble cultivo trigo-soja en un mismo año. El resultado de estos dos procesos antagónicos ha sido que los ingresos de carbono en residuos a los suelos han aumentado respecto de los que se producían años antes en planteos agrícolas, aunque son todavía inferiores a los que existían bajo la vegetación pampeana original (figura 9). Es esperable que el aumento del ingreso de residuos a los suelos se mantenga en el futuro y permita incrementos de los niveles de materia orgánica a largo plazo.

Consideración final

En la región pampeana se ha observado un deterioro generalizado de los suelos debido a su cultivo, pero en su mayoría los cambios de las propiedades de los suelos no alcanzaron valores críticos o preocupantes. La tecnología ha compensado los efectos de la degradación sobre el rendimiento de los cultivos, incrementándolos. Es esperable que el avance de la agricultura y de la soja lleve a pérdidas de fertilidad de los suelos en el futuro, pero su impacto sobre la productividad puede minimizarse y hasta revertirse con el tiempo si se mantiene el efecto positivo de los avances tecnológicos producidos en las últimas décadas sobre los rendimientos. La agricultura y el proceso de sojización tienen otros impactos sobre los ecosistemas además de los descriptos aquí sobre los suelos, así como sobre aspectos económicos y sociales que no son abordados en este artículo, pero que resultan igualmente relevantes. CH

LECTURAS SUGERIDAS

ÁLVAREZ R, **BERHONGARAY G**, **DE PAEPE J**, **MENDOZA MR**, **STEINBACH HS**, **CARIDE C** y **CANTET R**, 2012, 'Productividad, fertilidad y secuestro de carbono en suelos pampeanos: efecto del uso agrícola', *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, t. LXVI: 381-426.

ÁLVAREZ R, **PRYSTUPA P**, **RODRÍGUEZ MB** y **ÁLVAREZ CR** (eds.), 2013, *Fertilización de cultivos y pasturas*, FAUBA, Buenos Aires.

ÁLVAREZ R, **RUBIO G**, **ÁLVAREZ CR** y **LAVADO R** (eds.), 2012, *Fertilidad de los suelos: caracterización y manejo en la región pampeana*, FAUBA, Buenos Aires.

DE PAEPE J & **ÁLVAREZ R**, 2013, 'Developments of a soil productivity index using an artificial neural network approach', *Agronomy Journal*, 105: 1803-1813.

Roberto Álvarez
Ingeniero agrónomo, UBA.
Profesor titular, Facultad de Agronomía, UBA.
Investigador independiente del Conicet.
ralvarez@agro.uba.ar

Gonzalo Berhongaray
PhD e investigador posdoctoral, Universidad de Amberes.
bgonzalo@agro.uba.ar

Josefina L De Paepe
MSc, Universidad de Amberes.
Jefa de trabajos prácticos, Facultad de Agronomía, UBA.
depaepe@agro.uba.ar

María R Mendoza
Ingeniera agrónoma, UBA.
mmendoza@agro.uba.ar

Haydée S Steinbach
MSc, UBA.
Profesora adjunta, Facultad de Agronomía, UBA.
steinbac@agro.uba.ar

Constanza Caride
Ingeniera agrónoma, UBA.
Ayudante de primera, Facultad de Agronomía, UBA.
conicaride@gmail.com

Rodolfo Cantet
PhD, Universidad de Illinois.
Profesor titular, Facultad de Agronomía, UBA.
Investigador principal del Conicet.
rcantet@agro.uba.ar

Carina R Álvarez
Doctora en agronomía, UBA.
Profesora asociada, Facultad de Agronomía, UBA.
alvarezc@agro.uba.ar

Los puertos de otrora

Desde tiempo inmemorial, el transporte por agua fue usado por los habitantes de una extensa porción del actual territorio argentino. Las poblaciones precolombinas asentadas en lo que hoy se llama el Litoral usaban los grandes ríos de la cuenca del Plata, que siguieron transitando los españoles. Con estos comenzó el tráfico de ultramar, cuya importancia creció a lo largo de los siglos, en especial en la segunda mitad del siglo XIX, por la llegada masiva de inmigración y el peso de la economía exportadora.

A cada momento de esta historia de transporte acuático corresponde alguna clase de instalación portuaria, desde rudimentarios muelles o embarcaderos fluviales hasta los puertos modernos para el tráfico de ultramar, que empezaron a ser construidos hace no mucho más de cien años y cuyo caso paradigmático es el puerto de Buenos Aires.

Este tardó mucho en concretarse; durante esa demora se utilizaron el Riachuelo, el río Luján en Tigre, tres muelles principales en el centro de la ciudad –uno para pasajeros y dos mayormente para carga– más algunos secundarios, y un engorroso sistema de lanchones y carretas. Cuando el puerto se concretó, resultó de la opción que hicieron las autoridades por una de dos concepciones enfrentadas: la del ingeniero Luis Huergo, que hoy se tiende a considerar técnicamente mejor, y la del empresario Eduardo Madero, que eludía restricciones políticas cuyo peso hizo inviable la otra, en especial el hecho de que el diseño de Huergo, que aprovechaba el Riachuelo, requería la participación del gobierno provincial además del nacional.

El proyecto del que terminó llamándose Puerto Madero fue realizado por los ingenieros ingleses Hawkshaw, Son & Hayter, firma que también diseñó los depósitos con paredes exteriores de ladrillo a la vista construidos del lado oeste de los diques por la firma alemana Wayss & Freytag Ltd. entre 1895 y 1905 (hoy, remodelados, tienen otros usos). La construcción del puerto se inició el 1 de abril de 1887 y estuvo en manos de Thomas Walker & Co. La dársena sur se inauguró el 28 de enero de 1889. Los diques 1 y 2 fueron habilitados el 31 de enero y el 28 de septiembre de 1890, respectivamente; el dique 3, el 31 de marzo de 1892, el dique 4 y la dársena norte, el 7 de marzo de 1897. Con la conclusión del canal norte, la obra se dio por terminada el 31 de marzo de 1898. Los silos y galpones emplazados del lado este de los diques fueron instalados después de 1900 por empresas vinculadas con el comercio de granos, como Bunge y Born.

Para 1910, Puerto Madero no podía atender a muchos de los nuevos buques, por el tamaño que tenían. El gobierno puso en marcha la construcción de un nuevo puerto, que tomó la forma de dársenas abiertas en peine, justamente la disposición defendida por Huergo. Ubicado al norte del anterior y conocido por Puerto Nuevo, se inauguró en 1919 y sigue en uso.

