CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 25 número 150 Julio - agosto 2016
Ejemplar en la Argentina $80

EDICIÓN 150

Evolución del delta del Paraná

El camalote, una planta viajera

Poliembrionía en mamíferos

Computación cuántica

Silos bolsa

ISSN 0327-1218
00150
9 770327 121009

INNOVACIÓN Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS PARA LA INDUSTRIA ENERGÉTICA

CAMPOS MADUROS

RECURSOS NO CONVENCIONALES

REFINERÍA Y PETROQUÍMICA

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

NUEVAS ENERGÍAS

GAS

Y-TEC

YPF TECNOLOGÍA

www.ypftecnologia.com

CIENCIA HOY

Fundada en 1988

Propietario: ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Director: Pablo Enrique Penchaszadeh

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

Sede: Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5º A
(C1193AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4961-1824 y 4962-1330
Correo electrónico: *contacto@cienciahoy.org.ar*
http://www.cienciahoy.org.ar

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

Editores responsables

Federico Coluccio Leskow
Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján

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

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

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

Ingrid de Jong
Instituto de Ciencias Antropológicas, UBA-Conicet

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

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

Aníbal Gattone
UNSAM

Roy Hora
Universidad Nacional de Quilmes. Conicet

José X Martini
Asociación Ciencia Hoy

Paulina E Nabel
Asociación Ciencia Hoy

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

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

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

Consejo científico

Coordinadora: Olga Dragún (Departamento de Física, CNEA)

Elvira Arrizurieta (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), José Emilio Burucúa (UNSAM), Ennio Candotti (Museo de Amazonia, Brasil), Jorge Crisci (FCNYM, UNLP), Roberto Fernández Prini (FCEN, UBA), Stella Maris González Cappa (FMED, UBA), Francis Korn (Instituto y Universidad Di Tella), Juan A Legisa (Instituto de Economía Energética, Fundación Bariloche), Eduardo Míguez (IEHS, UNCPBA), Felisa Molinas (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), Marcelo Montserrat (Academia Nacional de Ciencias), José Luis Moreno (Universidad Nacional de Luján), Alberto Pignotti (FUDETEC), Gustavo Politis (Departamento Científico de Arqueología, FCNYM, UNLP), Eduardo H Rapoport (Laboratorio Ecotono, Universidad Nacional del Comahue), Fidel Schaposnik (Departamento de Física, UNLP)

Secretaría del comité editorial: Paula Blanco

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

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

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

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

Costo de envío
PAÍSES LIMÍTROFES DE LA ARGENTINA: US$ 33
RESTO DE AMÉRICA: US$ 54
RESTO DEL MUNDO: US$ 60
(American Express - Visa)

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

En el resto de la Argentina
Distribuidora Interplazas SA
Pte. Luis Sáenz Peña 1836
(C1135ABN) Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ISSN 0327-1218
Nº de registro DNDA 5301597

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

Corrección
Mónica Urrestarazu

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

ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

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

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

MECENAZGO CULTURAL
Buenos Aires Ciudad

www.facebook.com/RevistaCienciaHoy

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

Sumario

Julio – agosto 2016
Volumen 25 - número 150

EDITORIAL
4 Restos humanos en las colecciones de museos

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY
6 Volumen 2 - número 10
Noviembre - diciembre 1990

8 GRAGEAS

PASADO EN IMÁGENES
13 La exposición internacional del Centenario
Ferrocarriles y Transportes Terrestres

Cuando se cumplieron cien años de la Revolución de Mayo hubo en la Argentina prolongados festejos, que en Buenos Aires incluyeron lo que para la ciudad de entonces fue una megaexposición internacional. Resultó de la suma de cinco exposiciones independientes: (i) Ferrocarriles y Transportes Terrestres, (ii) Agricultura y Ganadería, (iii) Industria, (iv) Higiene y (v) Bellas Artes. Estuvieron abiertas durante distintos períodos de varios meses entre mediados de 1910 y principios de 1911, y mostraron a los habitantes de la Capital (casi la mitad de los cuales eran extranjeros) y a los visitantes de provincia y del resto del mundo que los pobladores de estas tierras habían finalmente construido una nación. La nota muestra la primera de esas exposiciones.

ARTÍCULO
23 La evolución del delta del Paraná
Cambios geomorfológicos recientes (1775-2015)
Rubén A Medina

El análisis de cartografía antigua y de imágenes satelitales recientes permite constatar el comportamiento de espacios geográficos altamente dinámicos. Este tipo de estudios reveló que el delta del río Paraná aumentó su superficie en 650 km² desde 1775, algo más de tres veces el tamaño de la ciudad de Buenos Aires. Este fenómeno, entre otras consecuencias, ocasionó conflictos por límites con el Uruguay y plantea interrogantes acerca de las consecuencias que podría tener el calentamiento climático sobre su evolución.

ARTÍCULO
31 Camalotes
Historia natural de una planta viajera
Alicia Poi

Los camalotes forman islas flotantes y viven en forma permanente en las planicies de inundación de diversos ríos de la cuenca del Plata, además de otros de Sudamérica. Durante grandes crecidas son arrastrados aguas abajo y aparecen acumulados en sitios protegidos, como sucedió en meses recientes en las costas del gran Buenos Aires, incluidas las áreas portuarias. Están formados por varias especies de plantas acuáticas, principalmente por *Eichhornia crassipes*, y constituyen el hábitat de diversos animales. Pueden cubrir toda la superficie de los cuerpos de agua a los que llegan y alterar sus características ambientales.

ESPACIO INSTITUCIONAL
36 CONICET dialoga

ARTÍCULO
41 ¿Qué es la computación cuántica?
Alejandro Díaz-Caro

Nuestros actuales programas de computación funcionan con el sistema binario: almacenan ceros y unos en sus registros para hacer con ellos todas las operaciones que son capaces. Cada dígito almacenado, es decir cada cero o uno, se llama *bit*. La computación cuántica, que es la aplicación de conceptos de la mecánica cuántica al manejo de datos, opera con otro sistema. También almacena en sus registros ceros y unos, pero a cada dígito almacenado le asigna, además, una probabilidad, que varía entre 0 y 1, es decir, entre imposibilidad y certeza. En este caso no se habla de bits sino de *qubits*. Y los algoritmos para operar con los qubits son diferentes de los utilizados para hacerlo con bits.

ARTÍCULO

45 **Desayunar con café ¿modifica nuestras conexiones cerebrales?**

Marta Lapid Volosin

Se llama *conectoma* al conjunto de redes nerviosas de un individuo (igual que genoma es el conjunto de sus genes). Así, el proyecto del Conectoma Humano, iniciado en 2009 por los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos, procura definir las redes de neuronas que subyacen a las funciones del cerebro y al comportamiento. Con ese enfoque se realizó un estudio en profundidad de un solo individuo –el propio investigador que lo llevó a cabo–, que consistió en unas 100 sesiones de 10 minutos extendidas a lo largo de 18 meses de escaneo cerebral por resonancia magnética. De cada sesión resultaron unas 600 imágenes de su cerebro, y en total 60.000. Entre otras cosas, la investigación reveló que la cafeína modifica las redes neuronales.

ARTÍCULO

49 **Poliembrionía en mamíferos**

Alberto J Solari, Susana Merani, Juan Pablo Luaces y Luis Rossi

La mulita, al igual que otros armadillos, gesta durante su preñez crías idénticas que provienen de un único óvulo fecundado. Este fenómeno se conoce como poliembrionía y da lugar a gemelos univitelinos, incluso en los humanos.

ARTÍCULO

54 **El gigante de plástico que custodia nuestros alimentos**

Ana Grafia, Yanela Alonso y Luciana Castillo

Silo bolsa: una tecnología de almacenamiento hermético de granos que permite conservar la integridad de estos de manera eficiente y prolongada.

CIENCIA Y SOCIEDAD

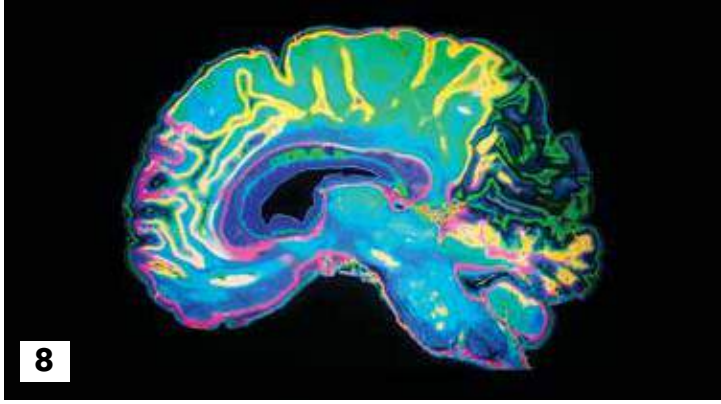
58 **Pérdidas y desperdicios de comida**

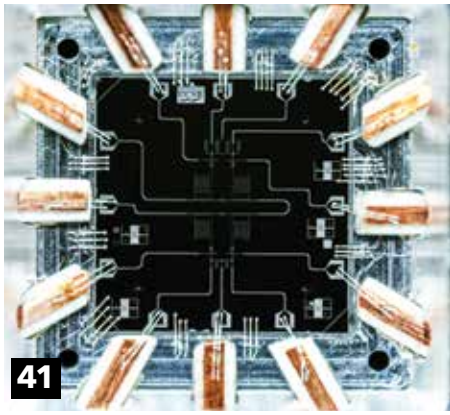
Mariana Koppmann

En el mundo se pierden o desperdician por año unas 1300 millones de toneladas de alimentos, alrededor de un tercio de todos los producidos. Al mismo tiempo, 800 millones de personas padecen de hambre, el cual se podría eliminar si esos comestibles malogrados llegaran a los hambrientos. ¿Qué se puede hacer al respecto?

ÍNDICE

61 **Volumen 25**





Restos humanos en las colecciones de museos

Esta entrega, el número 150 de la revista, es motivo para que Ciencia Hoy celebre con sus lectores, autores, árbitros, diagramadores, correctores y secretaría la continuidad de una labor que ya lleva 28 años. También lo es para que el comité editorial exprese su enorme reconocimiento y agradezca calurosamente a todos los que contribuyeron y contribuyen a hacerla posible, que incluye a los fundadores de la institución, a sus auspiciantes y benefactores, y a pasados miembros de sus cuerpos directivos y asesores.

Dicho esto, el presente editorial invita a reflexionar sobre un tema cuyo significado y alcances adquieren cada día más importancia a medida que nos adentramos en el siglo XXI y tomamos conciencia de las diferencias entre nuestra sociedad y la del siglo XIX –cuando se crearon los principales museos argentinos– e incluso la del siglo XX. Nos referimos a la existencia de restos humanos en las colecciones de museos, particularmente los de ciencias naturales, antropología o etnografía, un hecho que plantea, entre otras cuestiones, si es éticamente aceptable tenerlos allí, cómo deben ser conservados, si se los puede exhibir y cómo, o si los museos deberían darles otros destinos y cuáles.

No es la primera vez que nuestra revista se ocupa de museos (ni probablemente será la última). Así, en 1997 publicó una reflexión sobre los museos etnográficos que viene muy al caso para lo que queremos argumentar en este editorial (James Volkert, 'Los museos en los albores del siglo XXI', Ciencia Hoy 7, 39: 10-15), e igualmente al caso resulta nuestro editorial del número de octubre-noviembre de 2007 sobre el Museo Histórico Nacional ('¡Del museo se han robado un reloj!', Ciencia Hoy, 17, 101: 6-7).

El título de este editorial remite, entre otros, a episodios acaecidos en el Museo de La Plata en las décadas de 1880 y 1890, de índole similar a otros que más o menos contemporáneamente tuvieron lugar en los grandes museos de historia natural y etnografía del hemisferio norte. Esos episodios consistieron en la obtención, incorporación a las colecciones y exhibición de restos humanos de aborígenes de territorios sometidos al dominio político europeo o al de países de reciente constitución en el ámbito cultural europeo, como la Argentina. Para la conciencia moral de quienes hoy dirigen, operan y visitan los mismos museos se trató de acciones reprobables sin atenuantes, pero no así para sus congéneres de hace más de un siglo. ¿Cómo puede ser que ello haya sido aceptable para los científicos y dirigentes de la época y todo lo contrario para los de hoy? ¿Y qué actitud debemos tomar ante esos hechos y sus protagonistas?

Para responder a estas preguntas conviene partir del hecho de que los museos son instituciones cuya concepción responde a la cultura de la época, con sus aciertos y sus errores. Por eso los museos de hoy son tan diferentes a los de fines del siglo XIX, y esa diferencia no solo incluye qué se presenta a los visitantes en las salas y cómo se lo presenta, sino también la concepción misma de un museo, su misión y sus funciones en la sociedad.

El mencionado editorial de 2007 habla de esos cambios en los museos históricos, y más concretamente, en la institución argentina de ese tipo por antonomasia, el Museo Histórico Nacional. Cuando este se fundó en 1889 impulsado por Adolfo Carranza (1857-1914), que lo dirigió por 25 años, tuvo por misión, en palabras de dicho editorial, construir 'el relato a ser tomado como historia canónica u oficial' y difundirlo entre quienes los gobernantes del país creían importante hacerlo, en especial 'los escolares, los inmigrantes, quienes tenían poca educación y los extranjeros de visita'.

Era una misión perfectamente adaptada a una sociedad con gran proporción de inmigrantes en procura, para recurrir a la inspirada expresión de Tulio Halperin Donghi (1926-2014), de 'construir una nación en el desierto argentino'. 'Como no podía haber Nación sin historia', afirma nuestro editorial, 'fundar la primera exigía crear la segunda, algo que se hizo con éxito (y no excesiva fidelidad a los hechos…)'. Se hizo con la conducción de gobiernos cuya visión política, la del Estado nacional federal formalizado en la Constitución de 1853, solo había tomado vigencia efectiva pocas décadas antes, digamos en 1860. Dicha visión era netamente eurocéntrica: para ella la historia humana progresaba indefinidamente hacia estadios superiores definidos por los valores que difundían con celo proselitista las potencias coloniales.

Los museos de historia natural (que hoy llamamos de ciencias naturales) tenían misiones coherentes con lo anterior en el ámbito científico: ante todo conocer el mundo natural, pues entonces la investigación en esas ciencias se realizaba principalmente en los museos, y luego difundir ese conocimiento a los públicos mencionados.

La visión de la época acostumbraba a distinguir entre el ámbito de la naturaleza y el de la cultura, distinción que quedaba reflejada en el medio académico. Así, en la órbita alemana se diferenciaba entre las ciencias de la naturaleza (*Naturwissenschaften*) y ciencias del espíritu y la cultura (*Geistes-* y *Kulturwissenschaften*). Esta concepción lleva implícito el postulado de que la cultura aparece en algún estadio de la evolución humana y explica que los museos decimonónicos de

historia natural se hayan ocupado también de seres humanos, sobre todo de la evolución biológica de la especie, su diversidad (entonces concebida como razas biológicamente distintas) y las características étnicas de los grupos ajenos a la sociedad europea o marginales en ella. Por contraposición, esos grupos humanos no interesaban a los museos históricos.

Los museos de ciencias naturales abordaron el estudio de la especie humana con los métodos de observación, medición, clasificación y colección de especímenes que aplicaban a todos los temas de su interés. De ahí que hayan incorporado restos humanos a sus colecciones, de la misma manera que incorporaban restos de mamíferos, de otros animales y de plantas. Y que el tratamiento dado a esos restos y a su conservación y exhibición fuese similar.

Esta observación no implica desconocer y menos condonar procedimientos de obtención de esos restos que no solo hoy se consideran reprobables sino que, también, fueron denunciados por voces de la época, de la misma manera que había denuncias contemporáneas sobre la forma de obtención de cadáveres humanos en un mercado negro por anatomistas de entonces.

Con el andar del tiempo y la modificación de los enfoques científicos, muchos museos de ciencias naturales se desprendieron de sus áreas y colecciones de antropología y etnografía, que pasaron a constituir museos independientes; otros las conservaron. En la Argentina sucedieron ambas cosas: en Buenos Aires hoy operan el Museo Etnográfico Juan B Ambrosetti, de la UBA, y el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, del Conicet; las cuestiones que trata este editorial, en consecuencia, atañen al primero. El Museo de La Plata, en cambio, no fue escindido.

El contexto descripto, que corresponde a los años en que fueron creados tanto el Museo de La Plata como el Histórico Nacional, varió considerablemente desde entonces. Europa se vio devastada por dos grandes guerras y tuvo enormes sectores de su población sometidos por años a dictaduras sanguinarias; la descolonización cambió el marco de vida de millones de personas; el desarrollo económico, la educación y la movilidad social incorporaron multitudes a las clases medias en todos los continentes, cuya presión política dio lugar a sucesivas olas de democratización; transportes, comunicaciones y comercio internacional terminaron con las sociedades étnica y lingüísticamente homogéneas.

En el mundo así configurado, quedó obsoleta la misión de los museos históricos como creadores, depositarios y transmisores de la mítica historia oficial, y tendió a ser sustituida en los ámbitos más esclarecidos por la misión de explorar las múltiples historias de los grupos que componen las actuales sociedades pluralistas, con su diversidad de tradiciones étnicas, ideologías, religiones, morales privadas e incluso idiomas.

E igualmente obsoleta quedó la visión científica de los museos de ciencias naturales. La biología experimental de laboratorio, que revolucionó nuestra comprensión de los seres vivos, se instaló principalmente fuera de los museos; la genética molecular, que permitió entender los mecanismos de la evolución, quitó fundamento al concepto de razas humanas y mostró cómo puede coexistir una enorme diversidad de caracteres individuales en los miembros de una única especie; y el afán por medir y clasificar los organismos individuales pasó a segundo plano ante los esfuerzos por comprender el funcionamiento y evolución de los ecosistemas, las relaciones entre las especies, la selección natural, la conducta animal, etcétera.

Lo anterior aconteció en paralelo con cambios éticos y políticos que, luego de guerras, dictaduras, matanzas y genocidios, condujeron a reconocer la preeminencia de las libertades individuales, a limitar los poderes discrecionales de los gobiernos, a sujetar a naciones independientes a normas superiores a ellas, como la Declaración Universal de Derechos Humanos, y a sus gobernantes a instancias penales supranacionales, como la Corte Penal Internacional.

Este nuevo contexto provee la respuesta a la pregunta formulada más atrás sobre por qué procedimientos normales en los museos y entre los científicos de hace 130 años son hoy inaceptables. La situación es similar a la de muchas otras actividades en que los sujetos eran y son personas, desde la educación a la medicina pasando por las condiciones laborales, y en nuestro caso particular, al operativo económico, político y militar de la conquista del desierto (cuyo nombre mismo hoy resulta cuestionado).

Lo anterior, sumado a la presión de agrupaciones indígenas cada vez más poderosas, hicieron que los museos que las tenían decidieran (o se vieran legalmente obligados) a restituir partes mayores o menores de sus colecciones de restos humanos, y a que cambiaran los estándares de tratamiento y conservación de las partes que conservaron, las que ahora se tratan en todas las instituciones como materiales sensibles. Si hoy los museos se rigen por los nuevos estándares, qué hacer con algunas consecuencias de los antiguos, como los restos humanos que quedaron en ellos, es justamente lo que durante las recientes décadas esas instituciones, a las que se sumaron centros de investigación, vienen buscando enfrentar en muchos países.