Fuera de Buenos Aires, por la misma época se hicieron esfuerzos por modernizar los principales puertos fluviales, en particular los del Paraná, como Rosario y Santa Fe, que servían a un importante *hinterland* cerealero, aunque por las condiciones naturales se trataba de obras técnicamente más sencillas que las necesarias sobre la banda occidental del estuario del Plata o en la costa atlántica. Entre las últimas sobresale el puerto Ingeniero White, construido por el Ferrocarril del Sud en las cercanías de la ciudad de Bahía Blanca.

En 1884 la línea ferroviaria llegó a dicha ciudad y en 1885 la empresa inauguró un puerto que tenía un muelle de hierro en curva al que llegaban los trenes y podía recibir atracados tres buques de ultramar y otros tres de cabotaje. A partir de 1889 el incremento en los embarques de cereales llevó a considerar una ampliación, cuya obra comenzó en 1902 y quedó concluida en 1908 con la construcción de dos elevadores de granos. El nombre del

ingeniero Guillermo White (nacido en Dolores en 1844 de padre norteamericano y formado en la UBA), presidente de la empresa ferroviaria, fue dado al puerto por el presidente Julio A. Roca en 1899.

José X Martini

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

Pescadores de Mar del Plata. Foto de HG Olds, ca. 1893, cortesía Ediciones de la Antorcha. La imagen proporciona una idea de las dificultades de encontrar lugares portuarios adecuados en la costa bonaerense. Solo a comienzos del siglo siguiente se encaró la construcción de un puerto protegido en Mar del Plata, que se inauguró en 1924.

Puerto de la Casilla, ciudad de Corrientes. Foto de Samuel Rimathé, ca. 1901, colección Cesar Gotta. El nombre se debía a la presencia de una casilla de la Aduana. El Paraná proporcionaba a ciudades como Corrientes la vía más importante de transporte de sus productos a los mercados y de abastecimiento de bienes no producidos localmente. Las conectaba sobre todo con Rosario y Buenos Aires. La cantidad de embarcaciones que se advierten en la foto da idea de la importancia de ese tráfico y de la necesidad de un puerto.

La Paz, Entre Ríos. Foto de Samuel Rimathé, ca. 1893, colección Luis Priamo. Aunque construir un puerto fuera menos exigente técnicamente en el Paraná que en el estuario del Plata, se debía enfrentar dificultades como oscilaciones de la altura de las aguas, cuyas bajantes podían impedir que las embarcaciones llegaran a un muelle, según se aprecia en la foto. Garantizar su atraque hubiese requerido bastante mayor inversión, por ejemplo, en dragado.

Puerto del Riachuelo. Fotógrafo desconocido, ca. 1879, colección César Gotta. Foto tomada de la margen izquierda mirando hacia la desembocadura. En 1878 se había emprendido el dragado del cauce y la construcción de muelles de amarre como parte de reformas que procuraban dar más capacidad receptiva al pequeño puerto natural usado desde antiguo, el único cercano al centro de la ciudad antes de Puerto Madero.

Puerto de Tigre. Foto de Esteban Gonnet 1866, The New York Public Library. Después del Riachuelo, el segundo amarradero protegido cercano a Buenos Aires estaba en Tigre. Con el tiempo ambos fueron vinculados por ferrocarril a la capital.

Puerto de Rosario. Foto de Carlos Boschetti, ca. 1900, colección Escuela Superior de Museología de Rosario. Su movimiento comercial se incrementó de manera marcada con el auge del cultivo de cereales en la pampa gringa.

Embarque de rollizos de quebracho en el puerto de Colastiné, Santa Fe. Foto de Bartolomé Corradi, ca. 1904, colección Edmundo Corradi.

Muelle de pasajeros. Foto de Benito Panunzi, ca. 1867, colección Carlos Sánchez Idiart. Estaba ubicado en el bajo de la Merced, aproximadamente a la altura de la calle Cangallo (hoy Perón). El muelle que se distingue a la derecha, en segundo plano, permitía descargar mercadería a los depósitos de la Aduana. Se construyó más al norte un tercer muelle, llamado de las Catalinas, en coincidencia con la calle Paraguay.

Hotel de Inmigrantes en Retiro. Foto de Samuel Rimathé, ca. 1895, colección César Gotta. Estuvo entre 1887 y 1911 en el predio donde se construyó la gran terminal del Ferrocarril Central Argentino (hoy Mitre), inaugurada en 1915. La foto fue posiblemente tomada de un punto cercano a la actual intersección de Antártida Argentina y Comodoro Py, apuntando aproximadamente al oeste.

La Boca. Foto de Samuel Rimathé, ca. 1895, Museo Mitre. Tomada desde la margen izquierda mirando aguas arriba en momentos en que los mayores buques de ultramar ya podían usar el parcialmente habilitado Puerto Madero.

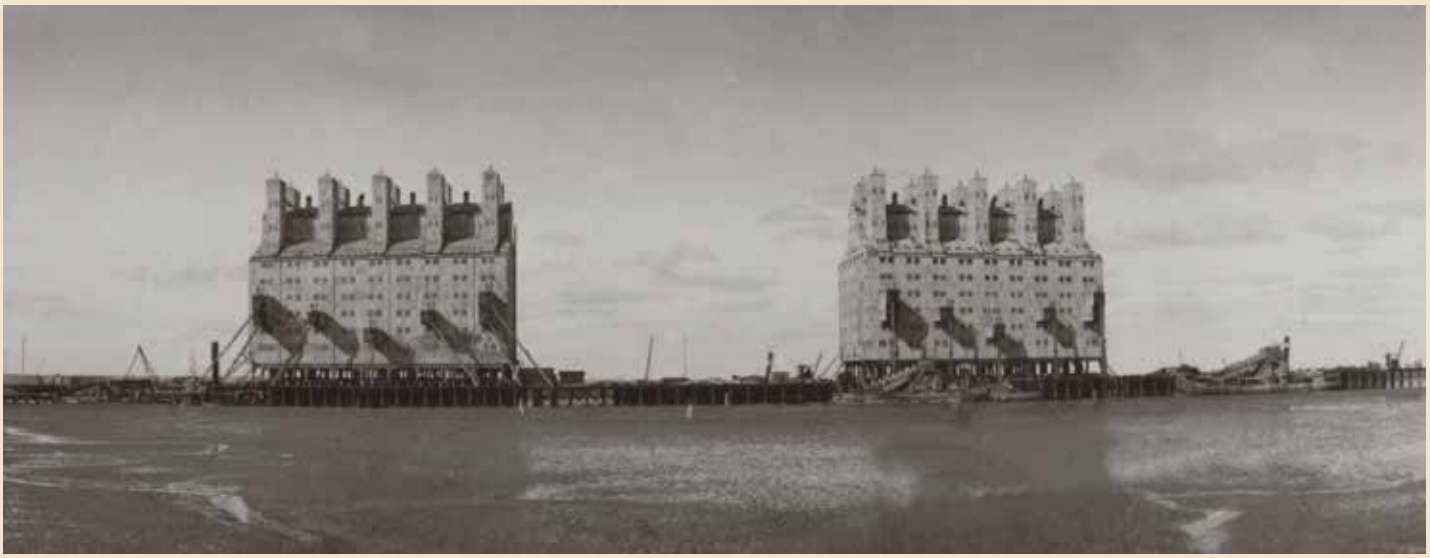
El Riachuelo. Foto de HG Olds, ca. 1903, colección Luis Priamo. Tomada desde la margen derecha mirando aguas abajo. Si bien para la fecha de la foto Puerto Madero estaba habilitado, el Riachuelo seguía en intensa actividad, sobre todo para embarcaciones de cabotaje.

Puerto Madero y la ciudad. Foto de Arturo W Boote y Cía., ca. 1893, colección Daniel Sale. Avanzaba la construcción de Puerto Madero: los diques 1, 2 y 3 (la numeración es de sur a norte) estaban habilitados. Pronto se rellenarían los espacios inundados que muestra la foto entre el puerto y la ciudad, y desaparecerían tanto la Aduana semicircular o Aduana de Taylor (demolida en 1894) y la Estación Central de ferrocarriles (incendiada en 1897). Adviértase sobre la derecha que la ampliación de la Casa Rosada de los lados norte y este estaba concluida (cosa que sucedió en 1890).

Puerto Madero en construcción. Foto de Samuel Rimathé, ca. 1890, Biblioteca Manuel Gálvez. Muestra las obras del dique 2 y da una idea gráfica de la magnitud del esfuerzo.

Puerto Madero. Foto de Samuel Rimathé, ca. 1890, Museo Mitre. Es el dique 1. Se puede deducir que había sido habilitado no mucho tiempo antes.

Puerto Ingeniero White. Foto de HG Olds, ca. 1901, cortesía Ediciones de la Antorcha.



Elevadores de granos en el puerto Ingeniero White. Fotógrafo desconocido, colección Hume, Universidad de San Andrés. Fueron inaugurados en 1908.

Juan Pablo FC Rossi
Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA

Combinación de sabores

Cuando cocinamos buscamos que, además de nutrirnos, la comida sorprenda nuestros sentidos y poco reflexionamos acerca de lo complejas que resultan las modificaciones de los alimentos desde el punto de vista químico. Para introducirnos en esta tarea es necesario comprender los sentidos del gusto y del sabor, y relacionarlos con los resultantes de la combinación de diversas biomoléculas. Debemos a ciertas reacciones químicas la generación de una enorme variedad de compuestos responsables del aroma que, combinados en forma adecuada, conforman los alimentos que disfrutamos diariamente.

Mucho de lo que conocemos sobre este tema se lo debemos a Louis-Camille Maillard (1878-1936), un médico francés que a principios del siglo XX estudió la combinación química de los azúcares con las proteínas. Su principal aporte fue relacionar ciertos procesos culinarios con aquellos que se llevan a cabo espontáneamente en el organismo durante el envejecimiento y el desarrollo de ciertas enfermedades. En particular, analizó la *glucosilación no enzimática*, una reacción química por la que los azúcares se combinan con otras moléculas en un proceso que hoy se conoce comúnmente como *reacción de Maillard* y es responsable de ciertas modificaciones en los alimentos al cocinarlos a altas temperaturas.

El sentido del gusto

Para el idioma castellano *gusto* y *sabor* son palabras con significados muy similares. En un contexto más restringido y a los fines de emplear con mayor precisión ambos términos, podemos hablar del sentido del gusto como el que se localiza en la boca y del sabor como un conjunto de sensaciones relacionadas con el gusto, el olfato y la memoria. Tradicionalmente, al menos en nuestra cultura occidental, distinguimos varios tipos de gustos: amargo, ácido o agrio, dulce y salado. Hay, además, un quinto tipo no identificado por la mayoría de nosotros. No es el picante, que se ha demostrado que es una sensación relacionada con el dolor, ni tampoco es la sensación de frío que puede provocar la menta. Este quinto gusto fue identificado en 1908 por el profesor Kikunae Ikeda de la Universidad Imperial de Tokio. Ikeda notó que podía detectar un gusto común a los espárragos, el tomate, el queso y la carne que no era dulce, ácido, amargo ni salado. Además, observó que este gusto era muy intenso en un plato tradicional japonés hecho con el alga kombu. Del alga extrajo glutamato monosódico, la sal de sodio del aminoácido glutámico. A este nuevo gusto lo denominó umami cuya traducción aproximada sería delicioso o, en una menos literal pero adecuada

¿DE QUÉ SE TRATA?

Las reacciones químicas que suceden cuando cocinamos, responsables de los aromas y sabores de los alimentos, ocurren en nuestro cuerpo asociadas al envejecimiento y a ciertas enfermedades.

versión, 'abroso. Como resultado de todo esto en 1909 en Japón se comenzó a comercializar el glutamato monosódico con el nombre comercial de Ajinomoto, que hoy en día es un aditivo universalmente utilizado para realzar el gusto de muchos alimentos. Posteriormente, se identificó el monofosfato de inosina en el atún desecado y el monofosfato de guanosina en los hongos shiitake. Estos ribonucleótidos producen un efecto sinérgico con el glutamato y la intensidad del sabor umami resultante es mayor que la suma de ambos ingredientes. Sentimos este gusto gracias a la presencia de receptores específicos para glutamato en la lengua. En algunas especies como perros, ratones, monos y humanos, la respuesta al umami es independiente de la respuesta a los demás gustos. Pero ratas y gatos no distinguen el gusto del glutamato monosódico (umami) de aquel del cloruro de sodio (sal de mesa). Así como el dulce induce a consumir azúcares ricos en calorías, el umami incitaría a consumir alimentos con alto contenido de proteínas.

Compuestos aromáticos

Las operaciones culinarias modifican la cantidad de ciertos elementos químicos denominados *compuestos de Maillard*. Estos compuestos son en general de tono oscuro y están asociados al pardeamiento no enzimático que comúnmente se conoce como el dorado de los alimentos. La reacción de Maillard ocurre al cocinar cuando las proteínas y ciertos lípidos se recombinan con los azúcares presentes. El sabor de una comida moviliza los sentidos del gusto, el tacto, y toda la sinfonía de aromas que requieren de una elaboración intelectual compleja. ¿Pero cuán compleja es la combinación de los azúcares con las demás biomoléculas? Baste decir que entre 1940 y 1950 los científicos determinaron la existencia de más de seiscientos compuestos diferentes que contribuyen al aroma de la carne asada.