En la Argentina, a veces lo han hecho de manera franca y decidida, pero no dejaron de registrarse casos de resistencias o negligencias internas, como demoras en actualizar inventarios o reticencias a dialogar con reclamantes. De todos modos, se ha ido difundiendo la conciencia de que es necesario cambiar de actitud ante esta compleja cuestión. En términos generales, ese cambio se está realizando con honestidad y está alcanzando todo el éxito esperable bajo fuertes presiones encontradas y no siempre libres de intereses espurios. Es un esfuerzo que merece reconocimiento y apoyo.

LECTURAS SUGERIDAS

CASSMAN V, ODEGAARD N & POWELL J (eds.), 2007, *Human Remains. Guide for Museums and Academic Institutions*, Altamira Press.

UK MUSEUM ETHNOGRAPHERS GROUP, 1994, 'Professional Guidelines Concerning the Storage, Display, Interpretation and Return of Human Remains', *Journal of Museum Ethnography*, 6: 22-24.

HACE 25 AÑOS en CIENCIA HOY

LA ANCIANIDAD EN CÓRDOBA

M MARTA MORALES - M CRISTINA BURBA - LIVIO GRASSO

Los censos poblacionales aportan innumerables datos que deben ser analizados e interpretados para la posterior aplicación de sus resultados al mejoramiento de la calidad de vida. Un ejemplo lo constituye el estudio de las características sociodemográficas de los ancianos de la provincia de Córdoba, a partir de un enfoque que supera los aspectos meramente regionales.

EL ENIGMA DE LOS PECES ELÉCTRICOS

OMAR TRUJILLO-CENÓZ

Se ha descubierto que ciertas familias de peces exploran el mundo que los rodea mediante un sistema electrorreceptivo con dos polos funcionales: uno que genera campos eléctricos y otro específicamente receptivo. Es el caso de la especie *Gymnotus carapo*, a cuyos individuos se los conoce vulgarmente como peces ratón o señoritas.

Foto Johann Balleis, Wikimedia Commons.

VIDA EN EXTINCIÓN

EDUARDO H RAPOPORT

Cuando apenas se empieza a estimar la verdadera variedad y cantidad de especies vegetales y animales que habitan nuestro planeta, la actividad del hombre está provocando su destrucción con rapidez mayor que la que se requeriría para estudiarlas. Las consecuencias de estas extinciones son aún difíciles de evaluar.

JOSÉ L LA TORRE: CIENCIA RIGUROSAMENTE VIGILADA

GUILLERMO BOIDO Y PATRICIO GARRAHAN

El Centro de Virología Animal (CEVAN) ha desarrollado la vacuna contra la diarrea neonatal del ternero y perfeccionado la vacuna contra la fiebre aftosa, dos problemas que afectan gravemente la actividad ganadera de nuestro país. Sin embargo, en septiembre de este año, en circunstancias poco claras, se intentó remover de su cargo a José L La Torre, director del instituto desde 1983. Ciencia Hoy dialogó con él acerca de las investigaciones realizadas por su grupo de trabajo y de las consecuencias que episodios como el que le tocó protagonizar pueden tener para el futuro inmediato de la ciencia argentina.

Visite nuestros archivos en www.cienciahoy.org.ar

Foto Laura Valerga

Foto Carlos Ravazzani

USOS Y ABUSOS DEL PATRIMONIO URBANO

JORGE E HARDOY - MARTA DUJOVNE - LAURA VUGMAN

Las movilizaciones y los debates promovidos por la intención de privatizar los jardines Botánico y Zoológico de la ciudad de Buenos Aires ponen de manifiesto la preocupación de una sociedad que desea conservar y proteger su patrimonio urbano.

Un patrimonio arquitectónico maltratado y perdido entre las nuevas construcciones y los quioscos de golosinas, animales tristes y en mal estado y un costo prohibitivo de las entradas. ¿Qué fue de los afanes pedagógicos y científicos de Holmberg, e incluso de las promesas de los concesionarios?

LOS 'CUALQUIERONES' Y EL EFECTO HALL CUÁNTICO FRACCIONARIO

HUNER FANCHIOTTI

La clasificación habitual de partículas cuánticas en bosones y fermiones se ha visto alterada por la introducción, en 1982, de un tercer tipo, los 'cualquierones'. Estas entidades permitirían comprender, en particular, el llamado efecto hall cuántico fraccionario.

Los anyones (la traducción castellana de 'cualquierones' no prosperó en países de habla hispana) siguen siendo un tema de intenso estudio y su existencia no ha sido aún demostrada.

UN DESAFÍO PARA LA INTUICIÓN

ALBERTO C DE LA TORRE

En el siglo XX, la mecánica clásica relativista y la mecánica cuántica han permitido comprender el comportamiento de sistemas físicos alejados de la escala humana cuyas propiedades suelen ser difíciles de aceptar. Tal sucede con la no separabilidad, propiedad que la interpretación realista de la mecánica cuántica asigna a la realidad objetiva.

FÍSICA Y MATEMÁTICA: ¿MATRIMONIO DE UNA SOLA NOCHE?

FIDEL SCHAPOSNIK

¿Es posible la matemática sin demostración o la física sin contrastación empírica? La índole de los trabajos premiados con las medallas Fields 1990 origina preguntas inquietantes y pone en evidencia, además, el carácter conflictivo de las relaciones entre la matemática y la física.

Epidemia de obesidad: lo improbable y lo posible

Clínica médica y bases de datos

Los hombres y las mujeres que padecen de obesidad grave tienen muy pocas probabilidades de lograr un peso normal. En contrapartida, tienen más chances de reducir su peso en 5% en un año que aquellos con obesidad menor. Por lo menos eso indica un estudio estadístico realizado en el Reino Unido entre 2004 y 2014 sobre más de 170.000 personas.

El índice que se utiliza para clasificar el grado de obesidad es el de *masa corporal*, BMI según su sigla en inglés. Se calcula simplemente dividiendo el peso (expresado en kilogramos) sobre la altura (en metros) elevada al cuadrado. Así, una persona con un BMI de más de 40 se considera con obesidad grave, mientras que una con un BMI entre 30 y 35, con obesidad leve.

El estudio estadístico se realizó analizando registros de la Base de Datos para la Investigación de Práctica Clínica (*Clinical Practice Research Datalink*), un proyecto financiado por el Departamento de Salud de Gran Bretaña, que provee información anónima para la investigación en salud pública. La utilización de la tecnología disponible para analizar información de grandes cantidades de pacientes es cada día más utilizada para confirmar la seguridad de una vacuna, comparar nuevas terapias o realizar estudios globales de diabetes.

¿Por qué tienen mayores probabilidades de perder el 5% de su peso los pacientes severamente obesos que los que padecen una obesidad leve? Quizá porque su condición es más evidente, porque reciben más presión para hacerlo o porque los médicos son significativamente más insistentes con individuos con un BMI ≥ 35. No parece haber razones evidentes. Muchos estudios han intentado predecir el resultado de un tratamiento por obesidad a partir de información del paciente antes de que comience el programa de adelgazamiento, pero los actuales modelos predictivos de pérdida de peso son débiles y de poca utilidad: tienen demasiadas variables, no solo el valor inicial del BMI.

Sin embargo, lo que sí está comprobado es que modestas pérdidas de peso en individuos obesos pueden producir grandes beneficios en salud y reducir el agobio social. Perder 5% de masa corporal redunda en significativas mejoras del riesgo cardiometabólico, es decir, la predisposición a la arteriosclerosis, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares.

Las bases de datos con información clínica puede ser un inestimable recurso para la investigación en salud pública, en la medida que la información registrada sea representativa de la población en términos de las características demográficas de los pacientes, y en la cantidad y distribución de los médicos.

Más información en Fildes A *et al.*, 2015, 'Probability of an obese person attaining normal body weight: Cohort study using electronic health records', *American Journal of Public Health*, accesible en *http://ajph.aphapublications.org/* y en doi: *10.2105/AJPH.2015.302773.*

Julio Gervasoni
jgervasoni@dc.uba.ar

Divide y coopera

Divide et impera es una máxima atribuible a Julio César y Napoleón que postula dividir internamente a los adversarios para debilitarlos y así acceder al poder y mantenerlo. Pero, por otra parte, la división de tareas permite especializar a las partes y así potenciar el conjunto. Ya en la primera mitad del siglo XX se postuló que el cerebro está compartimentado en áreas que tienen a su cargo diferentes tareas, y hoy se sabe que los varios tipos de decisiones no activan los mismos circuitos cerebrales. Por ejemplo: no es el mismo grupo de neuronas el que se encarga de tomar una decisión económica que de arribar a una de tipo lúdico. No obstante, aún estamos lejos de entender las bases cerebrales subyacentes al razonamiento de tipo estratégico, que nos lleva a la decisión de adoptar tal o cual táctica.

Existen muchas situaciones cotidianas en las que las personas se ven obligadas a elegir una estrategia, y para llegar a esa elección realizan ciertas predicciones o estimaciones de qué sucederá según qué camino escojan. Con el fin de estudiar tales opciones, un reciente experimento utilizó el juego de mesa japonés *shogi*, que posee dos estrategias claramente definidas, una de ataque y otra de defensa. En el experimento se enfrentaron jugadores principiantes y se escaneó su actividad cerebral mediante imágenes formadas por resonancia magnética funcional, un método que permite poner en evidencia qué áreas del cerebro se encuentran activas. Se enfrentó a los jugadores con distintos tableros de juego y se les pidió que escogieran una de las dos estrategias, para poder relacionar su actividad cerebral con su predisposición a atacar o defender.

El resultado fue constatar que la táctica ofensiva estaba relacionada con la activación de la corteza cingulada posterior, mientras que la corteza cingulada anterior rostral aparecía vinculada con la estrategia defensiva.

Resulta notable que tomar decisiones acerca de una misma actividad recaiga sobre distintas partes del cerebro. Ello sugiere que no hay una región cerebral única que comande un comportamiento determinado, sino que los comportamientos son el resultado de la activación conjunta de diversos sectores del cerebro.

Más información en Wan X, Cheng K & Tanaka K, 2015, 'Neural encoding of opposing strategy values in anterior and posterior cingulate cortex', *Nature Neuroscience*, 18, 752-759.

Yair Barnatan
ybbarnatan@gmail.com

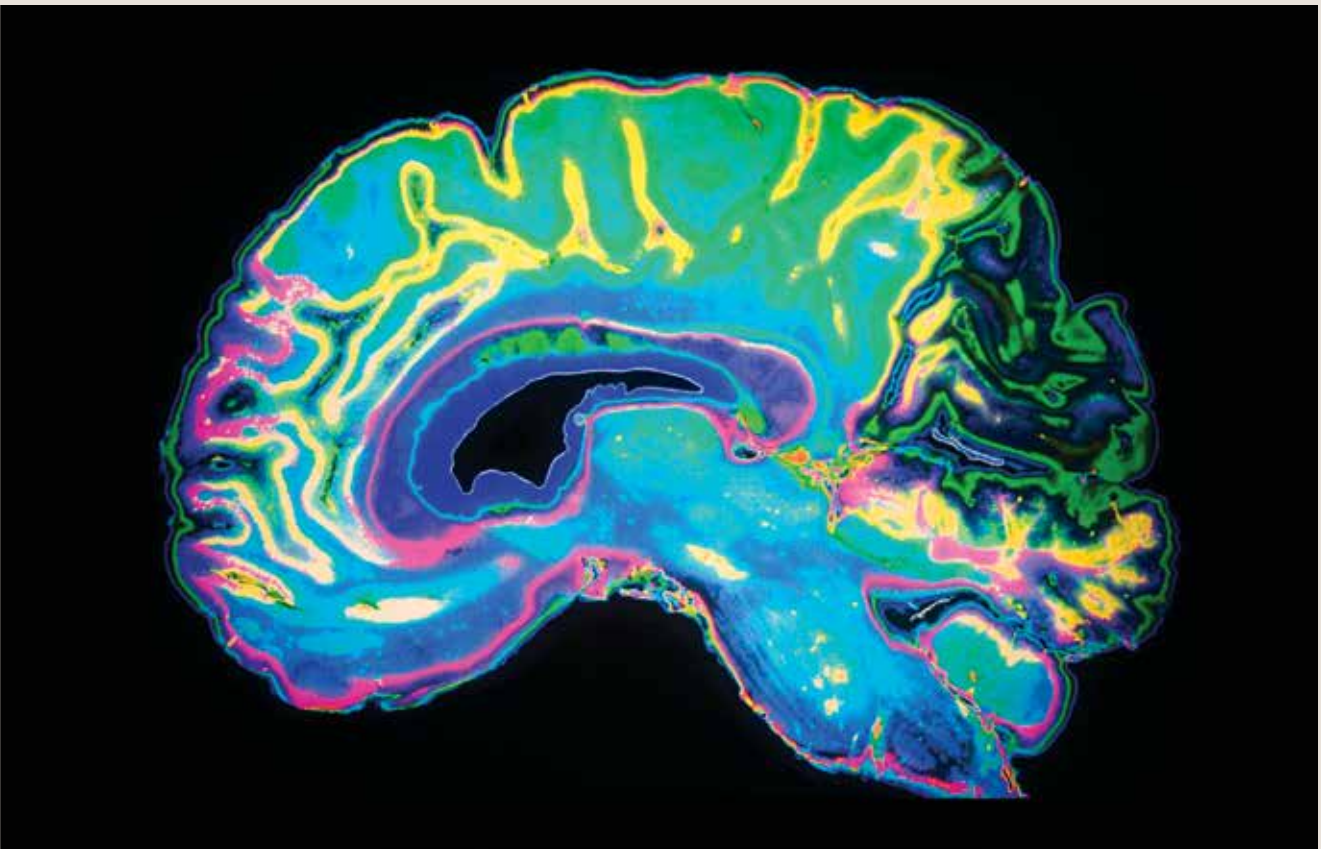


Imagen cerebral obtenida por resonancia magnética.

La industria textil mapuche en el siglo XIX

La conquista española trajo a América animales y vegetales desconocidos en el continente y transformó la alimentación y la vida de numerosas poblaciones indígenas, incluso las de aquellas que durante varios siglos rechazaron los intentos europeos de dominar sus territorios. Este fue el caso de los mapuches de la Araucanía y de las pampas, donde el caballo, las vacas y las ovejas modificaron los hábitos de producción y de consumo de las poblaciones prehispánicas. La cría de ovejas –sobre todo de raza Merino– en las tierras bajo dominio indígena llevó a una rápida y sorprendentemente exitosa multiplicación de los rebaños.

A pesar de su falta de experiencia en la cría ovina, los mapuches manejaron con éxito sus majadas y obtuvieron mejor lana que los hispanocriollos, cuyos rebaños se mestizaron con otras variedades y terminaron proveyendo una lana de inferior calidad. Además, la manufactura de los tejidos mapuches era superior a la de los producidos en los territorios bajo dominio chileno. Desde los tiempos coloniales, tanto la lana de la Araucanía como las prendas tejidas allí, sobre todo los ponchos, se vendían en el centro y norte de Chile, y eran exportadas a otros mercados, como las provincias del Río de la Plata, Perú y Paraguay.

Los mapuches tenían así, tanto en la producción de la materia prima como en su elaboración textil, claras ventajas sobre sus vecinos. Las mujeres mapuches aplicaban mejores técnicas textiles que las chilenas, e incluso arribaban a resultados superiores, por lo menos durante la primera mitad del siglo XIX, que los de la industria textil inglesa, la que solo después de mediados de ese siglo aprovechó en el hilado y tejido de lana mejoras que habían resultado exitosas en la industria del algodón.

Investigaciones recientes realizadas sobre la base de informes consulares británicos y diarios de viajeros que recorrieron Chile, la Araucanía y las pampas revelan la percepción de los europeos de la actividad textil mapuche. Charles Darwin, el capitán Robert Fitz-Roy y el francés Henri Armaignac –que publicó en 1882 *Viaje por las pampas argentinas 1869-1874* (hay edición moderna de Eudeba, 1976)– opinaron que los hilados mapuches eran resistentes al agua, incluso bajo copiosas lluvias, tenían atractivos diseños y colores inalterables.

Luego de la independencia y hasta la anexión de la Araucanía por el Estado chileno entre 1881 y 1883, la industria lanar mapuche continuó abasteciendo el mercado indígena –entre 250.000 y 300.000 personas– pero también a Chile, principal mercado de sus exportaciones. Se calcula que el volumen de tejidos importados por ese país de la Araucanía era semejante al de los tejidos que importaba de Gran Bretaña.

El conocimiento de la industria textil mapuche, un tema que hasta hace poco no había atraído mayormente la atención de los historiadores, permite enriquecer la imagen que tradicionalmente, por lo menos en la Argentina, nos hemos formado de los mapuches, vinculada casi exclusivamente a su participación en el comercio de ganado obtenido en los malones de las pampas. Las nuevas evidencias muestran que la producción textil fue clave en la economía mapuche, y le generó ingresos importantes en comparación con los otros bienes producidos o comercializados por ella, en particular dicha venta de ganado proveniente de la producción propia o de los mencionados malones.

Más información en Llorca-Jaña M, 'A reappraisal of Mapuche textil production and sheep raising during the Nineteenth Century', *Historia*, I, 47: 91-111, enero-junio de 2014, accesible en *http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33431442004.*

Ingrid de Jong
ildejong@hotmail.com

Poncho mapuche (detalle) conocido en la Argentina como poncho pampa. Museo de Arte Popular José Hernández.

¡Mamá pulpa!

I'd like to be under the sea,
In an octopus's garden in the shade
The Beatles

Los pulpos típicamente solo se reproducen una vez en su vida: los machos mueren no mucho después de copular y las hembras al poco tiempo de que los huevos eclosionen. Ese comportamiento se conoce como *semelparidad* (del latín *semel*, una sola vez) y se diferencia de la *itelparidad*, propia de los organismos que se reproducen varias veces en sus vidas.

Una vez depositada la puesta en el fondo del mar, la hembra del pulpo la protege y cuida hasta la eclosión de los juveniles. En la mayoría de las especies de aguas poco profundas, el período de cuidado maternal dura entre uno y tres meses, como es el caso del pulpito que puebla las costas argentinas (*Octopus tehuelchus*). Pero no es así con las especies de aguas profundas, que viven en ambientes con altas presiones, total oscuridad y temperaturas bajas que rondan los 4°C. Su estudio, por otra parte, presenta un verdadero desafío pues solo se puede realizar con muy costosos equipos.

A pesar de haberse hecho numerosas observaciones en acuarios, nunca se había logrado estudiar un pulpo de aguas profundas en su hábitat natural, a unos 1400m de profundidad. Esto pudo realizarse por medio de repetidas visitas (18 en cinco años) de un sumergible operado remotamente a una pared del cañón submarino de Monterrey, en la costa de California. En una de las sumersiones se avistó un pulpo hembra de la especie *Graneledone boreopacifica* a poco de adherir sus huevos a dicha pared y se pudo seguir en el tiempo la suerte que corrieron.

La postura encontrada consistió de unos 160 huevos, cada uno encerrado en una envoltura transparente. Después de 53 meses eclosionaron juveniles en forma de diminutos pulpitos. Este período de desarrollo embrionario es, por lejos, el más largo que se haya registrado para una especie animal.

Los investigadores no hallaron evidencia de alimentación de la madre durante la incubación de los huevos. Seguramente la baja temperatura y la inactividad significaron para ella una escasa demanda metabólica, pero aún resta entender cómo hace la hembra para sobrevivir sin alimento durante tanto tiempo. CH

Pulpo de aguas profundas del Pacífico boreal (*Graneledone boreopacifica*) fotografiado sobre corales negros (*Trissopathes sp.*) a unos 2000m de profundidad y unos 120km de la costa californiana. El animal mide unos 10cm sin contar los brazos. Foto NOAA/MBARI

Más información en Robison B, Seibel B & Drazen J, 2014, 'Deep-Sea Octopus (*Graneledone boreopacifica*) conducts the longest-known egg-brooding period of any animal', *Plos One*, 9, 7: 1-4.