Cabe preguntarse cómo es que se producen estos compuestos y en qué cantidad. Es un hecho conocido que el sabor generado en una carne asada difiere según el procedimiento con la que se cocine. Por ejemplo, en la barbacoa (*barbecue*) de Estados Unidos de América, la carne es asada a fuego vivo, lo que genera un tostado intenso de la superficie y un interior más crudo que el tradicional asado criollo hecho a las brasas de carbón o leña. El producto del asado criollo es más ahumado y el uso de una llama reductora, debido al monóxido de carbono y óxidos nitrosos generados por las brasas, resulta en una carne bien cocida pero roja ya que se evita oxidar las proteínas. El sabor de ambos asados difiere notoriamente, así como la calidad y cantidad de los compuestos de Maillard formados en cada caso. Este ejemplo muestra como partiendo del mismo ingrediente se llega a distintos productos con un método similar de cocción. Las carnes generalmente tienen pocos hidratos de carbono en su superficie, por eso cuando se cuecen junto con cebollas u otros vegetales ricos en azúcares se favorece la reacción de Maillard. Lo mismo ocurre si enharinamos previamente los trozos de carne. Esto no es más que ayudar por acción de masas las reacciones de Maillard mediante la adecuada presencia de un azúcar simple o complejo para que se combine con las proteínas, con ciertos lípidos y con los ácidos nucleicos.

Todo cocinero sabe intuitivamente, sobre la base de sus conocimientos experimentales, que hay que cuidar algunos factores para que se den las combinaciones apropiadas. Por ejemplo, no recargar la sartén o el recipiente donde se cocina ya que los jugos no tendrán tiempo de evaporarse y, en consecuencia, se obtiene un hervido que produce pocos compuestos de Maillard. También que cuanto más oscura por la cocción resulta la comida, mayor es la proporción del sabor y que el desglaseado posterior del fondo de cocción mediante el agregado de un solvente acuoso caliente o alcohólico a la sartén extrae los compuestos sabrosos formados en el fondo.

La reacción de Maillard

Sabemos que las reacciones de Maillard crean sabores y oscurecen el color de la comida. Estas reacciones se favorecen con altas temperaturas, pérdida de agua o de-

Una barbacoa norteamericana difiere de un asado criollo. Chris Campbell /Wikimedia Commons.

Papas fritas y pan tostado. Foto www.morguefile.com

secamiento, alcalinidad, concentración adecuada de los compuestos reactivos y tiempo. Las altas temperaturas con bajos contenidos de humedad y un medio alcalino promueven en conjunto la reacción de Maillard. La reacción de Maillard comienza a manifestarse de forma visible bien arriba de los 100ºC, temperatura a la que hierve el agua. Si lo hacemos a una temperatura inferior a esta, los jugos no se evaporan lo suficientemente rápido y las reacciones tienen lugar en forma limitada: la comida se cuece pero no alcanza el sabor apropiado. Como ejemplo, es un hecho conocido que la cocción en un horno de microondas produce en general un alimento menos sabroso que el cocinado a fuego vivo ya que las condiciones de pérdida de agua y de temperatura no favorecen la reacción de Maillard. Si dejamos el alimento a bajas temperaturas, las reacciones de formación de los productos glicosilados transcurren en forma lenta, poco perceptible, pero que se manifiestan a medida que transcurre el tiempo, días, semanas o años como cuando dejamos un trozo de carne en el freezer por mucho tiempo.

No siempre las reacciones de Maillard mejoran el sabor del alimento. En la Segunda Guerra Mundial los soldados norteamericanos se quejaban por el huevo desecado que integraba sus raciones y que utilizaban para hacer tortillas y revueltos. El producto se conservaba a temperatura ambiente, tenía un color pardo poco atractivo y su sabor era desagradable. Luego de estudiar el problema se advirtió que era necesario extraer los azúcares del huevo y después proceder a su desecamiento, con lo que se evitaban las indeseables reacciones de Maillard.

Otras reacciones adversas ocurren en la conservación de tubérculos como la papa. Es importante controlar la concentración de azúcares de la papa con el objeto de prevenir las reacciones de Maillard. La cantidad de azúcares de la papa está afectada por varios tipos de reacciones, por lo que es fundamental controlar la temperatura de almacenaje. Si se reducen las temperaturas de almacenamiento para evitar la germinación por debajo de 10ºC, se altera la velocidad de las reacciones en forma desigual y se generan tubérculos dulces y con mala textura. Si se las mantiene a temperaturas entre 15-20ºC, se produce disminución del contenido de azúcares.

Muchas veces se confunden las reacciones de caramelización con las de Maillard. Las primeras corresponden a la transformación de los azúcares sometidos a alta temperatura. En cambio, las segundas exigen la combinación de azúcares con compuestos que tengan grupos amino-primarios libres. Los grupos amino-primarios están formados por un átomo de nitrógeno y dos de hidrógeno, y se encuentran presentes en proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Debemos a las reacciones de Maillard la generación de una enorme variedad de compuestos aromáticos que se presentan combinados en los alimentos de los cuales disfrutamos diariamente, como cuando tomamos una taza de café o comemos un chocolate.

Oxidación y reducción

La glucosa es el azúcar más abundante en el organismo y es un elemento reductor, es decir que cede electrones ante un agente oxidante. En este proceso de oxidorreducción, el azúcar se oxida y el agente oxidante se reduce. Aun cuando la concentración de glucosa en la sangre está sometida a un cuidadoso mecanismo de regulación en individuos sanos, se la considera

como el azúcar reductor mayoritario en las reacciones de *glucosilación no enzimática* de interés biológico. La reactividad de la glucosa depende de un equilibrio entre la forma cíclica o cerrada y la forma extendida o abierta donde la molécula presenta un grupo *carbonilo* libre. Un grupo *carbonilo* consiste en un átomo de carbono con un doble enlace a un átomo de oxígeno. Se sabe que la forma extendida de los azúcares no es muy estable y en la glucosa esta forma representa solo el 0,002%. Aun así las moléculas de azúcar consiguen estabilizarse a través de un equilibrio entre forma abierta y formas cerradas en las que el grupo *carbonilo* ha desaparecido. Este proceso de estabilización de la forma reactiva se conoce como *arreglo de Amadori*, en honor al químico italiano Mario Amadori (1886-1941) que describió los primeros estadios de la combinación de estos azúcares reductores con los grupos amino-primarios pertenecientes a distintas moléculas. El mecanismo de estas reacciones no se conoce con detalle aunque se sabe que es un proceso que involucra complejos reordenamientos intramoleculares y, en algunos casos, la asociación entre varios de estos compuestos. Durante estas reacciones se forman también compuestos altamente reactivos que poseen dos grupos *carbonilo* y que actúan como propagadores de la reacción. En la cocina muy rápidamente, o en el organismo luego de varios meses o incluso años de contacto con glucosa, las proteínas de bajo recambio, por ejemplo el colágeno, originan una serie de productos denominados genéricamente *productos de glucosilación avanzada*. Muchos de estos compuestos son fluorescentes y presentan color pardo amarillento. Su aislamiento e identificación química han sido problemáticos, dada su heterogeneidad e inestabilidad.

Diabetes y envejecimiento

Uno de los mecanismos implicados en las complicaciones de la diabetes es la *glucosilación no enzimática* de las proteínas que ocurre por la alta concentración de glucosa en sangre. Por ejemplo, la hemoglobina de los glóbulos rojos se modifica por este mecanismo pero esto no repercute en su función. En cambio, la *glucosilación no enzimática* de proteínas tiene un efecto perjudicial cuando ocurre en las membranas basales de los vasos sanguíneos, en el cristalino del ojo o sobre el colágeno y algunas enzimas. Este proceso se acelera cuando aumenta sostenidamente la glucemia, por lo que hay un incremento de la producción y acumulación de estos productos en diversos tejidos donde ejercen efectos patológicos.

Las proteínas como el colágeno, la mielina o la proteína del cristalino ocular tienen baja tasa de recambio, lo que es igual a decir una vida media larga, por lo tanto, pueden llegar a transformarse en productos de glucosilación avanzada y acumularse a través de los años. Esto influye en el desarrollo de diversas patologías y refuerza el concepto de que el envejecimiento y las reacciones de glucosilación podrían estar estrechamente relacionados. El colágeno es un componente fundamental del tejido conectivo y constituye el 25% del total en peso de proteína del organismo. Por lo tanto, su modificación por glucosilación avanzada desencadena fenómenos patológicos de enorme importancia. Por ejemplo, en las paredes arteriales y las membranas basales de los capilares se forman productos de entrecruzamiento estables no solo con otras moléculas de colágeno sino también con varias proteínas plasmáticas que en circunstancias normales son de vida media corta, por ejemplo, la albúmina, las inmunoglobulinas y las lipoproteínas de baja densidad. Esto produce el engrosamiento de dichos tejidos, cuya flexibilidad y permeabilidad disminuyen, y se ha sugerido que dichas proteínas plasmáticas estarían relacionadas con el desarrollo de enfermedades vasculares, ateroesclerosis y glomeruloesclerosis.

Los investigadores han demostrado que, luego de alimentar ratones diabéticos con una dieta rica en productos de Maillard, se produce un dramático engrosamiento de la pared arterial de esos animales. Esto llama la atención sobre el riesgo representan estos productos cuando se ingieren en forma desmedida dado que no solo se presentan en individuos diabéticos sino que son de ocurrencia general y tienen enormes implicancias en la salud. CH

LECTURAS SUGERIDAS

GONZÁLEZ FLECHA FL, CASTELLO PR, GAGLIARDINO JJ y ROSSI JPFC, 2000, 'La glicación de las proteínas y su participación en enfermedades humanas", Ciencia Hoy, 58: 48-55.

GONZÁLEZ FLECHA FL, BERMÚDEZ MC, CÉDOLA NV, GAGLIARDINO JJ y ROSSI JPFC, 1990, 'Decreased Ca^{2+}ATPase activity after glycosylation of erythrocyte membranes in vivo and in vitro', *Diabetes*, 39: 707-711.

MCGEE, Harold, 2004, *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*, Scribner, Londres.

Juan Pablo FC Rossi

Doctor en bioquímica, UBA.
Investigador superior del Conicet.
Profesor plenario, FFYB, UBA.
Director del Instituto de Química y Fisicoquímica Biológicas, UBA-Conicet.

Alejandro Vena
Instituto Secundario
Argentino-Danés Alta Mira

Águeda Caro Petersen
Museo de Ciencias Naturales,
Municipalidad de Necochea

Aprender haciendo ciencia

Una experiencia inspiradora

Los museos de ciencias despiertan vocaciones entre quienes disfrutan del conocimiento, ya que establecen un contacto directo con el material y el método con el que trabajan técnicos e investigadores. Actualmente, la propuesta de los museos de aprender jugando permite incorporar nuevos contenidos sin esfuerzo y grabarlos de manera indeleble con la fuerza del disfrute.

Con el objetivo de transmitir la idea de que la ciencia es una aventura emocionante, investigadores del Área de Arqueología y Antropología dependiente del Museo de Ciencias Naturales de la ciudad de Necochea se pusieron en contacto con el Colegio Argentino Danés Alta Mira para realizar una experiencia pedagógica novedosa: comenzar un proyecto en conjunto entre científicos y estudiantes de la escuela secundaria.

Una de las tareas fundamentales de la arqueología es el reconocimiento de especies faunísticas. El proyecto propuso, entonces, generar una colección osteológica referencial de fauna nativa y exótica de la región. Esta colección, a la que llamamos 'Banco de esqueletos', empezó como un proyecto para el taller de laboratorio, enmarcado en la orientación de Ciencias Naturales. La experiencia se ha convertido en un proyecto de cinco años de duración en el que han participado cinco cursos (aproximadamente 150 alumnos). Su éxito derivó en la construcción de un atlas osteológico fotográfico y digital, al que se hará referencia más adelante.

Desde 2012, cada alumno de la orientación Ciencias Naturales que comienza a cursar cuarto o quinto año toma contacto con ambos proyectos. A partir de ese año y hasta la fecha, el plan de trabajo ha quedado como proyecto institucional, es decir, el procesamiento y clasificación de los huesos de los distintos especímenes, para chicos de cuarto año; y para los alumnos de quinto, lo concerniente a la fotografía sistemática, la edición y el armado del *Atlas zorro*.

Asumido con gran entusiasmo y motivación por parte de los alumnos, el proyecto aportó importantes contenidos pedagógicos, como la adquisición de metodología científica, el descubrimiento de la fauna local, el conocimiento de la anatomía, la incorporación de terminología específica, la fotografía de cada paso, la toma de notas de los pormenores de la faena, el registro de cada vocablo determinado para su posterior definición e inclusión en el marco teórico del pertinente informe de laboratorio bajo riguroso método científico, el manejo de variables, la rigurosidad en la tarea, el fortalecimiento de la relación vincular entre pares, con los investigadores y con el docente, el respeto por la opinión propia como por la ajena y la resolución colectiva de distintas problemáticas surgidas durante el trabajo.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Alumnos del Colegio Argentino Danés Alta Mira generan una colección osteológica y un atlas digital fotográfico de referencia para el reconocimiento de especies animales de interés arqueológico.

Manos a la obra

Para la colección de especímenes, los alumnos, a través de conocidos y familiares, se pusieron en campaña para conseguir animales recientemente muertos, para lo cual la ruta y los accidentes automovilísticos fueron los principales proveedores.