Las vueltas de *Hallucigenia*

¡Yo estoy al derecho! ¡Dado vuelta estás vos!
Luca Prodan (1953-1987)

En la historia de la evolución de la vida en la Tierra, hace aproximadamente 540 millones de años y luego de la aparición de los animales pluricelulares se produjo una etapa conocida como *explosión cámbrica*, en la que los organismos adquirieron gran variedad anatómica y el proceso evolutivo tomó múltiples caminos, como si experimentara. En ese período aparecieron todas las formas de organización del cuerpo de un animal que conocemos actualmente, además de otras que se extinguieron (los zoólogos denominan a esas formas *planes de organización* y ellas determinan uno de los niveles taxonómicos más altos, llamado *phylum*).

Conocemos la historia anterior gracias a varios yacimientos de fósiles en los que se han preservado las partes blandas de diversos organismos, el más famoso de los cuales es Burgess Shales, en la provincia canadiense de Columbia Británica, descubierto en 1909 por Charles D Walcott (1850-1927), cuarto secretario del Instituto Smithsoniano.

El paleontólogo británico Simon Conway Morris, profesor de la Universidad de Cambridge, conocido por sus estudios de ese yacimiento, describió en 1977 uno de los más extraños fósiles descubiertos allí: un pequeño animal que bautizó con el nombre genérico de *Hallucigenia*, en alusión al 'aspecto extraño e irreal del animal'. Indicó que tenía un cuerpo tubular de aproximadamente 3cm sostenido por siete pares de patas espinosas, rígidas, largas y puntiagudas. En la línea media de su dorso llevaba una hilera de siete tentáculos carnosos con pequeñas pinzas en la punta, y por detrás de ellos tres pares de tubos más pequeños. La cabeza, mal preservada, parecía ser una estructura bulbosa, y la cola un tubo curvado hacia arriba. Sus características eran tan extrañas que algunos investigadores supusieron que el fósil era, en realidad, un apéndice de un animal más grande.

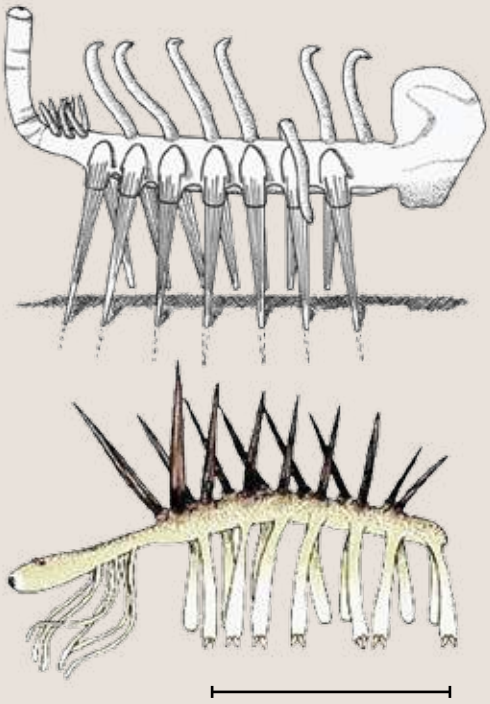
En 1991, Lars Ramskold, del Museo Sueco de Historia Natural, y X Hou, del Instituto de Geología y Paleontología de Nanjing, propusieron, literalmente, dar vuelta a *Hallucigenia*. Basándose en fósiles de animales emparentados hallados en el yacimiento de Chengjiang, en China, postularon que los supuestos tentáculos dorsales, presentados de a pares, eran las patas del animal, con lo cual cobró más sentido la existencia de pinzas en sus extremos. De hecho, esto relacionó a *Hallucigenia* con un grupo de invertebrados vivientes con extremidades similares, los onicóforos, unos animales de los cuales se conocen alrededor de 180 especies vivientes que habitan principalmente en zonas tropicales.

Con esta nueva manera de ver el animal, las espinas, primero consideradas patas, pasaron a ser estructuras dorsales que probablemente lo protegían de sus predadores, algo similar a lo encontrado en onicóforos fósiles (aunque en estos las espinas son más chicas). Además se postuló que la supuesta cabeza globosa no era parte del gusano sino probablemente fluidos intestinales eliminados por el ano, ubicado en la parte posterior del cuerpo. Por lo tanto, el tubo curvado hacia arriba, que antes se consideraba la extremidad posterior del gusano, pasó a ser su cabeza. Como se aprecia, una doble inversión.

Esta segunda interpretación acaba de ser confirmada. Estudiando los fósiles de *Hallucigenia* por medio de microscopia electrónica de alta resolución, Martin R Smith, de la Universidad de Cambridge, y Jean-Bernard Caron, del Museo Real de Ontario, pudieron detectar la presencia de ojos y de estructuras dentarias en la parte anterior del tubo digestivo, confirmando plenamente que la inicialmente considerada cola era, en realidad, la cabeza, con lo que el animal resultó efectivamente invertido, aunque, mirándolo bien, siempre estuvo al derecho: solo fue la interpretación del fósil la que se dio vuelta.

Más información en *http://burgess-shale.rom.on.ca/en/fossil-gallery/view-species.php?id=60&m=5&.*

Alejandro Curino
acurino@criba.edu.ar



Arriba. *Hallucigenia* en la concepción de Conway Morris de 1977. Dibujo tomado de Smith MR & Caron JB, *Nature*, 523, 2015. Abajo. Interpretación actual del aspecto del gusano. El segmento que marca la escala mide 1cm. Wikimedia Commons

La exposición internacional del Centenario

Ferrocarriles y Transportes Terrestres

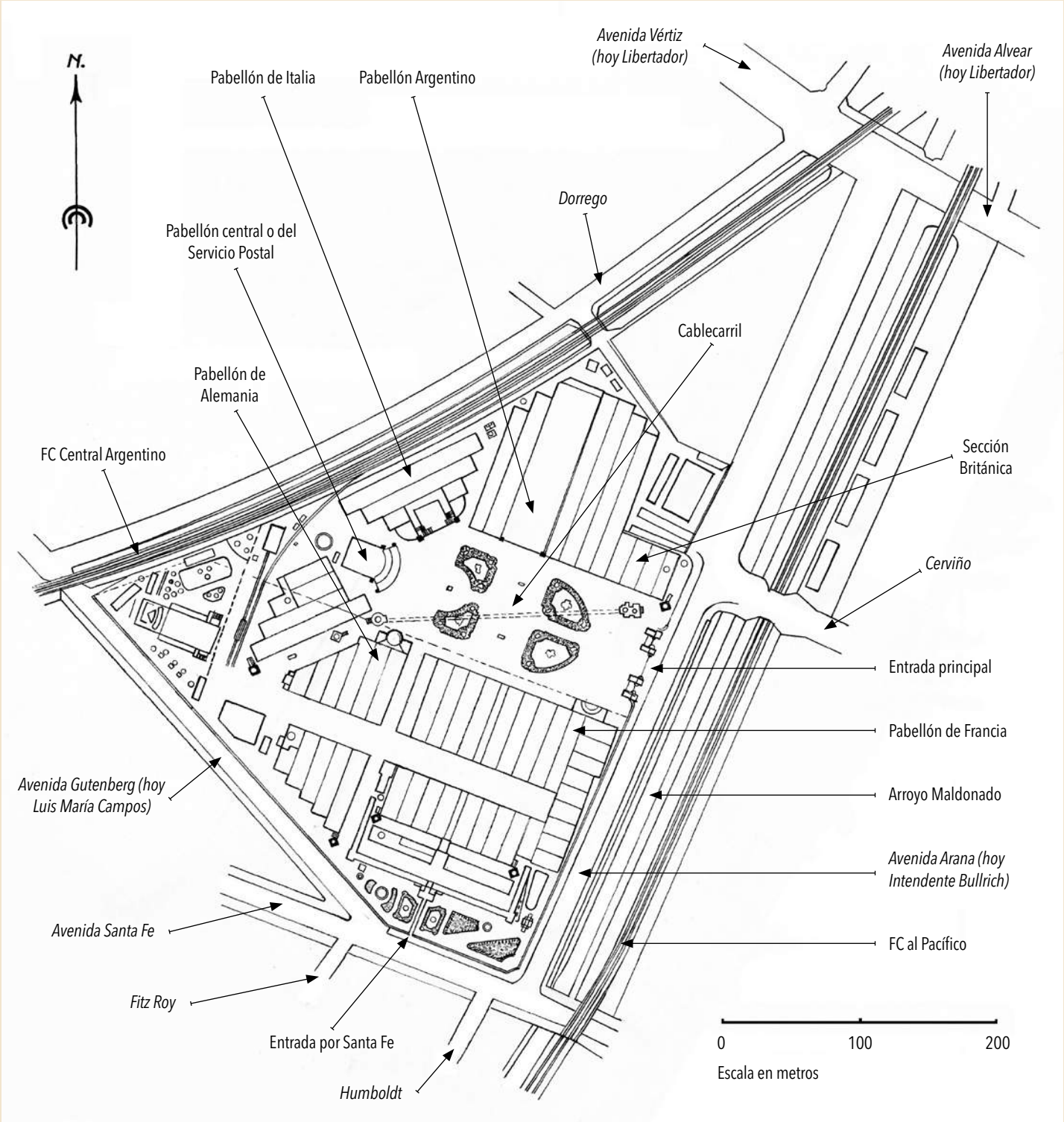
Como parte de los festejos conmemorativos del centenario de la Revolución de Mayo se realizó en Buenos Aires una exposición internacional con la denominación que encabeza esta nota y que, en realidad, no fue una muestra sino cinco, más o menos simultáneas pero en distintas ubicaciones. Su organización, gestión y financiamiento estuvieron en manos de diversas entidades, como la Sociedad Rural, la Sociedad Médica o la Unión Industrial, coordinadas por el Estado, que proporcionó los predios y aportó dinero de diversas formas, por ejemplo, instalando pabellones para promocionar sus actividades, lo mismo que varios países extranjeros.

Las cinco exposiciones fueron dedicadas a:

- *Ferrocarriles y Transportes Terrestres*, posiblemente la más importante y concurrida, funcionó entre fines de julio de 1910 y enero de 1911 en el terreno que hoy comparten el Regimiento I de Infantería (o Regimiento de Patricios) y un centro comercial.
- *Agricultura y Ganadería*, la primera en abrir, organizada por la Sociedad Rural Argentina, fue instalada en el terreno que hoy está en manos de esta y del consulado de los Estados Unidos, más el que ocupa la plaza actual entre dicho predio y la avenida Alvear (hoy del Libertador). Varias de las construcciones levantadas en esa ocasión en el primero subsisten, como el pabellón Frers, sobre la avenida Santa Fe.
- *Industria*, abrió en septiembre de 1910 y ocupó aproximadamente lo que hoy es el Rosedal más la plaza frente a este hacia la avenida Alvear, en los jardines de Palermo.
- *Higiene*, la segunda en abrir, en julio de 1910, estuvo sobre la avenida Alvear entre las actuales calles Agüero y Austria, en los jardines de la residencia Unzué, emplazada donde hoy está la Biblioteca Nacional.
- *Bellas Artes*, localizada en la plaza San Martín, en lo que había sido el Pabellón Argentino de la exposición conmemorativa de la Revolución Francesa, que tuvo lugar en París en 1889, al que se agregaron unas construcciones levantadas al efecto y demolidas no mucho después.

Las fotografías presentadas en esta sección corresponden a la primera de las exposiciones nombradas. En algunas de las imágenes se ha violado la fidelidad histórica del retrato ambiental en beneficio de una mejor apreciación de los edificios, pues se borraron abundantes cables que cruzaban el cielo y las construcciones.

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



Plano simplificado de la exposición de Ferrocarriles y Transportes Terrestres. Tiene algunas diferencias con lo que se advierte en las fotografías, lo que podría explicarse por ajustes realizados durante la construcción. Adaptado de documentos del CEDIAP.

Vista general de la exposición tomada desde la esquina de las avenidas Santa Fe (que corre hacia la izquierda) y Arana (hoy Intendente Bullrich). Adviértase sobre el costado derecho de la fotografía el arroyo Maldonado antes de ser entubado, que corría paralelo a Arana.

Vista del sector de la muestra en la esquina sur del predio, en Santa Fe y Arana, captada desde un punto de toma cercano al de la fotografía anterior.

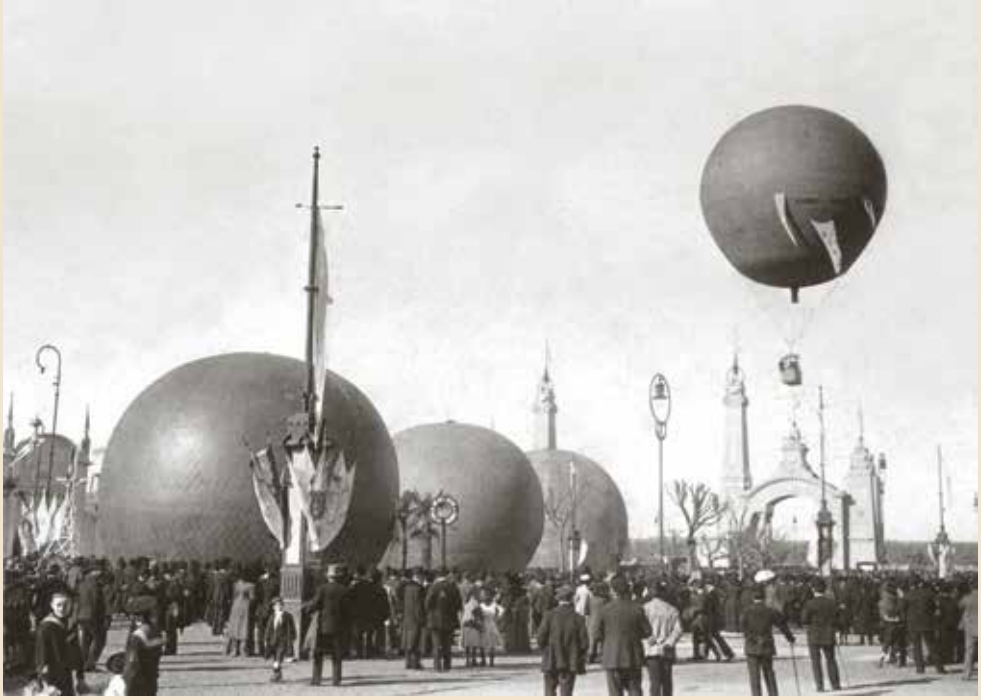
Página anterior, arriba. Entrada principal de la exposición sobre la avenida Arana. Al fondo de la explanada, el pabellón del Servicio Postal levantado por el gobierno nacional, también llamado pabellón Central. Sobre el portal derecho asoma la gran cúpula del pabellón de Italia. En primer plano, abajo, la cara interior del parapeto del arroyo Maldonado.

Página anterior, abajo. Entrada de la exposición desde la avenida Santa Fe, por el edificio que lleva la bandera en la fotografía anterior.

Arriba. Vista de la avenida Gutenberg (hoy Luis María Campos) tomada mirando al noroeste desde su esquina con Santa Fe. Al fondo se distingue el todavía en pie puente del Ferrocarril Central Argentino (hoy Mitre). Sobre la derecha, edificios de la exposición ferroviaria.

Abajo. Estación cercana a la entrada principal del pequeño cablecarril instalado en la muestra. Partía del lado derecho de la explanada de ingreso, frente a uno de los pabellones británicos, como indica el cartel sobre la puerta.

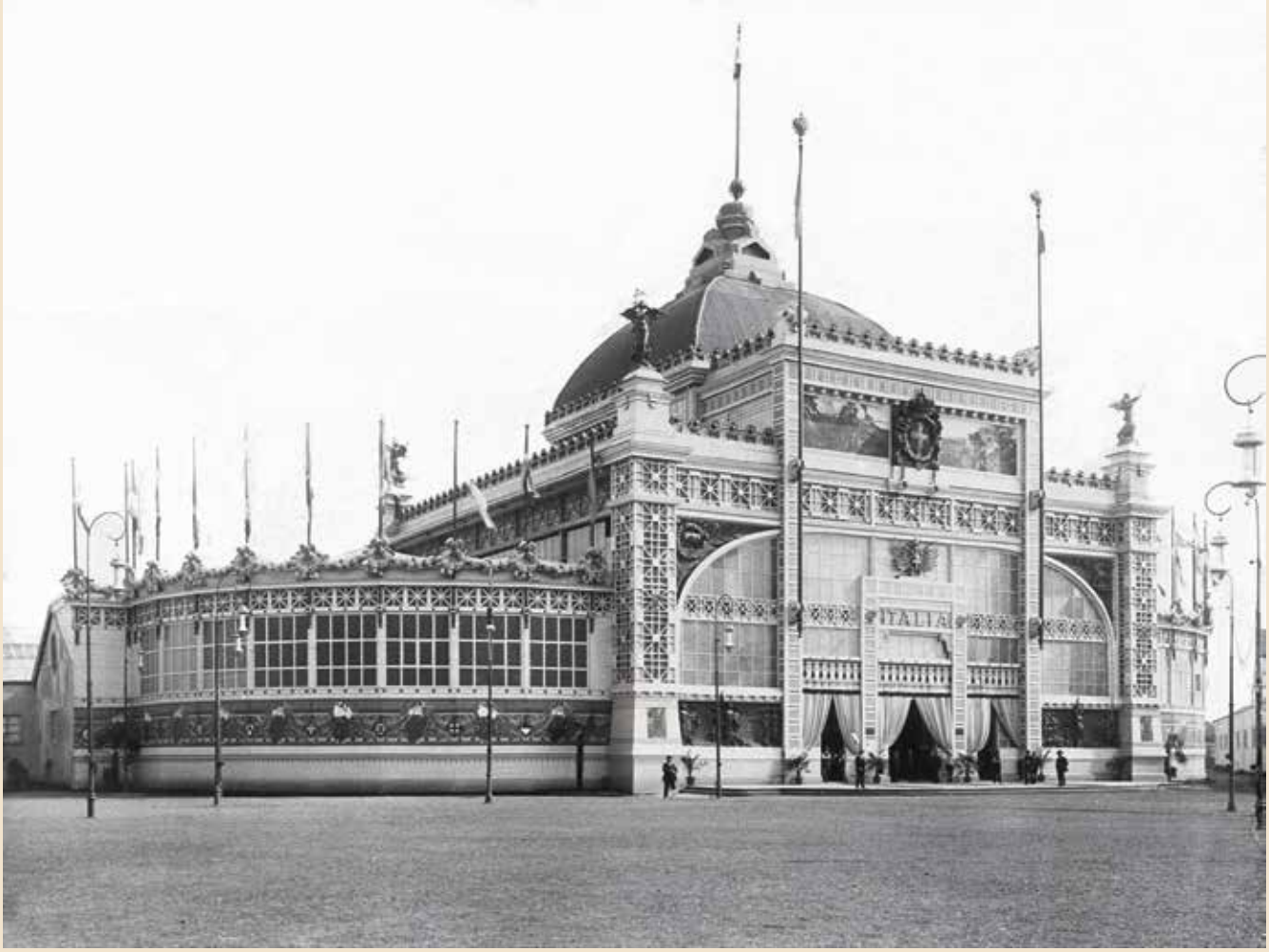
Pabellón del Servicio Postal o pabellón Central. Fue el *boccato di cardinale* arquitectónico de la muestra para el gobierno, que lo construyó (sobre planos del arquitecto italiano Virginio Colombo). Subsiste en parte dentro del regimiento de Patricios. Sobre la derecha de la fotografía asoma el pabellón de Italia.



Globos aerostáticos en la explanada de ingreso con los que Jorge Newbery hacía ascensiones de demostración con concurrentes. Foto *Caras y Caretas*

Fotografía actual de los restos del pabellón del Servicio Postal vistos desde la azotea de estacionamiento del centro comercial.

Pabellón de Italia sobre el lado derecho de la explanada de entrada y al final de esta, próximo al pabellón del Servicio Postal. Foto atribuida a HG Olds



Pabellón Argentino, sobre el lado derecho de la explanada de entrada, contiguo al pabellón de Italia. Fue levantado por el Ministerio de Obras Públicas.

Pabellón de Alemania. Estaba ubicado sobre el costado izquierdo y cerca del fondo de la explanada de ingreso, próximo al pabellón del Servicio Postal.

Pabellón de Francia. Estaba ubicado sobre el costado izquierdo de la explanada de ingreso, próximo al portal de entrada. Al fondo aparece el pabellón de Alemania.

150 números

CIENCIAHOY

Lo invita a suscribirse al **conocimiento**
con una oferta promocional

Promoción aniversario

Suscripción anual
(6 ejemplares de salida bimestral) por **$400**

Oferta vigente hasta el 31/10/2016

Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5º A
(C1193AAA) Ciudad de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4961-1824 y 4962-1330
contacto@cienciahoy.org.ar

Suscríbase por internet en el sitio
www.cienciahoy.org.ar/suscripcion-la-revista-ciencia-hoy

Javier Entrerriano *Flickr.com*

Rubén A Medina
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

La evolución del delta del Paraná

Cambios geomorfológicos recientes (1775-2015)

Cuando en 1806 Santiago de Liniers desembarcó con sus hombres en el puerto de Las Conchas con el propósito de recuperar la ciudad de Buenos Aires del yugo inglés, el aspecto físico del lugar era muy distinto del actual. En aquel entonces el puerto, situado en la desembocadura del río de Las Conchas en el Luján, se hallaba a escasos metros del Río de la Plata. El antiguo río de Las Conchas, renombrado río de la Reconquista tras la derrota de la escuadra inglesa invasora, hoy vierte sus aguas al Luján más de 7 kilómetros al oeste del estuario del Plata. La razón de este notable cambio en la geografía de la zona se debe a un proceso natural: el continuo avance del delta del Paraná.

Un delta es un cuerpo de forma aproximadamente triangular originado por un río que, al desembocar en un mar, lago o estuario, deposita allí parte de la carga sedimentaria que transporta. La formación de un delta ocurre solo si el volumen de sedimentos depositados supera al movilizado por el oleaje y las mareas. De esta manera, se produce una acumulación de los depósitos aluviales, que avanzan sobre el cuerpo de agua receptor.

El delta del Paraná, con hoy alrededor de 4000km^2 de superficie, también conocido como delta inferior, se origina donde el río homónimo desemboca en el estuario del Plata. El delta inferior nace, precisamente, en la bifurcación del Paraná en sus dos grandes brazos, el Paraná Guazú al norte y el Paraná de las Palmas al sur, a unos 100km al noroeste del frente del delta actual. Del total de 160 millones de toneladas por año de sedimentos actualmente vertidos por el Paraná en su desembocadura, más de 100 millones de arena, limo y arcilla rojiza son aportados por el Bermejo al Paraguay, el principal tributario del Paraná. El Uruguay no realiza aportes significativos de sedimentos, pero actúa como modelador de su frente costero al redistribuir los sedimentos acarreados por el Paraná, en particular los provenientes del Paraná Guazú y de los riachos que se bifurcan de él o *distributarios*.

Otros factores que intervienen activamente en el modelado del frente del delta son las *micromareas* (mareas menores a un metro) y las tormentas atlánticas o *sudestadas*, las cuales inducen corrientes que circulan en forma paralela a la costa y provocan un desplazamiento de sedimentos a lo largo de esta, con una resultante neta en

¿DE QUÉ SE TRATA?

Cómo evolucionó históricamente el delta del Paraná, qué problema limítrofe trajo aparejado y cómo se comportará ante el actual calentamiento global

dirección noroeste, en sentido contrario a la dirección del Río de la Plata hacia el mar. Este proceso se conoce como *deriva litoral*.

La cartografía en el estudio del delta

Los mapas, al igual que cualquier otro documento escrito, plasman la información de determinada época. Representan total o parcialmente la superficie terrestre y, al cambiar esta en el tiempo, permiten realizar estudios multitemporales con el fin de comprender esos cambios. La geomorfología, ciencia abocada al estudio de las formas de la superficie terrestre, se vale de esos estudios para analizar la evolución de sistemas altamente dinámicos en el tiempo, como los deltas, cuantificar los cambios, examinar sus causas y prever, en lo posible, las consecuencias.

La cartografía histórica del Río de la Plata es muy vasta. Existe información cartográfica a partir del siglo XVI, desde los primeros cronistas y cartógrafos a la orden del rey de España, entre otros, Alonso de Santa Cruz (*ca.* 1560), Diego Gutiérrez (1562) o Abraham Ortelius (1570). Después, la ingente labor jesuítica proporcionó información detallada de la región con los mapas confeccionados por los padres Luis Ernot (1632), Juan Francisco de Ávila o Dávila (1722), Antonio Machoni (1733) y José Quiroga y Méndez (1749), por mencionar algunos. Pero solo a partir de los mapas de Juan de la Cruz Cano y Olmedilla en 1775 y Andrés Oyarvide, entre 1784 y 1796 la cartografía adquirió una precisión que permite producir un análisis cuantitativo y multitemporal del delta del Paraná.

Uno de los primeros estudios de este tipo fue realizado por el ingeniero italiano Ferruccio A Soldano (1875-1968) en 1946. Utilizó un mapa elaborado presumiblemente en 1818 por el primer naturalista argentino, Francisco J Muñiz (1795-1871), intitulado 'Bocas del Paraná'. Ese material le permitió calcular un avance anual medio del frente del delta de 70m para el sector lindante con el Paraná de las Palmas, y seña-

Distintas formas de desembocadura de ríos. La formación de un delta requiere que el volumen de sedimentos vertidos por el río supere al que movilizan las olas y las mareas. Las disposición de los deltas depende de la energía del cuerpo de agua receptor, que se representa en el gráfico de mayor a menor de arriba a abajo.

Imagen satelital del delta del Paraná. Google Earth

lar que el crecimiento no es uniforme a lo largo de todo ese frente, concepto que aún no es considerado por muchos investigadores actuales.

Avance registrado

Desde 1775 al presente, el delta incrementó su área a una tasa media de alrededor de 265 hectáreas por año. Así, en ese lapso su incremento fue de aproximadamente 650km^2, equivalente a algo más de tres veces el área ocupada por la ciudad Buenos Aires.

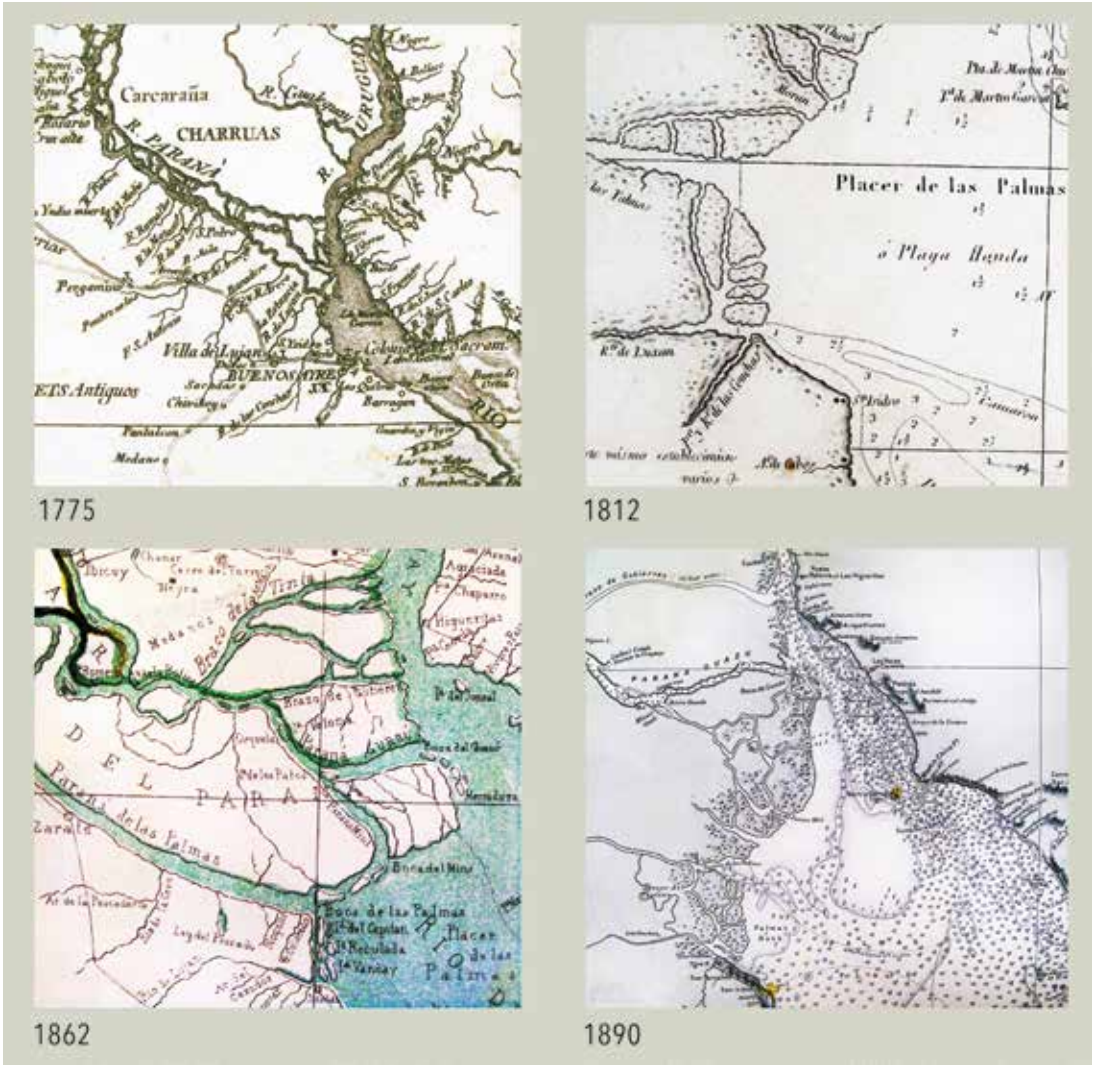
Si se divide al delta en sectores limitados por los principales ríos, se observa que entre 1775 y 2015 la velocidad máxima promedio de avance lineal en el sector sur fue de 53m/año, en el sector central sur de 57,7m/año, en el sector central norte de 58,5m/año y en el sector norte de 28,1m/año. En cada uno de esos sectores, la velocidad fue variable en el tiempo, con períodos de acelerado crecimiento, de hasta 116m/año, y otros con aparentes estancamientos. Estos procesos responden a las condiciones propias de la sedimentación, como las fluctuaciones en el aporte de sedimentos y, fundamentalmente, a la eficacia de retención de estos por parte de la vegetación, en especial de los juncos (*Schoenoplectus californicus*) que colonizan los bancos arenosos que lentamente se van formando debajo del agua frente a la costa del delta.

Debido a que la imprecisión de los datos puede ser importante, sobre todo para los tiempos más remotos, conviene restringir el análisis a un período más reciente, por ejemplo de 1900 a 2015. En ese lapso se constató una tasa media de incremento de la superficie del delta de 239ha por año, valor muy cercano al calculado antes, lo que en cierta manera convalidaría la información suministrada para el período en su totalidad (1775-2015).

El avance del delta y los problemas limítrofes

El avance sostenido del delta del Paraná originó la aparición de un banco de arena al norte de la isla Martín García, que en su momento ocasionó controversias. El islote emergió a fines de la década de 1950. El gobierno argenti-

Típico color de los ríos y arroyos del delta debido al predominio de pequeñas partículas limo-arcillosas que arrastra el agua. También lleva una fracción menor de partículas de arena, que son más grandes.



Detalles de mapas del delta del Paraná fechados entre fines del siglo XVIII y fines del XIX. Corresponden a la transición entre la cartografía puramente cualitativa de los siglos XVI y XVII y la más exacta del siglo XX. Sus referencias son: de la Cruz Cano y Olmedilla J, *Mapa geográfico de América meridional,* Madrid, 1775, Biblioteca Romualdo Ardissone, UBA; Bauzá F, Morata J y Esteve Vilella R, *Carta esférica del Río de la Plata desde su embocadura hasta Buenos Ayres*, Dirección Hidrográfica, Madrid, 1812, Biblioteca Nacional; Grondona N, *Carta del Entre Ríos*, Buenos Aires, 1862, AGN; y *Rivers Uruguay and Paraná up to Paysandú and Corrientes*, Norie & Wilson, Londres 1890, Biblioteca Nacional.

no lo bautizó como isla o punta Bauzá, en tanto que el gobierno uruguayo lo denominó isla Timoteo Domínguez.

En julio de 1968, la Secretaría de Obras Públicas argentina instaló pantallas de señalización en esas tierras recientemente emergidas, debido a que podían ocasionar problemas en la navegación. Lo mismo hizo Uruguay en agosto de ese año, pero fueron retiradas por el gobierno argentino poco después, lo que deterioró las relaciones entre ambos países.

La tensa situación diplomática generada y otras cuestiones limítrofes quedaron finalmente zanjadas el 19 de noviembre de 1973 con la firma del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. El tratado estableció la soberanía uruguaya sobre la nueva isla y posibilitó que, hacia fines de la década de 1970, se estableciera allí la única frontera seca entre ambos países, pues quedaron fusionadas las islas Timoteo Domínguez y Martín García.

Debido al constante aporte de sedimentos del Paraná, Uruguay adquirió otras islas de origen aluvial, como las llamadas Juncal y Juncalito, así como el islote El Matón. Con Timoteo Domínguez suman alrededor de 1417ha.

El delta ante el calentamiento global

En un futuro próximo, el ascenso estimado del nivel medio del mar provocado por el calentamiento global profundizará los problemas de erosión y pérdida de territorio en gran parte de las costas del mundo. Esto será particularmente cierto en el caso de los deltas, debido a su posición topográfica baja y a la actividad antrópica que altera la evolución geomorfológica de sus costas y potencia los procesos erosivos.

En el Río de la Plata se han constatado diversos cambios muy probablemente vinculados con el calentamiento global, como un incremento en la frecuencia de sudestadas, y cambios en la dirección, frecuencia y velocidad de los vientos, con su correlato en la frecuencia, la altura y la dirección de las olas.

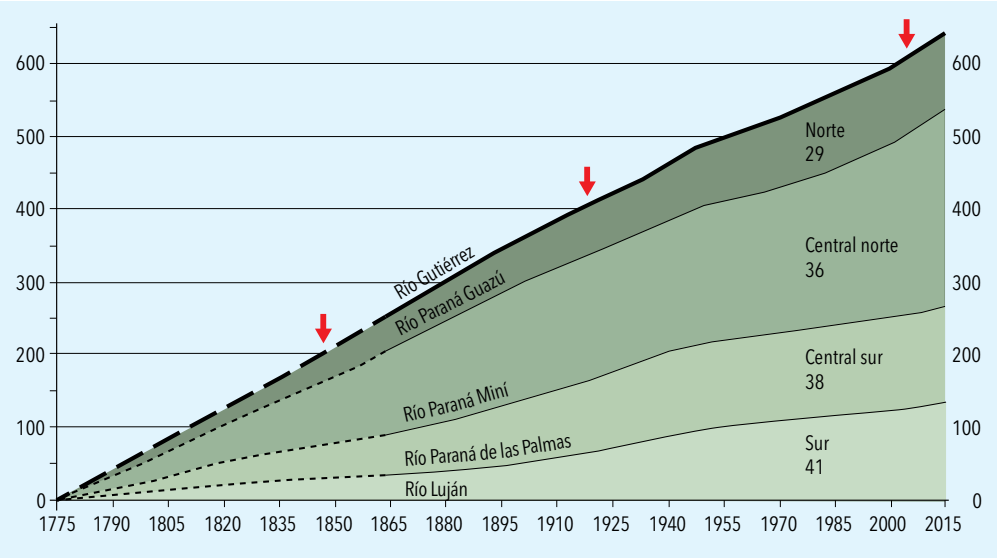
Estos cambios produjeron una redistribución e incluso un incremento del flujo de materia y energía en la región, que aumentó los procesos erosivos en la costa bonaerense, en especial en la bahía Samborombón. La última, por estar escasamente poblada y, por ende, relativa-

mente poco alterada por la actividad humana, constituye un laboratorio natural para investigar las consecuencias del calentamiento global. En términos generales, lo anterior es también válido para el delta del Paraná, donde esos cambios han actuado en mayor o menor medida.

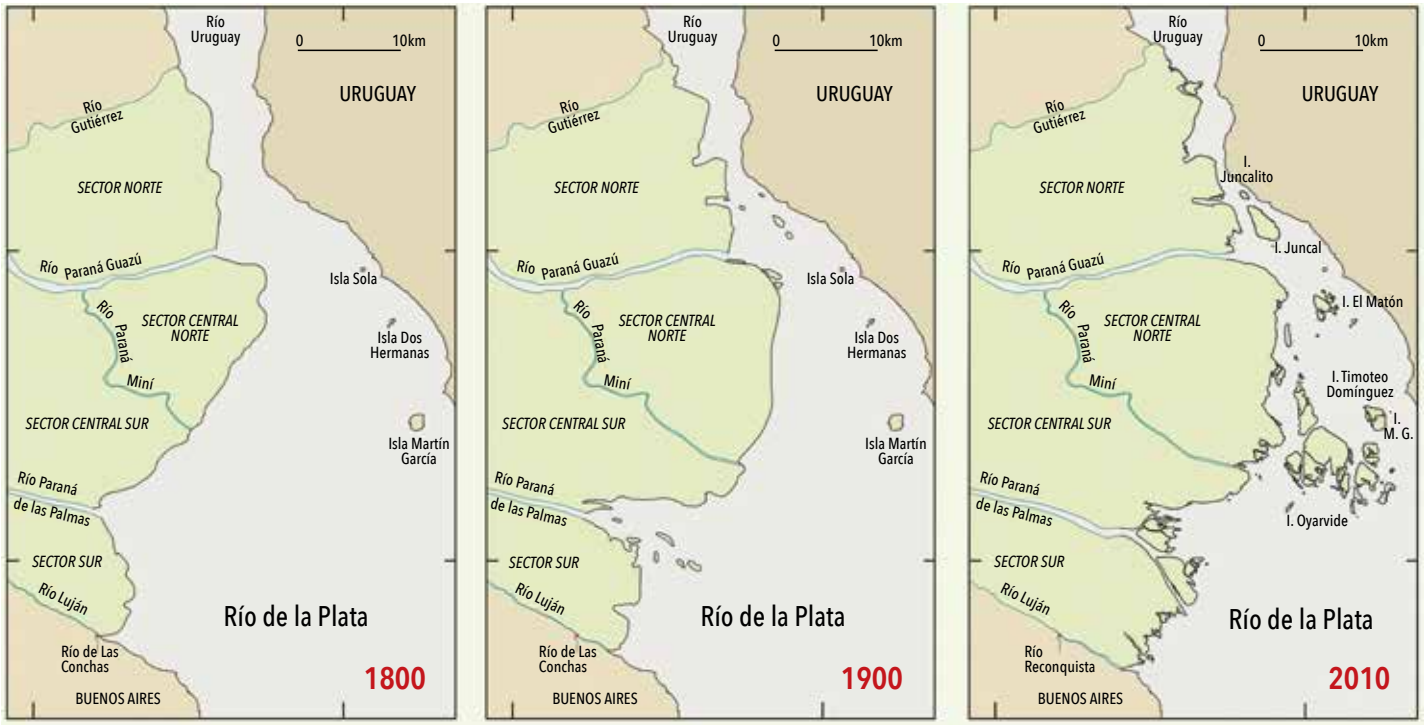
Sea como fuere, hasta el momento no se ha advertido un decrecimiento en el avance del frente del delta. Por el contrario, durante los últimos 40 o 50 años se registró un incremento promedio de su superficie de 258ha por año, levemente superior al registrado en 1900-2015.