En las clases de laboratorio los chicos procedían a la disección de los cadáveres, realizando el cuereo, la remoción de los órganos internos, la fotografía y la toma de notas en cada paso, así como el registro de cada vocablo específico para su posterior definición e inclusión en el marco del informe de laboratorio.

El siguiente desafío fue degradar los tejidos blandos sin afectar el periostio, en un tiempo que no excediera el ciclo lectivo. Todo esto debía llevarse a cabo con métodos seguros para los estudiantes y que demandaran pocos recursos. Se realizaron experiencias piloto a partir de varios protocolos aportados por investigadores del Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia y de otros métodos publicados. Luego de ensayos de laboratorio donde se analizaron las variables del biotopo como temperatura, humedad, pH, porosidad y permeabilidad del sustrato, se logró construir un método propio que cumpliera con los requisitos iniciales. Una vez degradados los tejidos blandos, se procedió a la limpieza y clasificación de los huesos. Entre las dificultades en-

MÉTODO DE DEGRADACIÓN HIPOGEA DE TEJIDOS BLANDOS CON CONSERVACIÓN DEL PERIOSTIO
1. Obtención de un espécimen recientemente muerto.
2. Remoción de la piel con bisturí. Separación de esqueleto apendicular y axial.
3. Inhumación a poca profundidad (unos 10cm) en sustrato ligeramente ácido con microfauna hipogea abundante. Se entierran las cinco partes, el esqueleto axial y cada extremidad, en bolsas individuales de tejido mosquitero plástico cosidas por los alumnos. Se agregan tapas de gaseosas de colores para identificar lateralidad, tapitas verdes para las izquierdas y rojas para las derechas, y ubicación, entera para las delanteras y mitades para las traseras.
4. Exhumación. Entre los tres y los seis meses, dependiendo del tamaño del animal, se recuperan las bolsas y su contenido.
5. Lavado general sobre zaranda con agua y cepillo.
6. Degradación química de restos de proteínas con lavandina (hipoclorito de sodio) y lípidos (con soda cáustica), hidróxido de sodio.
7. Secado sobre papel blanco.
8. Identificación de piezas óseas mediante el uso de un atlas en formato papel.
9. Rotulado de los huesos.
10. Armado de cajas y rotulado de las mismas.
11. Traslado y donación al Área de Arqueología y Antropología Municipal, donde la colección se archiva en una estantería.

contradas en esta parte, contamos la de separar los más pequeños por ser del mismo tamaño y color que algunas rocas calizas del sustrato y determinar a posteriori la lateralidad de cada pieza de los esqueletos apendiculares.

Para estas tareas se establecieron cuatro grupos de trabajo, atendiendo a la predilección de cada educando: los 'cirujanos', quienes se animaban a ponerse los guantes y máscaras para procesar los cadáveres; los que podían ver sangre pero sentían repulsión al contacto directo formaron el grupo de fotografía. Un poco más alejados estaban los reporteros, que capturaban cada detalle o expresión de sorpresa. Los que preferían no acercarse a la mesada de trabajo se unieron al de informáticos, que en la biblioteca iban armando el informe y buscando información en libros o en internet para encontrar el significado de… ¡tantos términos desconocidos!...

Contrariamente a lo esperado, el más numeroso de los grupos siempre fue el de los osados que, munidos de delantal, guantes de látex y barbijo, no dudaban en poner manos a la obra en la tarea de disección.

Mediante este esquema de trabajo se logró armar una colección de veinticuatro esqueletos limpios, desarticulados, identificados, rotulados y embolsados por pieza, acomodados en cajas individuales por espécimen. Las especies representadas fueron zorro gris (3), liebre (2), peludo (3), mulita (1), lechuza vizcachera (2), lechuzón de campo (1), lechuza de campanario (2), ciervo (1), caballo (1), lobo marino (1), ñandú (1), gato montés (2), gato doméstico (2), hurón (1), cuis (1).

Para identificar ciertas piezas óseas con características propias a cada especie fue imprescindible contar con atlas osteológicos específicos. Distintos grupos de arqueólogos de la provincia de Buenos Aires proveyeron algunos atlas en soporte papel o formato digital. Sin embargo, esta búsqueda puso de manifiesto una problemática existente, en términos metodológicos, dentro de la disciplina zooarqueológica, que impulsó la idea de generar una herramienta para facilitar la identificación de restos de fauna. Surge, de este modo, el proyecto de elaboración de un atlas osteológico fotográfico-digital de alta definición que permita mejorar las posibilidades de identificación anatómica y taxonómica.

Segundo proyecto

Frente a esta necesidad se comenzó a construir un atlas osteológico fotográfico y digital de uno de los especímenes estudiados y disponibles en la colección y que fuera de relevancia en sitios arqueológicos del país. Este trabajo se realizó en dependencias del Área de Arqueología y Antropología de la ciudad de Necochea, donde grupos reducidos de tres o cuatro alumnos asistían en horario extraescolar para trabajar junto a técnicos, becarios e investigadores en la concreción del *Atlas zorro*.

Las tareas de registro llevaron más de un año durante el cual se realizó la selección del fondo de las fotografías y la iluminación, la toma de catorce imágenes de cada hueso y su procesamiento por medio de programas informáticos. Esta tarea ha logrado un producto final de alta calidad visual gracias al gran esfuerzo y el compromiso de los alumnos.

La experiencia siguió presentando nuevos desafíos; el siguiente fue diseñar una herramienta digital que permitiera localizar detalles anatómicos de cada hueso con interés comparativo, a través de marcadores (puntos rojos) para visualizar el rasgo diagnóstico con solo apoyar el cursor.

El proyecto comenzó con el grupo de alumnos de quinto año de 2012, seleccionando el método de fotografía, analizando variables como luz, tiempo de exposición, apertura del diafragma,

tipo de escala, fondo sin brillo ni textura; en 2013 el siguiente grupo, y con la idea de que los alumnos culminaran la tarea de tomar todas las fotos y comenzaran a recortar digitalmente, unificar el fondo y editar las imágenes. Para los alumnos que iniciaron quinto año en 2014, las fotos estaban listas y se inició la edición final del atlas con el programa. El último paso que resta es compilar las carpetas para una navegabilidad más cómoda.

El link de descarga es *https://github.com/luisparravicini/caliboro*

Con esta información se planea elaborar un CD para su distribución a las bibliotecas de universidades nacionales que lo requieran (algunas ya lo han solicitado) y posteriormente ofrecerlo a través de internet de manera libre y gratuita.

Este proyecto da trascendencia e importancia al trabajo escolar realizado, dado que el producto terminado no se descartará a fin de año tras la entrega formal, sino que representa un pequeño aporte a la producción científica local y nacional.