Este comportamiento se debe muy probablemente a un mayor aporte sedimentario debido a diversos procesos íntimamente relacionados, como la mayor cantidad de lluvias caídas en el centro y norte del país en las últimas décadas del siglo XX. En un contexto sociopolítico y económico favorable, ellas posibilitaron la expansión agrícola, con el concomitante talado de los bosques naturales que sustituyeron. Ambos factores produjeron mayor erosión de los suelos, el incremento del aporte sedimentario a los ríos y arroyos de la cuenca del Paraná, y cientos de kilómetros aguas abajo, el avance registrado en el delta.

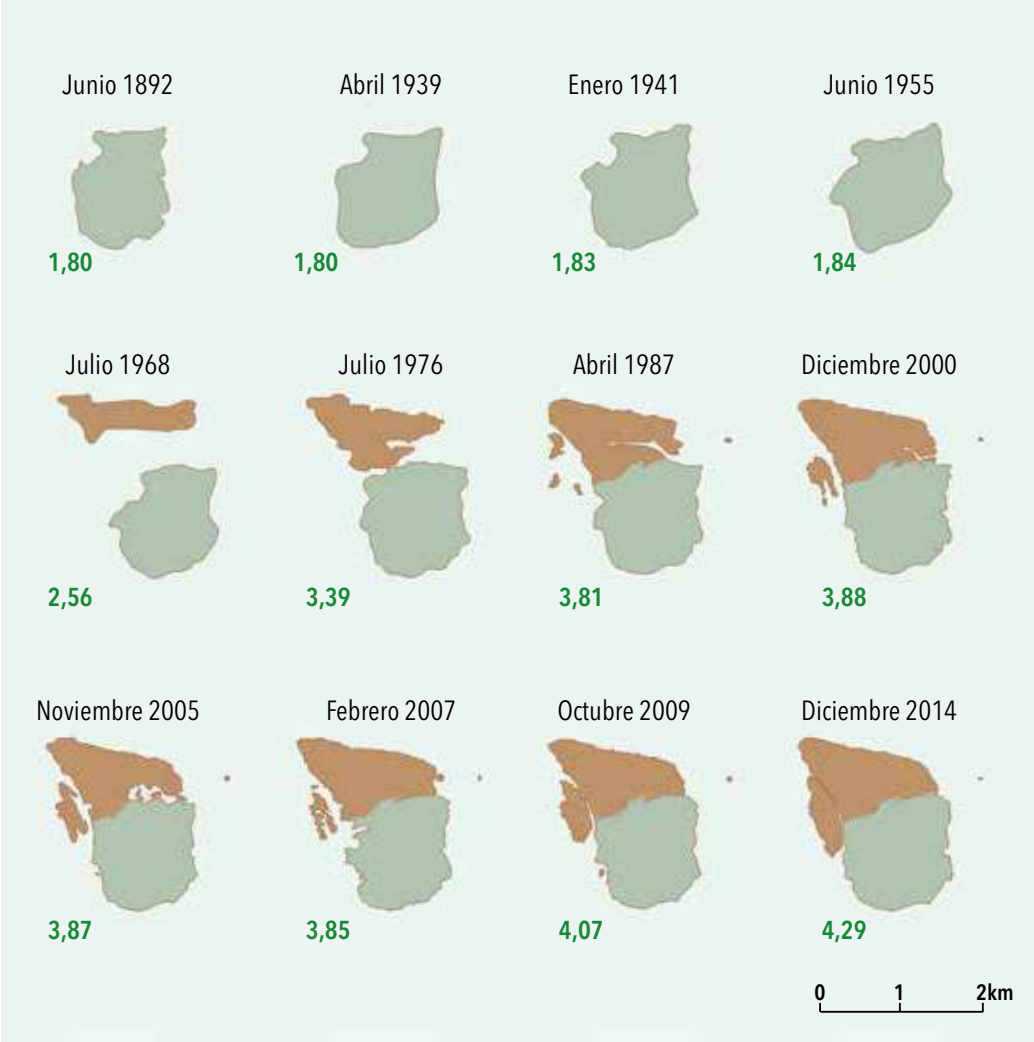
En otras regiones del mundo se constataron situaciones similares, por ejemplo, las intensas deforestaciones y ero-



Incremento de la superficie del delta del Paraná entre 1775 y 2015, es decir, en los últimos 240 años. Dado que la cartografía no siempre abarca la totalidad del delta, se dividió el área en cuatro sectores (norte, central norte, central sur y sur) limitados por los ríos que indica el gráfico. Los números debajo de los nombres de cada sector corresponden a la cantidad de mapas e imágenes satelitales de los que se obtuvieron los datos. Las tres flechas rojas marcan los momentos en que el delta alcanzó una, dos y tres veces el área de la Capital Federal. Las líneas negras entrecortadas corresponden al lapso cuyas cartas son más imprecisas. Los valores de los ejes verticales son km^2.



Avance del delta del Paraná entre 1800 y 2010. Adviértase cómo la desembocadura en el Luján del río de Las Conchas (actual Reconquista) quedó en 2010 a alrededor de 7,6km del Río de la Plata, una distancia que no existía en 1800. Esto significa que dicho sector el delta avanzó a una velocidad media de 36,2m/año.



Evolución geomorfológica de las islas Martín García (verde) y Timoteo Domínguez (ocre). La primera, un pequeño afloramiento rocoso, estuvo históricamente en jurisdicción de Buenos Aires. La soberanía de la segunda, formada por acumulación de los sedimentos aportados por el Paraná, fue objeto de discusiones binacionales a poco de haberse formado en la década de 1960. En 1973 ambos países acordaron adjudicarla al Uruguay. En verde oscuro, la superficie de ambas islas en km^2.

siones de los suelos en el delta del Ebro, en Tarragona, durante los siglos XV al XVIII; en el delta del Adra, en Almería, entre fines del siglo XVIII y principios del XIX, y en el delta del Huang He o Amarillo, en China, durante el siglo XX, entre otras.

En el delta del Paraná, la situación de avance continuo llegaría a su fin al efectivizarse en el futuro el ascenso previsto del nivel medio del mar, cuyo máximo más probable según las estimaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que actúa en el marco de las Naciones Unidas rondaría los 0,98m para 2100 (véase la sección temática 'Cambio climático' en el número anterior de Ciencia Hoy). Para ese entonces, el delta ya habrá comenzado a decrecer su ritmo de avance, o incluso a retroceder por erosión, al igual que en la actualidad lo están haciendo –o lo harán en breve tiempo– los restantes deltas del planeta. CH

El autor agradece a Andrea L Martínez y a Pablo R Leal por sus comentarios y sugerencias, que han enriquecido ampliamente el trabajo.

LECTURAS SUGERIDAS

CODIGNOTTO JO, 1987, *Glosario geomorfológico marino*, Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires.

CODIGNOTTO JO y MEDINA RA, 2011, 'Evolución geomorfológica del delta del Paraná', en Quintana R *et al.* (eds.), *El patrimonio natural y cultural del bajo delta insular. Bases para su conservación y uso sostenible*, pp. 66-75, Aprendelta, Buenos Aires.

LANFREDI NW *et al.*, 1998, 'Sea level rise and related potential hazards on the Argentine coast', *Journal of Coastal Research*, 14: 47-60.

MEDINA RA y CODIGNOTTO JO, 2013, 'Evolución del delta del río Paraná y su posible vinculación con el calentamiento global', *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales,* 15: 191-200.

SANZ LS, 2006, 'El acuerdo sobre el Río de la Plata y su Frente Marítimo', Academia Nacional de Geografía, Buenos Aires.

SIMIONATO CG, VERA CS & SIEGISMUND F, 2005, 'Surface wind variability on seasonal and interannual scales over Río de la Plata area', *Journal of Coastal Research*, 21: 770-783.

Rubén A Medina

Licenciado en geología, FCEN, UBA, y en geografía, FFL, UBA. Doctorando en la FCEN, UBA. Jefe de trabajos prácticos, Facultad de Ingeniería, UBA.
medinaruben01@yahoo.com.ar

La CIENCIA en los CUENTOS 2016

El Instituto de Astronomía y Física del Espacio, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y la Asociación Civil Ciencia Hoy, con el auspicio del Programa de Promoción de la Lectura del Ministerio de Educación de la Argentina, el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (FCEYN-UBA) y el Área de Ciencias del Centro Cultural Borges, convocan a un concurso de cuentos cortos sobre temas científicos, con el objetivo de promover el interés de los jóvenes por la ciencia y por la literatura.

Se seleccionarán los tres mejores cuentos. El premio consistirá en la publicación en forma de libro de estos junto a los cuentos de otros siete participantes, quienes recibirán menciones especiales. Se entregará además una suscripción anual gratuita a la revista CIENCIA HOY a cada uno de los autores de los tres cuentos ganadores.

El jurado está compuesto por los siguientes expertos:

Lic Mariano Ducros, profesor de literatura, Universidad de Palermo, ex director del Departamento de Extensión Cultural del Centro Cultural Borges

Dr Daniel Salomón, investigador principal del Conicet, primer premio en los concursos Julio Cortázar, Eduardo Bocco y Attilio Betti

Dra Ana María Vara, profesora de la Escuela de Humanidades, UNSAM, diploma al mérito 1997 de la Fundación Konex

Los autores deberán tener entre dieciséis y dieciocho años al cierre de la convocatoria y ser de nacionalidad argentina o bien extranjeros residentes en la Argentina.

El plazo de presentación de las obras se cerrará irrevocablemente el día

30 de septiembre de 2016

Serán coordinadores del concurso
Viviana Bianchi y Alejandro Gangui

Bases del concurso en:
http://cms.iafe.uba.ar/gangui/difusion/concurso/16/

Informes o consultas:

Dirección de Relaciones Institucionales Conicet
Tel.: +54 11 4899-5400
www.conicet.gov.ar
vocar@conicet.gov.ar

Asociación Civil Ciencia Hoy
Tel: +54 11 4961-1824 o 4962-1330
contacto@cienciahoy.org.ar

Eichhornia crassipes. Foto Florencia Castello

Alicia Poi
Universidad Nacional del Nordeste

Camalotes

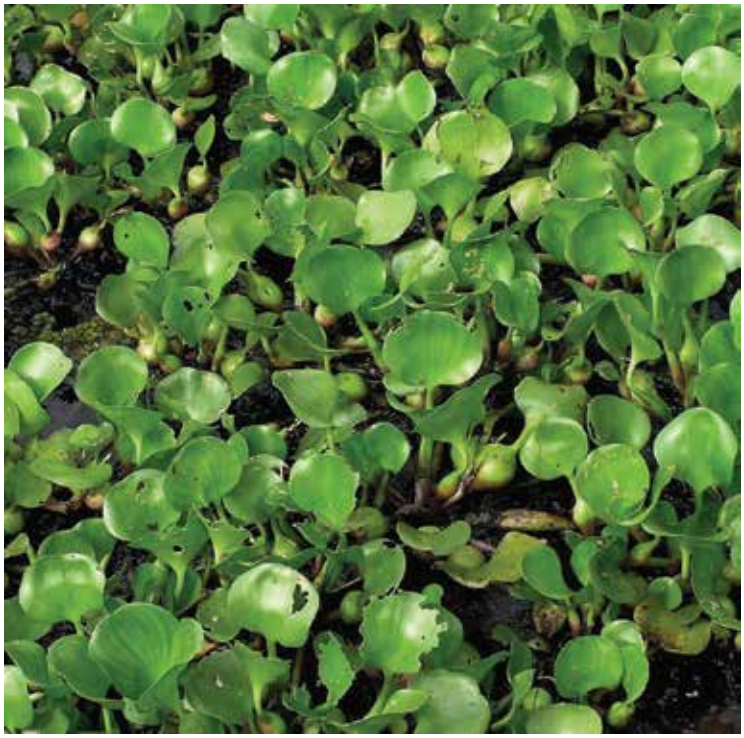
Historia natural de una planta viajera

Camalote es el nombre común de varias especies de plantas acuáticas, de las que la más frecuente es *Eichhornia crassipes*. Forman islotes flotantes permanentes en las planicies de inundación de los grandes ríos de la cuenca del Plata, como el Paraná, el Paraguay o el Pilcomayo, lo mismo que en las cuencas del Orinoco y del Amazonas. El nombre camalote también se aplica a plantas del mismo género (como *Eichhornia azurea*) o del género *Pontederia* que arraigan en los sedimentos del fondo de dichos cuerpos de agua. Las comunidades permanentes de camalotes incluyen otras plantas, como helechos de agua (*Azolla caroliniana* y *Salvinia biloba*), lentejas de agua (*Lemna spp.*) y repollos de agua (*Pistia stratiotes*). Durante las grandes crecidas, los camalotales son arrastrados aguas abajo, incluso por muchos kilómetros, y se acumulan en sitios protegidos del viento y del oleaje, como lo pudieron apreciar los habitantes del gran Buenos Aires en los meses recientes.

Eichhornia crassipes es originaria de América del Sur pero ha sido introducida en lugares tan distantes como Japón, los Estados Unidos o Australia, por su interés ornamental. Hoy se la encuentra como invasora en más de 50 países. Tiene preferencia por aguas cálidas ya que temperaturas menores de 12°C limitan su crecimiento y las heladas producen daño irreversible en sus hojas. En los ambientes invadidos ocasiona trastornos como la obstrucción de canales de navegación (por ejemplo, en el canal de Panamá) y de riego. En represas altera la calidad del agua y bloquea las turbinas de las centrales hidroeléctricas.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Qué son los camalotes que cada tanto aparecen en lugares como el puerto de Buenos Aires, de dónde vienen y por qué llegan.



Forma vejigosa del camalote.

Forma elata del camalote.

Características morfológicas

El camalote puede modificar la forma y el tamaño de sus hojas y raíces para adaptarse a las condiciones del ambiente, proceso conocido como *plasticidad ecológica* o *plasticidad fenotípica*. Cuando coloniza nuevos sitios, tiene hojas pequeñas y peciolos globosos, con tejidos esponjosos que incluyen cámaras de aire. Estas características le otorgan gran capacidad para flotar y escasa resistencia al viento. Se dice que las plantas así conformadas son de *bioforma vejigosa*. Una vez que las plantas se establecieron en una laguna o embalse, aumentan su cantidad por reproducción vegetativa o asexual, que genera plantas hijas a partir de los tallos horizontales (llamados *estolones*) de la planta madre, y colonizan rápidamente la mayor parte de la superficie del cuerpo de agua. En esta etapa, las hojas crecen casi verticalmente y los peciolos se hacen más delgados y largos, con lo que por unidad de superficie puede vivir un número mayor de plantas y estas logran un mejor aprovechamiento de la energía solar. Se da a las plantas así conformadas el nombre de *bioforma elata*.

Igualmente, puede el camalote modificar su morfología según la disponibilidad de nutrientes del agua. En los camalotales en que *Eichhornia crassipes* es la especie dominante, forma una cobertura densa con las plantas interconectadas por los estolones. Con abundantes nutrientes, su altura promedio ronda los 115cm y sus raíces adquieren escaso desarrollo (no más de 30cm), pero cuando los nutrientes se agotan las plantas crecen menos e invierten toda su energía en desarrollar un sistema radicular denso cuya longitud puede llegar a los 80cm.

Las raíces retienen los sedimentos contenidos en el agua, en cantidades de hasta 1,3kg por m^2. También acumulan materia orgánica muerta, los microorganismos que la descomponen y fósforo. Cumplen así la función de filtro del ambiente del río. Se ha estimado que un camalotal produce 13 toneladas de materia seca por hectárea y por año, la que luego de la muerte de las plantas se incorpora al agua en forma de detrito y se descompone a diferente velocidad según condiciones como temperatura, concentración de oxígeno y nutrientes en el agua. En líneas generales, la mitad de esos detritos se descomponen en entre 10 y 35 días.

En condiciones favorables de temperatura y nutrientes, el tiempo necesario para que la biomasa de camalotes se duplique varía entre 5 y 22 días. En la Argentina los camalotes han obstruido la navegación en ríos, arroyos y cauces menores. En enero de 2016 llegaron al delta de Paraná, entorpecieron la navegación y, por acumulación en la proximidad de tomas de agua, retardaron los procesos de las plantas potabilizadoras. En el tramo alto de la hidrovía Paraná-Paraguay dificultaron el desplazamiento

de las grandes barcazas por el canal Tamengo, con perjuicio para el comercio con Bolivia.

Efectos ambientales

Cuando el camalote cubre toda la superficie de un lago o laguna, la circulación del agua se detiene y cesa el intercambio de oxígeno con la atmósfera. Las plantas bloquean el paso de la luz, lo que limita el desarrollo de plantas acuáticas sumergidas y de las algas que viven suspendidas en el agua. La temperatura del agua puede reducirse entre 2 y 6°C en verano.

Las plantas de *Eichhornia crassipes* pueden tomar nutrientes del agua, por ejemplo nitrógeno y fósforo, lo mismo que metales pesados como cromo, níquel, cadmio y mercurio. Esta característica permite emplearlas para depurar efluentes domésticos, industriales o agropecuarios antes de verterlos a un cuerpo natural de agua. En las últimas décadas, diferentes organismos en varios países han experimentado con camalotes y otras plantas acuáticas para depurar aguas.

En áreas con vegetación acuática, los peces encuentran en esta alimento, refugio y sitios de reproducción y de cría de los alevinos. Pero si se produce un bloqueo total de la superficie de las lagunas, la disminución o desaparición del oxígeno disuelto en el agua (llamadas respectivamente *hipoxia* y *anoxia*) causan la muerte de algunas especies de peces y la disminución de los animales que viven entre las raíces de las plantas. En esas condiciones, solo especies tolerantes o aquellas que pueden tomar el oxígeno atmosférico desde la superficie del agua logran sobrevivir.

Camalotales en la planicie de inundación del rio Paraná en el Chaco.

Los habitantes del camalote

Sumergidos entre las raíces de los camalotes viven muchos insectos, moluscos y otros invertebrados, pertenecientes a 53 familias y más de 152 especies, la mayoría de tamaño menor que 1mm, invisibles para el ojo humano. Son allí alimento de otros animales, como los peces. Sobre el agua, habitan insectos entre las hojas o dentro de ellas.

Entre la población de las raíces abundan las pulgas de agua, que son unos crustáceos microscópicos, y las larvas de mosquitos no picadores y de tábanos, pero no las del mosquito *Aedes aegypti*, el conocido transmisor del virus de dengue y varios más, que prefiere recipientes de agua limpia en la proximidad de viviendas. Insectos como libélulas, chinches de agua y efémeras, entre otros, pasan sus estados larvales en la vegetación acuática, y también lo hacen los adultos de varias familias de cascarudos, que son coleópteros.

Hay pocas especies herbívoras que se alimenten directamente de las plantas acuáticas, pero los detritos de estas son comida de peces como el sábalo (*Prochilodus lineatus*) y una treintena de otros de menor porte. Un pez frecuente y abundante en los camalotales es la morena o mamacha (*Gymnotus omarorum*), que se nutre de los camarones, anfípodos e insectos residentes en las raíces; es utilizado habitualmente como carnada para la pesca recreativa en los grandes ríos. Desde antiguo, los pueblos qom y wichi los han pescado.

En el Paraná, viven entre los camalotes crustáceos de mayor tamaño, como cangrejos (*Trichodactylus borellianus* y *Dilocarcinus pagei*), y en el Pilcomayo son frecuentes los camarones de agua dulce (*Macrobrachium jelskii* y *Macrobrachium amazonicum*), también presentes en el norte de Sudamérica. La segunda de esas especies tiene interés comercial por la facilidad de su cría en cautiverio, práctica difundida en Brasil.

Es frecuente observar aves sobre los camalotales. Pertenecen a una treintena de especies, entre ellas el gallito de agua (*Jacana jacana*). Se alimentan de invertebrados, hacen allí sus nidos o buscan refugio. No se han registrado informes de serpientes venenosas asociadas con los camalotales en su medio habitual, pero cuando se producen inundaciones la superficie de tierra firme se reduce y muchos animales terrestres e incluso arborícolas buscan albergue en cualquier objeto que sobresalga del agua, entre ellos troncos, ramas y camalotales. Esto expli-

Camalotales en el río de la Plata, a la altura del Aeroparque de Buenos Aires.

Camalotales en el arroyo Sarandí, San Isidro. Foto Verónica Orellano

Izquierda. Morena (*Gymnotus omarorum*), pez que se alimenta de invertebrados pobladores de las raíces de los camalotes.
Derecha. Gallito de agua (*Jacana jacana*), frecuente visitante de los camalotales. Wikimedia Commons

ca algunas apariciones de esos reptiles en camalotes que llegaron en tiempos recientes a Buenos Aires. Aun menos frecuentes han sido las apariciones sobre camalotes de animales de mayor talla durante grandes crecientes, como yacarés y lobitos de río.

De la rica diversidad de plantas que acompaña a *Eichhornia crassipes* en el viaje de los camalotes río abajo durante inundaciones, como los mencionados repollos, lentejas y helechos de agua, algunas permanecen y hasta se reproducen en el hábitat al que llegan; otras no sobreviven. CH

LECTURAS SUGERIDAS

BENZAQUEN L *et al*. (eds.), 2013, *Inventario de los humedales de la Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná-Paraguay*, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires.

CASCO SL *et al*., 2014, 'Influence of water hyacinth floating meadows on limnological characteristics in shallow subtropical waters', *American Journal of Plant Sciences*, 5, 13: 1983-1994.

FERRIZ RA Y IWASZKIW JM, 2014, 'Alimentación de *Gymnotus omarorum* en Laguna Blanca (Parque Nacional Río Pilcomayo)', *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 16, 2.

HENRY-SILVA GG Y CAMARGO AFM, 2006, 'Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents', *Scientia Agricola*, 63, 5: 433-438.

POI DE NEIFF A Y NEIFF JJ, 2006, 'Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná', *Interciencia*, 31, 3: 220-225.

Alicia Poi

Doctora en ciencias biológicas, Universidad Nacional del Córdoba.
Investigadora independiente del Conicet en el Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Corrientes.
Profesora titular, Universidad Nacional del Nordeste.
guadalupepoi@gmail.com

Noticias institucionales

El Dr. Ceccatto se reunió con autoridades del CONFEDI y de la CONEAU

Durante el encuentro, se avanzó en una propuesta para reformular el sistema de otorgamiento de becas para que los doctores se formen en temas relacionados con áreas estratégicas para el país.

Con la firme intención de ampliar gradualmente el perfil tecnológico de los doctorados, el Dr. Ceccatto, presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), planteó la necesidad de que una tesis de un ingeniero que termine en un producto innovador sea considerada tan válida o incluso más que dos papers como resultado de su trabajo.

Al respecto, el presidente del CONICET sostuvo que es imperioso constituir un trípode en el cual el Consejo como financiador, las universidades como implementadoras y la CONEAU como acreditación de esos doctorados, amplíen el perfil de los doctorados para que resuelvan los problemas del país.

El funcionario nacional subrayó la necesidad de que una mayor cantidad de investigadores se vuelquen al desarrollo tecnológico. "Hoy tenemos 9200 investigadores, de los cuales solamente 300 reportan a la Comisión de Tecnología, lo cual quiere decir que hay solamente 300 que se asumen como tecnólogos a tiempo completo", y agregó que "lamentablemente, los doctorados dentro de la universidad argentina tienen un origen ligado al reconocimiento académico. Precisamos trabajar con las universidades para que las tesis no respondan sólo al modelo tradicional academicista y que estos recursos humanos, altamente capacitados, se conviertan en actores centrales en el proceso de transformación del país".

Acompañaron al presidente del CONICET, el vicepresidente de Asuntos Tecnológicos del Consejo, Dr. Miguel Laborde, el titular del Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI), Sergio Pagani, y la Directora de Acreditación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), Marcela Groppo.

Autoridades durante la reunión. Foto: CONICET Fotografía.

Noticias institucionales

Se llevó a cabo el primer encuentro "Conocer y Hacer sobre Violencia de Género"

Se trata de una iniciativa de la Red de Investigadores en Derechos Humanos, conformada por el CONICET y la Secretaría de Derechos Humanos de la Nación.

Con la participación de la Dra. Dora Barrancos, directora del Área de Ciencias Sociales y Humanidades del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), se realizó el encuentro "Conocer y Hacer. Intersecciones entre la investigación y la gestión en materia de Violencia de Género".

Se trató de un panel organizado por la Red para la Articulación y el Fortalecimiento de las Investigaciones en Derechos Humanos en la Argentina (RAFIDHA), la cual es una iniciativa conjunta del Consejo y la Secretaría de Derechos Humanos y Pluralismo Cultural, dependiente del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación.

El objetivo del encuentro fue presentar el eje de Violencia de Género de la Red, compartir un diagnóstico sobre la situación actual de las distintas formas de violencia contra las mujeres y avanzar en una puesta en común de los distintos registros de Femicidio y Violencia contra la Mujer.

Durante la apertura, la Dra. Barrancos destacó que "en materia de relaciones de género y violencia, hay que llevar a cabo una lucha que comprometa panpolíticamente a todas las fuerzas de este país". A su vez, expresó que las Ciencias Sociales tienen que tener un sentido prospectivo aplicativo ya que "la investigación tiene que articularse con medidas prácticas, con propósitos aplicativos. Se sabe mucho sobre violencia pero lo que tenemos que hacer es HACER. Debe haber una construcción académica que acompañe a los efectores públicos para descubrir cual es la mejor alternativa".

Por otro lado, se refirió al rol de la academia y de la militancia en la construcción del régimen legal sobre género: "Las mejores leyes obtenidas en materia de derechos personalísimos y de derechos para las mujeres tienen una clara resonancia de construcción militante y académica. Tanto en la Ley 26.485 –Ley de Protección Integral a las Mujeres- como en la segunda ley de trata y en las leyes de identidad de género y de matrimonio igualitario, estuvieron las dos miradas convergentes".

Autoridades durante la apertura de la reunión. Foto: CONICET Fotografía.

También participó de la apertura Fabiana Tuñez, Presidenta del Consejo Nacional de las Mujeres, quien sostuvo que "estos temas nos involucran, competen, interpelan y obligan desde el Estado a redoblar los esfuerzos en materia de erradicación de violencia de género". Y agregó que "hay que trabajar articuladamente con diferentes organismos para la construcción de una sola estadística oficial, para poder decir no solamente cuántos femicidios tenemos en el país sino también para tener un mapa de la situación de la violencia en sus diferentes modalidades".

Por su parte, Alejandro Collia, Secretario Ejecutivo del Consejo Federal de Derechos Humanos, expresó que "junto al CONICET, a través de la Red, asumimos esta línea de acción que tiene que ver con fortalecer las investigaciones aplicadas en derechos humanos con el fin de lograr conocimiento de rigor que permita a los decisores políticos y a los investigadores entender mejor cuáles son las tareas urgentes y generar esfuerzos a largo plazo".

Estuvieron presentes, la Dra. Patricia Maccagno, directora de Convenios y Proyectos del CONICET; Karina Bidaseca y Federico Geller, coordinadores de la Red por el Consejo y la Secretaría de Derechos Humanos, respectivamente; y autoridades e investigadores referentes en la temática.

Sobre la Red

La Red para la Articulación y el Fortalecimiento de las Investigaciones en Derechos Humanos en la Argentina tiene como misión contribuir a la articulación de conocimientos y prácticas para la promoción y la protección de los derechos civiles, políticos, económicos, sociales, culturales, comunitarios y los derechos de incidencia colectiva en general.

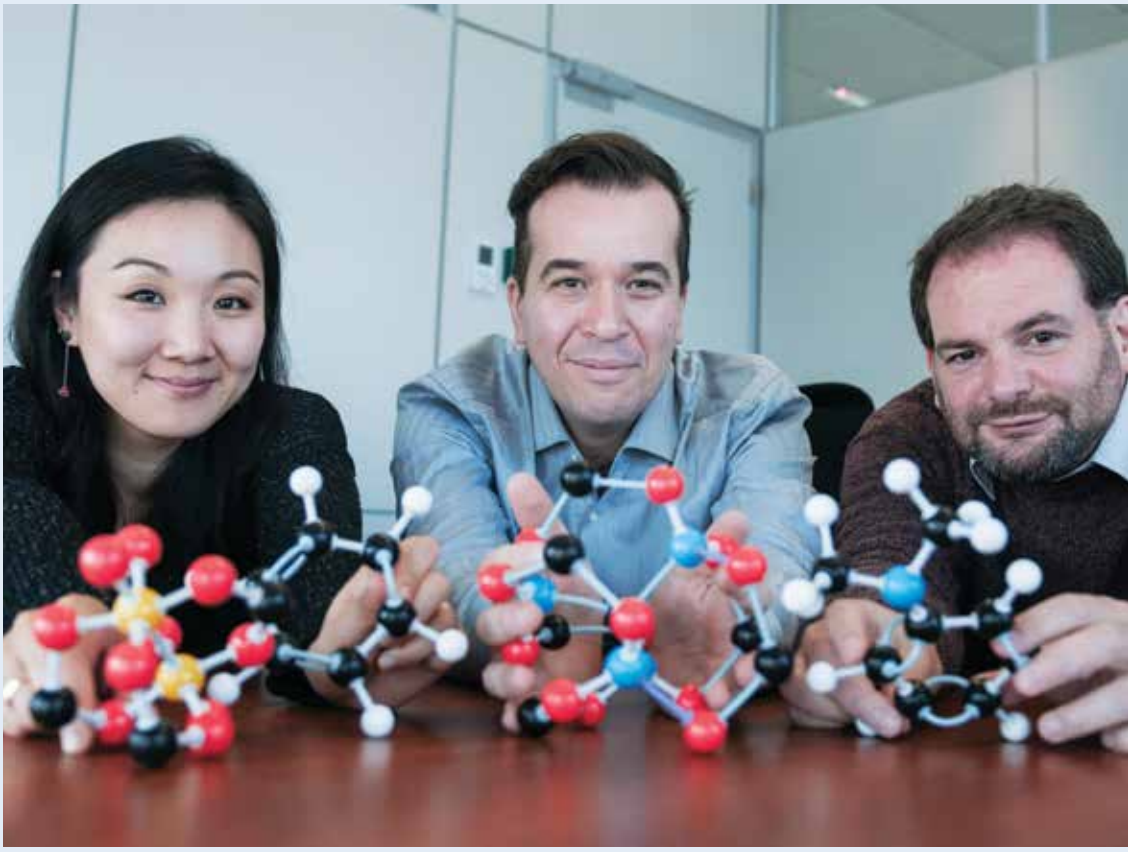
Los encuentros Conocer y Hacer comenzaron durante el año 2015, planteándose como espacio federal de intercambio de experiencias y elaboración de propuestas entre investigadores en temáticas relativas a los derechos humanos y agentes de políticas públicas. El primero fue dedicado al eje temático Memoria, Verdad y Justicia y se realizó en los sitios de Memoria de la ciudad de Córdoba en el mes de septiembre. El segundo fue sobre Violencia Institucional y tuvo lugar en la Universidad Nacional de San Martín en octubre. En ambos casos, el diálogo fue abierto con iniciativas que combinan herramientas de investigación y gestión y la red se vio enriquecida con la incorporación de nuevos integrantes, que aportaron al acervo de la red sus investigaciones.

Ciencias agrarias, de la Ingeniería y de Materiales

Un impulso a las energías renovables

Científicos del CONICET desarrollaron un fotocatalizador de alta eficiencia. Apuntan a usarlo para descontaminar agua, desarrollar celdas solares y generar energía limpia y renovable a partir de la luz solar.

Por MIGUEL FAIGÓN



Manuela Kim, Eugenio Otal e Ismael Fabregas. Foto: CONICET Fotografía.

Investigadores del Consejo en la Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégico para la Defensa (UNIDEF, CONICET-Ministerio de Defensa) modificaron químicamente materiales semiconductores híbridos conocidos como *Metal Organic Framework* (MOF) UiO-66-NH2 y lograron modificar sus características para que pueda usar una mayor parte de la energía lumínica del sol en reacciones.

Durante el trabajo lograron ampliar el espectro de absorción de luz, y esto optimizó las características fotocatalíticas – es decir la capacidad de las moléculas de convertir la energía lumínica en química – del compuesto.

"Al ampliar el espectro de absorción de luz del MOF UiO 66 obtuvimos un compuesto cuya actividad fotocatalítica es similar a la del dióxido de titanio, que es el catalizador más eficiente que se conoce", explica Eugenio Otal, investigador asistente del CONICET en UNIDEF y primer autor del artículo en el que se da cuenta del desarrollo publicado recientemente en ChemComm.

"Tener un fotocatalizador tan eficiente, que además absorba luz visible, puede permitirnos descontaminar el agua, desarrollar celdas solares y hasta romper las moléculas de agua para obtener hidrógeno y con ello generar energía limpia y renovable sólo a partir de la luz del sol, que tiene la gran ventaja de ser gratuita", afirma Otal.

Lo que diferencia al compuesto obtenido del dióxido de titanio y otras nanopartículas semiconductoras usadas comúnmente para fotocatálisis es que no sólo puede aprovechar y utilizar la radiación ultravioleta (UV), que compone sólo una pequeña parte del espectro electromagnético – alrededor un 4 por ciento- sino que también absorbe parte de la luz visible, que representa cerca de un 43 por ciento.

Los *Metal Organic Framework* son compuestos sólidos, nanométricos, formados por moléculas metálicas, denominadas clusters, que se unen entre sí a través de moléculas orgánicas – ligandos orgánicos – siguiendo un ordenamiento perfectamente regular en el espacio. Lo que los distingue de otros polímeros de coordinación metálico-orgánica es que poseen una gran superficie vacía. Es esta porosidad la que hace de estos compuestos buenos catalizadores y almacenadores de gases.

"La característica que define a los MOF es que son perfectamente regulares, cada parte metálica es idéntica a la otra y lo mismo ocurre con los ligandos orgánicos, por lo que podemos saber su composición química exacta. Esto nos permite poder trabajar en diferentes modificaciones, tanto de su parte orgánica como de su parte metálica, dependiendo de la propiedad que queramos obtener: que catalice una reacción o que pueda almacenar algún gas, por ejemplo", explica Manuela Kim, investigadora asistente del Consejo en el UNIDEF.

Para ampliar su espectro de absorción de luz, los investigadores modificaron el MOF-UiO-66-NH2 a través de aplicación, sobre su parte orgánica, de compuestos utilizados comúnmente para teñir telas.

"Esto hizo que el sólido –originalmente blanco- tomará nuevos colores y así optimizara su reacción catalítica frente a la energía lumínica", cuenta Ismael Fabregas, investigador adjunto del CONICET en el UNIDEF.

Ciencias Sociales y Humanidades

Estudian capacidades involucradas en la adquisición de la lengua

Investigadores del INCIHUSA estudian los procesos cognitivos comprometidos en la adquisición y uso del lenguaje.

Por LEONARDO FERNÁNDEZ. CCT Mendoza.

Cómo los seres humanos adquieren la lengua es un tema abordado por diferentes disciplinas. Ampliamente discutido desde sus inicios, generó la aparición de diferentes corrientes teóricas contrapuestas que debatían, y debaten, sobre los factores psicológicos, neurológicos ysociales que intervienen en el proceso.

El biólogo Alejandro Wainselboim, investigador asistente del CONICET, es parte de un grupo de investigadores del Laboratorio de Lingüística y Neurobiología Experimental del Lenguaje del Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA) que estudia los procesos cognitivos involucrados en la adquisición y uso de la lengua, es decir los mecanismos que el cerebro utiliza para poder codificar y decodificar mensajes. Más simple: hablar, leer y comprender.

Alejandro Wainselboim, investigador asistente del CONICET. Foto: CCT Mendoza.

Los investigadores sostienen que, durante la primera infancia, los seres humanos son capaces de adquirir cualquier lengua por exposición: materna, segunda lengua o tercera lengua. Es decir, por el simple hecho de interactuar con otros individuos pueden aprender los recursos necesarios para comunicarse. Esta virtud de los sujetos, añaden, hace que cuestiones tan complejas como la gramática (la forma en que se ordena las palabras) o la semántica (el significado que se les otorga) sean adquiridas de forma inferencial e implícita, sin necesidad de ser explicadas.

Wainselboim señala que alrededor los cinco años un niño posee casi la gramática de un adulto: "Un chico cuando llega a los cinco o seis años tiene un vocabulario de decenas de miles de palabras, que puede estar ya entre las 30 y las 50 mil. Qué porcentaje de ese vocabulario total lo aprendió de manera explícita, es decir preguntando, sólo algunos centenares, y estoy exagerando. Entonces la inmensa mayoría del vocabulario lo aprendió de manera implícita, básicamente infiriendo el significado de esa palabra de acuerdo al contexto en el cual la escuchó".

El neurocientífico explica que este fenómeno responde a una capacidad del cerebro que permite almacenar la estadística de aparición de eventos, de sus atributos, y a su vez, de los términos que escuchó en esos diferentes eventos. "Los sujetos tienen la capacidad de almacenar la estadística de co-ocurrencia entre aspectos ambientales y los términos lingüísticos que va escuchando en esos diferentes contextos", cuenta, y esto les permite dotar de significado a las palabras y asociarlas a situaciones u objetos.

Ahora bien, los investigadores coinciden con estudios previos en que esta facultad comienza a perderse a medida que pasan los años. "La capacidad de adquisición del lenguaje por exposición al contexto, aparentemente se iría perdiendo a lo largo de la segunda infancia, que es de los seis a los doce años, y definitivamente en la adolescencia ya no la tenemos. Uno puede aprender de adulto un número ilimitado de lenguas, pero la forma es totalmente diferente, se realiza mediante aprendizaje formal, las reglas gramaticales, el significado de las palabras, todo se explicita", detalla.