El proyecto 'Banco de esqueletos' fue presentado en Feria de Ciencias en 2011. Ese mismo año recibió la distinción El Filántropo, otorgada por nuestra ciudad, Necochea, al joven solidario. Por otro lado, en 2012 fue galardonado el proyecto *Atlas zorro*, que participó también del certamen Premio Presidencial a las iniciativas de educación y servicio, que corresponde a una propuesta pedagógica del Ministerio de Educación de la Nación. En esta última instancia obtuvo una de las cincuenta menciones de honor entre un total de mil proyectos. Por último, el trabajo ha sido presentado en el Simposio de Arqueología Pública durante el XVIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, realizado entre el 22 y el 26 de abril de 2013 en la ciudad de La Rioja. En dicha ponencia participaron dos alumnas y el docente a cargo, junto con las investigadoras.

El sustento teórico para este trabajo proviene de la disciplina conocida como arqueología pública, según la cual la práctica científica no debe únicamente crear mecanismos y vías de comunicación, sino que también debe preguntarse por la relación entre los profesionales y la sociedad a la cual pertene-

Cráneo y mandíbula de zorro gris. La escala indica 10 cm.

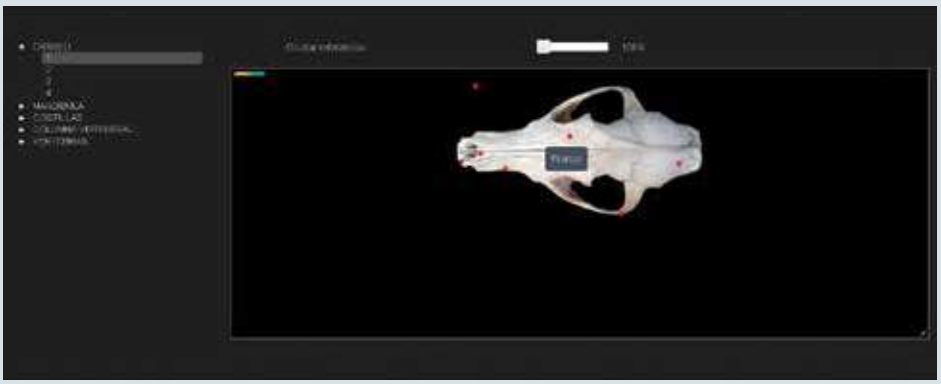


Figura 3. Marcadores (puntos rojos), barra de zoom e indicación de escala. La foto muestra cómo se podrá ver *Atlas zorro* en internet, una vez concluida la última etapa del trabajo.

cen. En la arqueología pampeana esta consideración es particularmente sensible puesto que el pasado regional remoto es poco conocido hoy en día. Por ello resulta necesario generar proyectos que permitan visibilizar los conocimientos sobre este pasado y su interpretación actual. A la vez, para que la comunidad realmente se apropie del pasado es importante que participe del proceso de construcción del conocimiento. El caso presentado fue un facilitador para que los alumnos se apropiaran y resignificaran el conocimiento científico, y construyeran su propio entendimiento. Es nuestra convicción que otros saberes, que habitualmente no forman parte del devenir científico formal, se tengan en cuenta y permitan el surgimiento de nuevas críticas y nuevos conocimientos.

Este proyecto ha sentado un invaluable precedente para continuar construyendo conocimiento entre alumnos, docentes e investigadores. CH

Agradecimientos. Los autores agradecen a la licenciada Nora Flegenheimer por su compromiso y participación, sin los cuales ninguno de los proyectos hubiera sido posible. Al ingeniero Luis Parravicini, que ha sido fundamental para las últimas etapas del proyecto *Atlas zorro*; al doctor Mariano Colombo, coordinador del Museo de Ciencias Naturales de Necochea, por su apoyo incondicional, y a las autoridades del Instituto Secundario Argentino-Danés Alta Mira.

LECTURAS SUGERIDAS

FUNARI PP, 2004, "Arqueología latinoamericana y su contexto histórico: la arqueología pública y las tareas del quehacer arqueológico", en A. Haber (ed.), *Hacia una arqueología de las arqueologías sudamericanas*, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Centro de Estudios Socioculturales e Internacionales, Uniandes, Bogotá, pp. 83-90.

MERRIMAN N, 2004, *Public Archaeology*, Routledge, Londres-Nueva York.

PUPIO A, COLOMBO M., FLEGENHEIMER N, BAYÓN C, DOMINELLA V y **SIMÓN C**, 2007, "Programas de educación del patrimonio arqueológico en espacios de educación formal y no formal", en C Vázquez y O Palacios (eds.), *Patrimonio cultural: la gestión, el arte, la arqueología y las ciencias exactas aplicadas*, CNEA, Buenos Aires, pp. 145-153.

SALERNO V, 2013, "Arqueología pública: reflexiones sobre la construcción de un objeto de estudio", *Revista Chilena de Antropología*, 27: 7-37.

Alejandro Vena

Profesor de física, Instituto Superior de Formación Docente Nº 163 de Necochea. Docente del Instituto Secundario Argentino Danés Alta Mira, Necochea.

Águeda Caro Petersen

Licenciada en antropología orientación arqueología, Facultad de Ciencias Sociales, UNICEN.
Investigadora en el Museo de Ciencias Naturales, Necochea.
soyalel@hotmail.com

Mariana Koppmann

Los sentidos, el cerebro y el sabor de la comida

De los cinco sentidos tradicionales –oído, vista, tacto, olfato y gusto–, parecería que solo uno se refiere a específicamente a la comida, pero no es tan así. Ya antes de probar los alimentos nuestros otros sentidos, sobre todo la vista y el olfato, pero en casos también el oído (por ejemplo, cuando se oye freír un alimento), lo mismo que muchos otros factores, condicionan nuestra experiencia. Esto es así al punto de que nuestra apreciación de un mismo plato no es igual en una mesa con mantel o sin mantel, con música estridente o tranquila, con cubiertos de plata o de plástico, disfrutando de una excelente compañía o discutiendo acaloradamente con alguien. El acto de comer es una experiencia sensorial compleja, como escribió Susana Fiszman, de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (*http://www.sebbm.com/ pdf/166/d03166.pdf*). En la experiencia gastronómica intervienen todos nuestros sentidos, a los que se suman factores no sensoriales del contexto, que afectan no solo nuestras percepciones sino, también, nuestra aceptación y disfrute de las comidas. Hoy se están realizando muchos experimentos que tratan de dilucidar cómo y por qué ocurren estas interacciones cruzadas (*cross modal interactions* en la literatura en inglés) de nuestros sentidos con dichos factores no sensoriales y del ambiente en el que comemos.

La vista nos permite percibir la forma, la distancia, el tamaño y el color de los objetos, entre ellos los alimentos. Tanto el color como la forma de un alimento generan expectativas sobre el plato que vamos a probar. Es tan importante su influencia que la intensidad con que se perciben algunos sabores varía según el color de la comida, y a un mismo alimento se le percibe distinto sabor si se le da diferente color. Por ejemplo, por no haber alimentos naturales de color azul, cualquier comida teñida

¿DE QUÉ SE TRATA?