Una serie de experimentos neurolingüísticos, que permiten determinar la actividad neuronal durante el proceso de aprendizaje de nuevas palabras, posibilitó a los investigadores observar que sujetos adultos sanos demostraron ser capaces de aprender el significado de nuevos términos de manera inferencial, a la vez que pudieron adquirir de manera implícita las reglas gramaticales (combinatorias) de una gramática artificial creada para el análisis. "Este resultado lleva a pensar que en adultos existen las mismas capacidades de aprendizaje que en el cerebro infantil, pero en un grado menor", explica el biólogo.

El investigador sostiene que en un ambiente complejo como el sistema social, la capacidad de asociación estadística entre estímulos no sería ya 'lo suficientemente poderosa' como para que el adulto adquiera un lenguaje por simple exposición.

El próximo paso para el grupo es indagar y comprender qué cambios se producen en el cerebro que hacen que el aprendizaje inferencial e implícito sea menor en adultos. Según Wainselboim una posibilidad residiría en que éstos poseen una mayor capacidad de generalización a costa de una menor capacidad de prestar atención al detalle lo que disminuiría la capacidad de aprendizaje estadístico en contextos naturales complejos.

Si bien creen que ésta puede ser una clave de la diferencia con los infantes, la investigación está en etapa de desarrollo: "No sabemos cuáles son los cambios que se producen, para esa pregunta todavía no tenemos respuesta, tenemos una hipótesis de trabajo, pero hasta el momento siempre hemos trabajado con adultos, el próximo paso es trabajar con niños para poder comparar", acota.

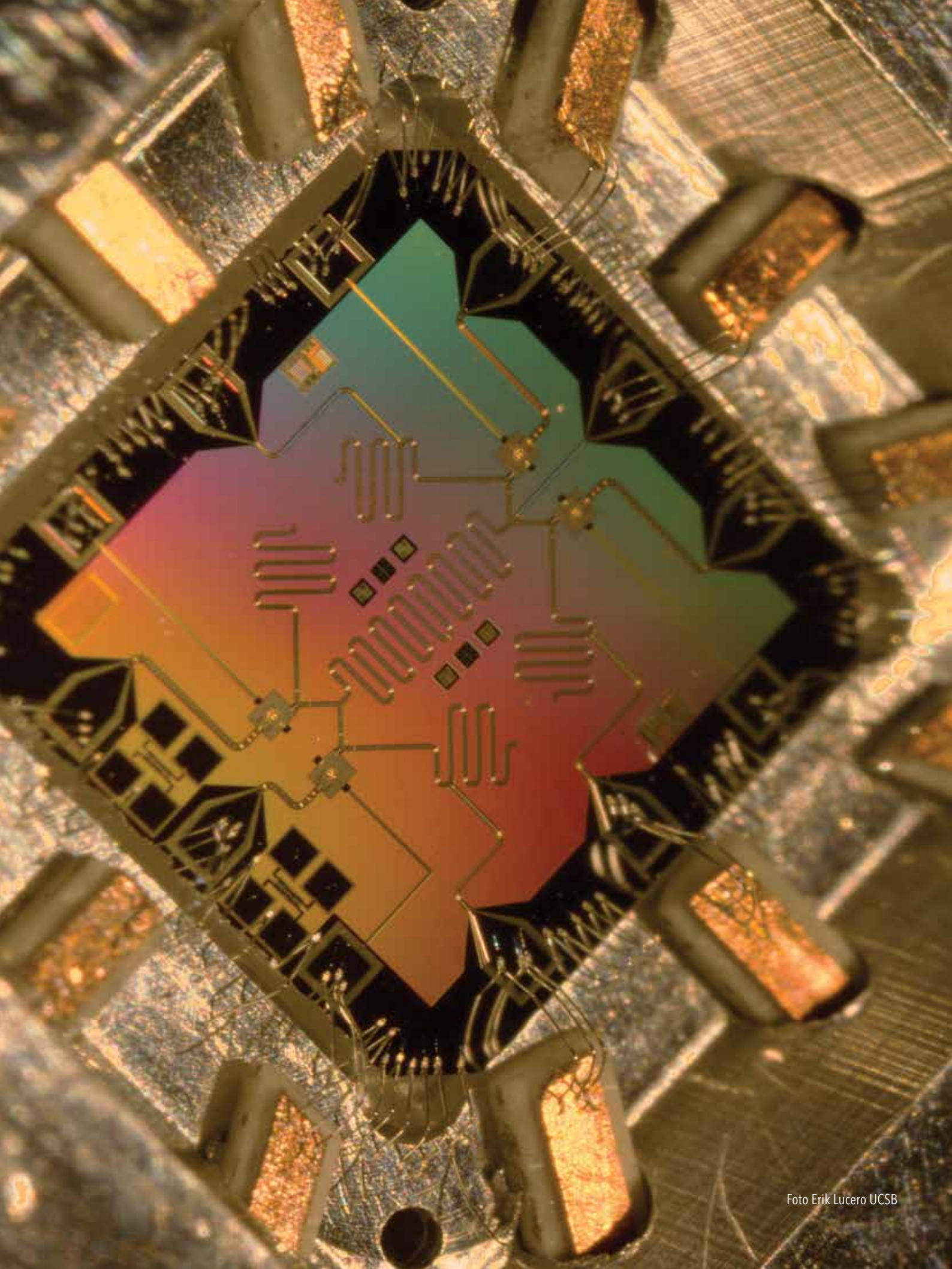


Foto Erik Lucero UCSB

Alejandro Díaz-Caro
Universidad Nacional de Quilmes

¿Qué es la computación cuántica?

Para empezar por el principio: ¿qué es la física cuántica? Es la física de lo muy pequeño. La matemática que usa esa física permite comprender y ayuda a predecir el comportamiento de las partículas más reducidas que componen el universo, como los electrones o los fotones. La física cuántica es distinta de la física clásica, que se ocupa de objetos más grandes, como las pelotas de fútbol o los planetas. Tomemos un ejemplo: el sistema físico constituido por un futbolista que patea a un arco sin arquero. En el marco de la física clásica, los físicos pueden describir el estado inicial de ese sistema haciendo un gran número de mediciones, como la fuerza de la patada, la velocidad del viento, el ángulo del tiro, el punto en que el pie le pega a la pelota, la forma y el peso de esta, la distancia al arco y muchas más. Si pudiesen medir todas las variables –cosa irrealizable en términos prácticos–, la física clásica predeciría sin error el resultado, que solo tiene dos posiciones posibles: que el futbolista haga un gol o que no lo haga.

La física cuántica opera en un mundo muy distinto, en el que un hipotético futbolista en una situación como la anterior puede hacer el gol y también, al mismo tiempo, no hacerlo, lo que es imposible en el marco de la física clásica, además de contradecir el sentido común. La física cuántica no se aplica al futbolista ni a su pelota, pero sí a los citados fotones, las partículas sin masa que componen la luz, y ese es, justamente, su comportamiento: pueden hacer gol y también, al mismo tiempo, no hacerlo.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Una comparación entre la computación clásica y la computación cuántica.

Para explicar esta aparente paradoja, tomemos un ejemplo equivalente al anterior en el mundo de la física cuántica: supongamos que en vez de un arco tenemos una pared con dos orificios contiguos y que encendemos una linterna de un lado de ella, a cierta distancia de los orificios, con lo que veremos a la luz emitida atravesar ambos. Pero si en vez de un haz de luz, la linterna emite una sola partícula de ella, es decir, un fotón, la física cuántica no podrá predecir por cuál orificio pasará, incluso pudiendo medir todas las variables del estado inicial del sistema. Más aún, si, emitido el fotón, registramos por donde pasó mediante un instrumento que realice la constatación del lado del muro por el que emergió el fotón, constataremos que lo hizo por los dos orificios a la vez. En otras palabras, el futbolista hizo gol y, con el mismo tiro, no lo hizo.

En el párrafo anterior razonamos pensando en la física clásica, como si el fotón fuera una pequeña pelotita, pero constatamos que se comportó como una onda, igual que el sonido o que una ola del mar, pues tiene sentido que una onda pase por ambos orificios a la vez. Pero entonces, ¿por qué se habla de partículas y no de ondas? Ello es así porque si se registra por donde pasó el fotón mediante un instrumento que realice la constatación del lado del muro en que está la linterna, por el que se puede suponer que ingresará en uno de los orificios, se constatará que, efectivamente, lo hace por uno y no por ambos. Es decir, se comporta como una partícula –como una pelotita– y no como una ola del mar. ¿Cuál de ambos comportamientos es el real? Ambos.

El mundo cuántico es así: no solo no podemos predecir con precisión lo que sucederá, sino que, además, suceden cosas que contradicen a la intuición y al sentido común. Pero a pesar de ello la física cuántica puede hacer predicciones sobre el comportamiento del mundo subatómico, y gracias a estas predicciones tenemos hoy transistores, láseres y el GPS.

Veamos algún ejemplo de lo que nos permite la física cuántica. Los vidrios polarizados dejan pasar ciertos fotones e impiden el paso de otros. Un fotón posee un atributo llamado *polarización*, que puede describirse como una extensión en un plano perpendicular a la dirección en que se desplaza. Un vidrio polarizado puede permitir que solo pasen los fotones con polarización vertical, e impedir que lo hagan los que tienen polarización horizontal. ¿Qué sucede en tal caso con un fotón polarizado a 45°? Choca contra el vidrio y, al azar, modifica su polarización para resultar polarizado horizontalmente o verticalmente, y pasar o no pasar en consecuencia. Los físicos recurren a varias teorías matemáticas para interpretar lo anterior, que no vienen al caso aquí.

Podemos ir un paso más allá en el análisis. Si el fotón del ejemplo estuviera polarizado a 45°, tendría igual probabilidad de cambiar su polarización por una horizontal que por una vertical. Pero si hubiera estado polarizado en un ángulo más cercano a una de esas dos direcciones, la probabilidad no sería de 0,5 para cada una de ellas, sino más alta para la dirección más cercana, y tanto más alta cuanto más cercana. Es decir, si un fotón tiene una polarización casi vertical, es muy probable –pero no seguro– que adopte la polarización vertical y atraviese el vidrio.

Imaginemos ahora un vidrio que deja pasar tanto los fotones polarizados horizontalmente como verticalmente. En ese caso, todos los fotones atravesarán el vidrio, porque los que tengan otra polarización, al llegar al vidrio, la modificarán para tomar sea la horizontal, sea la vertical. Los fotones que se aproximan al vidrio pueden tener, además de la polarización horizontal o la vertical, una tercera polarización, llamada de *superposición*, que viene dada por las probabilidades de tomar una y la otra para atravesar el vidrio. Esas probabilidades indican que para la física cuántica los fotones en esa situación tienen una polarización que es simultáneamente vertical y horizontal.

Lo anterior nos permite explicar unos conceptos básicos sobre la diferencia entre la computación a la que estamos acostumbrados, que llamaremos computación clásica, y la computación cuántica. Adviértase que decimos computación y no computadoras porque no nos estamos refiriendo a máquinas sino a los programas operados en ellas. De hecho, existen computadoras clásicas pero no (o si se prefiere, aún no) computadoras cuánticas de propósito general.

Las computadoras clásicas almacenan ceros y unos en sus registros para hacer con ellos todas las operaciones que son capaces. Cada dígito almacenado, es decir, cada 0 o 1, se llama *bit*, y todo bit, en un sistema binario, solo puede ser un 0 o un 1. La computación cuántica también almacena en sus registros ceros y unos, pero además a cada dígito almacenado le asigna un valor con el cual se calcula la probabilidad de ser 0 o 1 (y la probabilidad de ser lo contrario), que a su vez varía entre 0 y 1, es decir, entre imposibilidad y certeza. En este caso no se habla de bits sino de *qubits*, y cada qubit puede tomar el valor de 0, de 1, o de cualquiera de las infinitas posiciones entre ambos números que determinan dichas probabilidades. Es como si fuera, simultáneamente, 0 y 1. En consecuencia, los algoritmos para operar con los qubits son diferentes de los utilizados para hacerlo con bits, pues escapan al sistema binario. Se puede advertir la semejanza de esto con la polarización horizontal o la vertical –que podríamos equiparar a los ceros y unos de los bits de la computación clásica–, mientras que los estados de superposición serían los de los qubits de la computación cuántica.

La ejecución de cualquier programa de computadora procede por el camino de modificar los datos registrados en su memoria, que son ceros y unos. En la computación

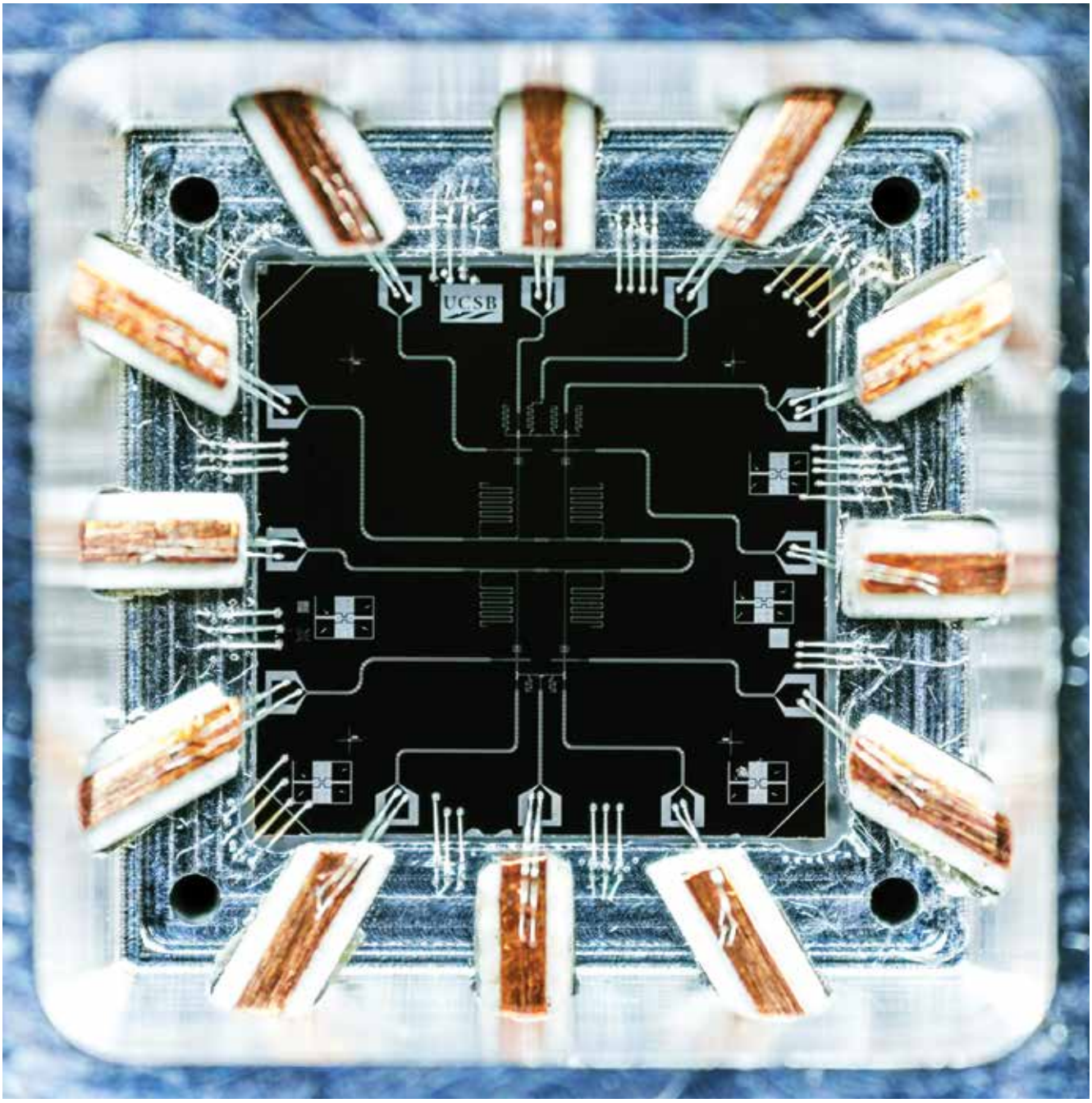


Foto Michael Fang UCSB

clásica los programas solo pueden transformar ceros en unos y unos en ceros. Pero en la computación cuántica tienen la posibilidad de modificar las probabilidades de tomar esos valores asociadas con los bits que guardan.

Volviendo al fotón y al vidrio polarizado, supongamos que disponemos de algún mecanismo que nos permita alterar la polarización del primero: si ella es horizontal, pasará a vertical y viceversa. Pero, ¿qué sucede si el fotón estaba en estado de superposición? Nuestro hipotético mecanismo se encuentra con un fotón que está simultáneamente polarizado en sentido horizontal y en sentido vertical, por lo cual actúa de las dos maneras haciendo que la probabilidad de modificarse a horizontal cuando llegue al vidrio sea ahora la de modificarse a vertical, y viceversa.

Si el hipotético mecanismo fuera un programa de computación, ejecutarlo sobre una superposición equivale a ejecutarlo simultáneamente dos veces: una sobre un fotón polarizado en sentido horizontal y otra sobre uno polarizado en sentido vertical, aunque solo arrojaría al azar uno de los resultados. La pregunta que se plantearon los especialistas en computación ante esto fue si habría cómo aprovechar esta clase de situaciones para obtener to-

dos los valores posibles encerrados en un estado de superposición con una única ejecución del programa, en lugar de obtener uno solo al azar.

En 1996, Lov Kumar Grover, un científico norteamericano nacido en la India que se desempeñaba en los laboratorios Bell, en Nueva Jersey, sugirió cómo usar este raro comportamiento cuántico para hacer la computación más eficiente, por lo menos en un caso particular. Hubo otros usos de la computación cuántica antes del que se le ocurrió a Grover, pero este es uno de los primeros programas de computación basado en la física cuántica que podrían en algún momento tener utilidad práctica (cuando exista una computadora cuántica, claro está).

El caso particular que atrajo la atención de Grover se puede ejemplificar con la situación de buscar a quién pertenece un número de teléfono y solo tener una guía impresa. Para encontrar el número se debe recorrer la guía completa buscándolo, actividad que se detendrá cuando se dé con él. En el peor caso, habrá que recorrer toda la guía y el último número será el buscado; en el mejor caso, será el primero que se vea. Digamos que, en el promedio, se recorrerá la mitad de la guía.

Grover aplicó el sistema de los fotones para hacer la búsqueda y probó que la cantidad de números que resulta necesario recorrer no crece como el promedio de los números incluidos en la guía sino como su raíz cuadrada, lo que arroja un resultado mucho menor. O sea, si hay 10.000 números de teléfono en la guía, con el sistema de la computación clásica se deberá recorrer 5000, en promedio, antes de encontrar el buscado; con el algoritmo de Grover alcanza con 100.

Dos años antes de que Grover ideara su algoritmo, otro estadounidense, Peter Shor, profesor del Instituto de Tecnología de Massachusetts, publicó uno usando computación cuántica que proporciona una ventaja aún más pronunciada. Se refiere a la factorización de números, es decir, al cálculo de cómo expresarlos en la forma de un producto de números primos. Es una operación matemática de enorme importancia porque está en la base de todos los sistemas criptográficos avanzados en uso actual.