La ciencia ayuda a entender qué son y cómo percibimos los sabores de los alimentos.

de ese color resulta poco apetitosa y por ende menos sabrosa. Será interesante ver si la aceptación de este color en los alimentos resulta influida por su aparición, en los últimos años, en el mercado de bebidas.

El gusto de la comida es producto de detectar en la boca, por medio de células especializadas llamadas *receptores*, ubicadas de las papilas gustativas, cinco tipos distintos de moléculas: dulces, saladas, ácidas, amargas y umami. Percibido el estímulo por el receptor, pasa como impulso nervioso al cerebro, el que interpreta las señales según dichos sabores básicos. De ahí que en la feria Masticar 2014, Diego Golombek y Mariano Sigman eligieron 'La comida entra por… el cerebro' como título de una charla. Las papilas gustativas se encuentran distribuidas en la lengua, el paladar, las mejillas, las amígdalas, la úvula o campanilla y la región superior de la garganta. Es así que personas que perdieron la lengua pueden seguir percibiendo sabores.

El sabor dulce resulta de la presencia de azúcares, de los que no todos tienen la misma potencia, es decir, no provocan la percepción del mismo dulzor (lo que vale también para los edulcorantes de bajas calorías). El sabor salado resulta de la sal común o de otras sales, las que tampoco lo generan con la misma intensidad. Se percibe muy rápidamente pero tarda en desaparecer. El sabor ácido también se percibe rápidamente, pero esa velocidad puede variar bastante en función de qué sustancias haya en la saliva y del tipo de ácido que se pruebe, lo que resulta en un amplio rango tanto de estimulación como de permanencia.

El sabor amargo es de percepción lenta pero muy duradera: se mantiene por casi un minuto luego de haberse enjuagado la boca. No todas las sustancias amargas pueden ser detectadas por todas las personas, una particularidad de origen genético que las distingue, por ejemplo, de las dulces.

El umami fue el último sabor químico básico aceptado por la comunidad científica; su nombre proviene de una palabra japonesa que podría traducirse por 'agradablemente sabroso'. Es un sabor generado por el glutamato monosódico y se encuentra en alimentos ricos en proteínas y en algunos vegetales como tomates, espárragos y hongos. (Véase el artículo 'Combinación de sabores' en la página 50 de este número.)

Philippe Mercier, *El sentido del gusto*, 1747. Colección Paul Mellon, Centro Yale de Arte Británico.

Hongos y tomates permiten apreciar el sabor umami.

Entre los gustos básicos también hay interacciones que seguramente muchos reconocerán: el amargo y el dulce en altas concentraciones se suprimen mutuamente, como sucede en el caso del café con azúcar. También se contrarrestan el ácido y el dulce en altas concentraciones. En cambio, mezclar salado y dulce aumenta el sabor dulce si las concentraciones son bajas, cosa que no sucede con altas concentraciones, que pueden suprimir o no tener efecto sobre el dulzor. Esas interacciones han producido resultados gastronómicamente muy apreciados, como poner en la salsa de tomate un poco de azúcar para enmascarar en la boca la acidez, o cantidades no perceptibles de sal en el chocolate amargo para suprimir la percepción del amargor.

La textura de los alimentos cambia también la percepción de la intensidad de cada gusto: cuanto más viscosa una preparación, menos percepción de los gustos. Otro factor de no poca influencia es la memoria emocional ligada con el sentido del olfato. Los olores de comidas que acompañaron determinadas situaciones –placenteras o desagradables– influyen en nuestro estado de ánimo en cuanto volvemos a sentirlos.

El olfato, un sentido que opera químicamente al igual que el gusto, lleva a percibir olores cuando los receptores del bulbo olfatorio de nuestra cavidad nasal entran en contacto con determinadas moléculas volátiles, que estimulan las terminaciones nerviosas de esos receptores a que envíen señales al cerebro; este las interpreta: melón maduro, pescado fresco o carne podrida. Las sustancias volátiles pueden ingresar a la nariz desde el exterior, en cuyo caso hablamos de olor, o desde la boca por vía retronasal, y entonces hablamos de aroma. Es así que mientras masticamos percibimos con el sentido del olfato las moléculas volátiles que identifican el alimento. Si el olfato está ausente, por algún problema fisiológico o por un resfrío, solemos decir que no le sentimos gusto a la comida, aunque es solo el olor o aroma diferencial que caracteriza a cada alimento el que no percibimos, pero igual podemos identificar los gustos básicos y otras sensaciones somáticas.

El sabor, entonces, es la sumatoria del gusto más el aroma más un conjunto de sensaciones corporales que pueden ser táctiles, térmicas o químicas, y aportan información sobre la consistencia, la temperatura, la astringencia (sensación de sequedad), o el picante, punzante, ardiente, refrescante o metálico de los alimentos. La sensación de picante resulta la estimulación de las terminales nerviosas ubicadas en la boca cuyas señales llegan el nervio trigémino y causan dolor. La sustancia química característica de este estímulo es la capsaicina, presente en los ajíes picantes. La sensación refrescante se produce por una reacción química con nuestros receptores de temperatura que, estimulados por sustancias como el mentol, producen la sensación de frío aunque no haya cambio de temperatura. El sabor metálico está en franca discusión en el ámbito científico: ciertos estudiosos pos-

www.hipfoodiemom.files.wordpress.com

tulan que se trata de un gusto como el salado y el dulce. De la misma manera, punzante y ardiente describen en forma diferenciada otras sensaciones provocadas por diferentes sustancias.

Por otro lado, tanto el gusto como el olfato son sentidos que se cansan o saturan. Dejamos gradualmente de responder a un estímulo permanente, por lo que el primer bocado de una comida se percibe más sabroso que el último, y ya no percibimos el olor de un ambiente al rato de estar en él. Esto explica la variedad de los menús de degustación de los restaurantes, cuyos sucesivos platos renuevan los estímulos al cerebro y nos proporcionan revividas satisfacciones.

Tenemos la capacidad de discriminar entre muchísimas sustancias y sus mezclas en distintas proporciones. El olfato se puede desarrollar y educar, lo que significa que podemos entrenarnos en la atención que prestamos a los estímulos y la habilidad del cerebro para relacionarlos. Nuestra habilidad de discriminación es tal, que hasta ahora no se ha podido crear aparato que nos emule. CH

Mariana Koppman

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

CIENCIAHOY inaugura la serie de volúmenes temáticos con 30 artículos sobre Ciencias del Mar ya publicados en la revista.

contacto@cienciahoy.org.ar
RevistaCienciaHoy
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