Para números muy grandes, el procedimiento tradicional requiere realizar una desmedida cantidad de operaciones: en 2009, factorizar un número de 232 dígitos llevó dos años a un equipo de matemáticos, con la participación de cientos de computadoras. Shor demostró que con una hipotética computadora cuántica se podría hacer lo mismo en una cantidad de pasos exponencialmente menor. En otras palabras, si existiese una computadora cuántica que pudiese manipular la cantidad necesaria de qubits, se podría descifrar casi todos los sistemas de criptografía usados en estos momentos. Como contrapartida, la computación cuántica abre la posibilidad de acceder a otras maneras de encriptar, en principio seguras de los ataques de otras computadoras cuánticas, y de hecho imposibles de romper con ningún método, garantizadas por propiedades intrínsecas de la física cuántica (por lo menos si esos métodos se aplicaran de forma ideal).

En lo anterior hemos descripto el proceso con fotones como una serie de operaciones que conforman un programa, pero podríamos haberlo presentado como un experimento de laboratorio, del que señalamos los pasos a seguir y predecimos lo que sucederá en cada paso. Estaríamos concibiendo a un programa cuántico como la descripción de un experimento, y a la computación cuántica como una forma de describir experimentos físicos de manera estructurada, de suerte que ponga en evidencia la lógica de la física cuántica.

En el marco de la matemática, el concepto de lógica indica el conjunto de reglas que permiten demostrar matemáticamente la corrección de un razonamiento. Una deducción ajustada a dichas reglas arroja resultados con sentido, o, en lenguaje sencillo, conclusiones lógicas, por las que se puede confiar en la certeza matemática de las predicciones formuladas. En computación y en matemáticas existen muchos sistemas lógicos diferentes, cada uno de los cuales se aplica a construcciones conceptuales de distinto propósito. Así, hay una lógica detrás de cada lenguaje de programación. Una línea de investigación es descubrir la lógica detrás de la computación cuántica y, por extensión, detrás de la física cuántica. Esto va más allá de las ventajas de procedimiento que ofrece la computación cuántica, pues la convierte en nueva herramienta para razonar sobre el mundo tan poco intuitivo de las partículas elementales de nuestro universo. CH

LECTURAS SUGERIDAS

DUNN JM, MOSS LS & WNG Z, 2013, 'The third life of quantum logic. Quantum logic inspired by quantum computing', *Journal of Philosophical Logic*, 42, 3: 443-459, accesible en *http://arxiv.org/abs/1302.3465*.

GROVER LK, 1999, 'Quantum Computing', *The Sciences*, pp. 24-30, julio/agosto, accesible en *http://cryptome.org/qc-grover.htm*.

NIELSEN M & CHUANG I, 2000, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press.

Alejandro Díaz-Caro

Doctor en ciencias de la computación, Universidad de Grenoble.

Investigador asistente del Conicet.

Profesor adjunto, Universidad Nacional de Quilmes.

alejandro@diaz-caro.info

Marta Lapid Volosin
Rutgers University, Nueva Jersey

Desayunar con café ¿modifica nuestras conexiones cerebrales?

En 2012 y a lo largo de dieciocho meses, Russell Poldrack, entonces profesor de la Universidad de Texas en Austin (ahora está en la de Stanford), escaneó más de cien veces su cerebro por resonancia magnética para crear el más detallado panorama conocido hasta ahora del funcionamiento de las conexiones de las neuronas cerebrales de un individuo. En el proceso, encontró que esas conexiones se reorganizan después de comer y de beber café. También halló una fuerte correlación entre la función cerebral y la actividad (o expresión) de ciertos genes. Su trabajo fue parte de una investigación que denominó 'Mi conectoma'.

El proyecto del Conectoma Humano

Antes de comentar el trabajo de Poldrack y su implicancia para el conocimiento de las características y la dinámica de la función cerebral, nos referiremos a una investigación promovida por los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos y lanzada en 2009 con el nombre de proyecto del Conectoma Humano.

La página oficial del proyecto (*http://www.humanconnectome.org/*) indicó en mayo de 2016 que 'mapear el cerebro humano es uno de los grandes retos científicos del siglo XXI [y que la investigación] aborda un aspecto clave de

¿DE QUÉ SE TRATA?

Las conexiones cerebrales se reorganizan luego de beber café.

Imagen de los circuitos neuronales del cerebro obtenida por resonancia magnética. Foto Human Connectome Project

ese desafío por medio de la elucidación de las vías neurales que subyacen a la función cerebral y al comportamiento. Descifrar el asombrosamente complejo diagrama del cableado de nuestro cerebro revelará mucho acerca de lo que nos hace únicos como humanos y lo que determina que cada persona sea diferente de todas las otras.'

En la ejecución del proyecto participa un consorcio de entidades académicas liderado por las universidades de Washington en San Luis (Missouri), de Minnesota y de Oxford (no son los únicos participantes), que está realizando una cartografía exhaustiva de los circuitos neuronales del cerebro de 1200 adultos sanos con avanzados métodos no invasivos de obtención de neuroimágenes. Todos los escaneados se prestan voluntariamente.

El estudio utiliza cuatro métodos para adquirir datos con una resolución tanto temporal como espacial sin precedentes que permiten relacionar los circuitos cerebrales con diferencias individuales en la cognición, la percepción y la personalidad: (i) *resonancia magnética funcional en estado de reposo* (rfMRI), un método relativamente nuevo que proporciona información sobre las interacciones cerebrales que se producen cuando un individuo no realiza actividad explícita; (ii) *resonancia magnética funcional sincronizada con acontecimientos o tareas*, que revela información sobre la función cerebral cuando un individuo realiza actividad explícita; (iii) *resonancia magnética de difusión* (dMRI), que ilustra sobre las conexiones cerebrales mediante el mapeo *in vivo* de la difusión de moléculas en los tejidos biológicos, principalmente de agua, y (iv) *resonancia magnética estructural*, que permite conocer el volumen de las formas complejas de la corteza cerebral. Además, dado que la actividad eléctrica de las neuronas produce campos magnéticos, el programa incluye estudiar a un grupo menor de los participantes mediante magnetoencefalografía (MEG), similar a la electroencefalografía pero con más alta calidad de señal y mayor precisión temporal.

Toda la información del proyecto se considera de dominio público. Los primeros datos fueron puestos a disposición de la comunidad científica en marzo de 2013.

El conectoma

Al decidir que realizará determinada acción y luego ejecutarla, muchas regiones diferentes del cerebro de la persona en cuestión se comunican entre ellas mediante señales o mensajes electroquímicos que circulan por docenas de redes de células cerebrales o neuronas. Esa información permite que el individuo tome las medidas co-

rrectas ante una situación que las requiera. Consideremos un ejemplo simplificado: vemos a nuestro perro a punto de comerse nuestro almuerzo, lo que nos lleva a actuar de inmediato para impedírselo. Esa sencilla acción, cumplida en escasos instantes, significó sin embargo la movilización de numerosas células nerviosas y la transmisión de múltiples mensajes. En un tiempo casi instantáneo, los sensores de nuestra retina captan la luz que entra del perro hambriento al globo del ojo, envían al cerebro la información, este la interpreta, para lo cual la circula por varios centros cerebrales y, sin que tengamos demasiada conciencia de ello, de esa circulación resulta un mensaje a nuestros músculos para hacernos pegar un grito y un salto que evitarán la canina transgresión.

Múltiples redes de neuronas intervienen en todas las situaciones en que nos encontramos a diario, entre ellas las que empiezan como la del ejemplo con percepciones sensoriales y culminan con la ejecución de tareas. Pero pueden empezar y finalizar de otro modo y ser enormemente más complejas. El conjunto de esas redes se conoce como *conectoma*. La eficiencia de dichas redes afecta el comportamiento, por lo que estudiarlas tiene altísimo interés para los neurocientíficos.

Una cartografía exitosa del conectoma de adultos sanos allanará el camino para futuros estudios de los circuitos del cerebro durante el desarrollo, el envejecimiento y en numerosos trastornos cerebrales. En definitiva, va a transformar nuestra comprensión del cerebro humano en la salud y en la enfermedad.

El conectoma en el tiempo

Volviendo ahora al estudio de Poldrack, este investigador se sometió dos veces por semana durante unas cincuenta semanas por 10 minutos al escudriño de una máquina de resonancia magnética por imágenes que retrataba su cerebro cada segundo. En números redondos, obtuvo 600 imágenes por sesión y 60.000 en total. Esa autoexperimentación hizo de su cerebro uno de los más estudiados del mundo.

El objetivo de la investigación era comprender cómo las conexiones de las diferentes partes del cerebro cambian con el tiempo, para poder evaluar las relaciones entre funciones como las psicológicas, neurales, metabólicas y otras de distintas personas. Complementariamente, Poldrack se extrajo muestras de sangre para analizar la expresión de sus genes y correlacionarla con la función del cerebro. Esto reveló el hecho que hemos tomado para titular la presente nota: que las conexiones cerebrales se organizan de una manera cuando se ingiere cafeína y de otra cuando no se la ingiere.

Una de las diferencias más relevantes entre este estudio y los mapas del conectoma producidos antes es que en lugar de analizar imágenes únicas de un número considerable de cerebros tomadas con poca diferencia de tiempo, el estudio del cerebro de Poldrack permitió analizar la situación de las conexiones de una misma persona en un período prolongado y buscar respuestas

CAFEÍNA Y ADENOSINA

La adenosina es una hormona producida por el organismo que actúa como neurotransmisor inhibitorio en el sistema nervioso central y regula los ciclos de sueño y vigilia. Cuando la adenosina se adhiere a los receptores correspondientes en la membrana de las neuronas cerebrales causa somnolencia. La adenosina estimula la generación por las neuronas de señales indicativas de que es hora de descansar, y ellas inducen un sueño total y duradero. Por otro lado, la cafeína, el principal componente activo del café y la droga psicoactiva más ampliamente consumida en el mundo, es una sustancia de origen natural (aunque no producida por el cuerpo humano) que tiene propiedades estimulantes. Por ella el café provoca un estado de alerta y un aumento de la energía en quien lo ingiere. Esto ocurre porque la cafeína se adhiere a los mismos receptores que la adenosina y bloquea los efectos inhibitorios de esta; produce una inhibición de la inhibición, por así decirlo. Como resultado, la actividad cerebral aumenta y somos menos sensibles a los ritmos naturales de vigilia y sueño de nuestro cuerpo.

a preguntas como ¿le afecta el ambiente que la rodea? ¿Cambia según su estado de ánimo o cuando está enferma o cansada? ¿O cuando modifica sus hábitos alimentarios?

Los hallazgos

Las conexiones neuronales en el cerebro de Poldrack no mostraron grandes cambios en el transcurso de los dieciocho meses que duró el estudio, aunque sí ciertas características que no habían sido advertidas hasta ahora, entre ellas una fuerte correlación entre la actividad del cerebro y la expresión de determinados genes. Una muestra de sangre tomada en ayunas después de una de las sesiones semanales se utilizó para evaluar la expresión de genes de los glóbulos blancos y compararla con la función cerebral. Así, se encontró que los picos de severidad de la psoriasis padecida por Poldrack se correlacionaban con cambios en la expresión de genes relacionados con la respuesta inmune-inflamatoria.

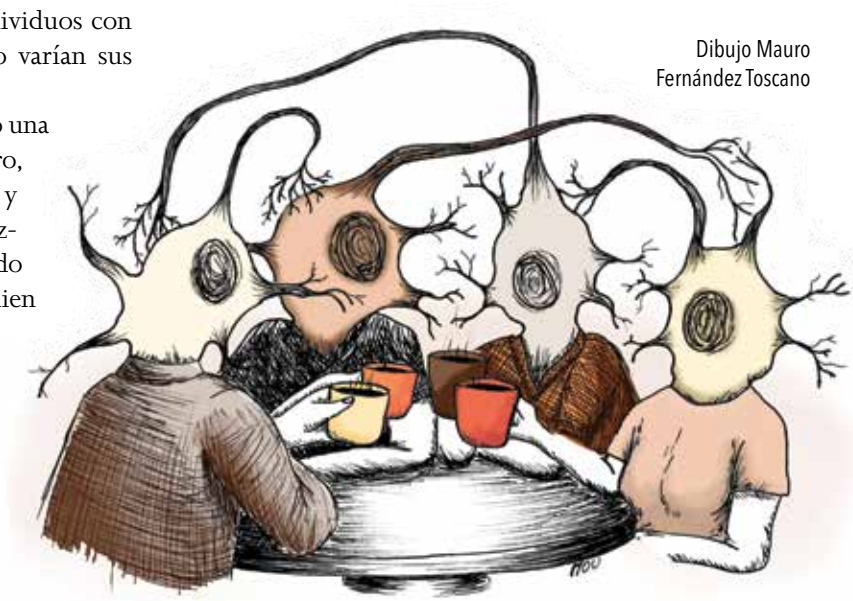
¿Afectaban la función cerebral los cambios de estado de ánimo del sujeto? No mucho. Poldrack no exhibe demasiados altibajos emocionales y no se advirtió que las variaciones en su estado de ánimo estuvieran asociadas con modificaciones en la expresión génica, por lo menos con la de los genes relacionados con el sistema inmune. Este fue un dato inesperado pero, como los seres humanos somos diversos, sería interesante estudiar individuos con variaciones emocionales amplias y ver cómo varían sus conexiones cerebrales en el tiempo.

Finalmente, el equipo de Poldrack encontró una mayor conectividad en ciertas redes del cerebro, especialmente las asociadas con el movimiento y la visión, cuando no tomaba café. Fue un hallazgo sorprendente, ya que se hubiese presumido que la conectividad habría disminuido en alguien cansado y descafeinado, de modo que resulta intrigante que se incremente. Una explicación del origen evolutivo de esta característica podría ser que la mayor actividad neuronal cuando tenemos hambre nos hace más eficaces para explorar nuestro alrededor en busca de alimento (lo cual en los inicios de la especie humana habría puesto en ventaja a los individuos con dicha característica).

El futuro

Estudios del conectoma de un individuo a lo largo de cierto tiempo podrían dar claves para saber si las diferentes personas experimentan iguales cambios en las mismas circunstancias; si la actividad de alguien que un día está triste es similar a la de un paciente con depresión; y si hay diferencias en la conectividad de cerebros de personas sanas y de pacientes con trastornos neurológicos como esquizofrenia o bipolaridad. Esto abriría la posibilidad de diseñar tratamientos individuales adaptados a las características del paciente.

Luego de leer su artículo, preguntamos al doctor Poldrack cuál consideraba el hallazgo más importante de su trabajo. Respondió: 'Creo que la conclusión más importante es que la forma en que el cerebro de un individuo cambia a lo largo de semanas o meses es muy diferente de la forma en que varían los cerebros de diferentes personas. Esto es significativo pues indica que necesitamos un programa de investigación completamente nuevo para entender cómo los individuos se reorganizan con el tiempo, debido a que casi ninguna investigación ha respondido esta pregunta hasta ahora'. CH



Dibujo Mauro Fernández Toscano

LECTURA SUGERIDA

POLDRACK RA *et al.*, 2015, 'Long-term neural and physiological phenotyping of a single human', *Nature Communications*, 6: 8885.

Marta Lapid Volosin
Doctora en bioquímica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.
Investigadora independiente del Conicet.
Investigadora visitante, Rutgers University, Nueva Jersey.
Profesora asociada, Facultad de Ciencias Químicas, UNC.

Alberto J Solari, Susana Merani, Juan Pablo Luaces y Luis Rossi
Facultad de Medicina, UBA

Poliembrionía en mamíferos

En 1915, Miguel Fernández (1882-1950), profesor del Museo de La Plata, publicó un exhaustivo trabajo de investigación sobre la reproducción en la mulita (*Dasypus hybridus*) en el cual presentó evidencia acabada de un extraordinario fenómeno al que se había referido en una publicación de 1909: la gestación por un mamífero de múltiples crías genéticamente idénticas, llamado poliembrionía. Informó que dicha mulita gestaba durante su preñez siete, ocho, once o doce crías idénticas. Ese fenómeno ya había sido señalado por zoólogos que observaron, en otras especies, camadas numerosas de crías del mismo sexo, pero ninguno lo había estudiado y nada se sabía acerca de sus mecanismos.

El artículo de Fernández atrajo inmediatamente la atención mundial de zoólogos, embriólogos y biólogos. Lo publicó en alemán, como era costumbre en la época, con un amplio resumen en castellano, en el *Morphologisches Jahrbuch*. Incluía un capítulo escrito por su esposa, Katy

Figura 1. Placenta de una mulita a la cual se unen ocho embriones idénticos que miden, en promedio, unos 4cm del hocico al extremo del caparazón. Foto Laboratorio de Biología Cromosómica, Facultad de Medicina, UBA.

¿DE QUÉ SE TRATA?

La mulita, al igual que otros armadillos, gesta crías genéticamente idénticas que provienen de un único óvulo fecundado. Este fenómeno se conoce como poliembrionía, que también da lugar a los gemelos univitelinos humanos.

MIGUEL FERNÁNDEZ, CIENTÍFICO

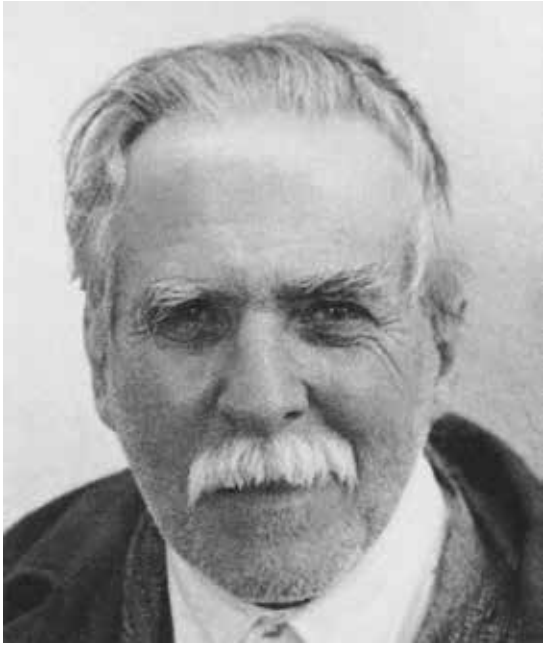
Miguel Fernández nació el 25 de septiembre de 1882 en Essen, en la región del Ruhr, de padre argentino y madre alemana. La familia se estableció poco después en el Uruguay. Miguel hizo sus estudios primarios y comenzó los estudios secundarios en Montevideo, que continuó en Suiza. Completó su bachillerato en el politécnico de Zurich y luego, en la Universidad de Zurich, se doctoró *summa cum laude* en zoología, bajo la guía de Arnold Lang. Continuó su formación científica en la Universidad de Heidelberg.

Cuando el paleontólogo Santiago Roth, del Museo de La Plata, consultó a Lang acerca de un zoólogo para la institución, este recomendó entusiastamente al joven Miguel Fernández, a quien consideró uno de sus mejores discípulos. En 1906, el director del museo, Samuel Lafone Quevedo, invitó a Fernández, entonces de veintitrés años, a asumir el cargo de profesor de zoología y jefe de la sección correspondiente del museo. Ya había publicado en una importante revista alemana un trabajo sobre la histología de los tunicados y había adquirido gran versación en los métodos experimentales más modernos de la época.

Luego de su designación como profesor de zoología de la Universidad Nacional de La Plata, comenzó sus estudios de la fauna argentina de mamíferos; centró su atención en los armadillos y especialmente en la mulita. En 1909 publicó el trabajo mencionado en el texto sobre algunos aspectos de la embriología de ese animal. En julio de 1910, comunicó sus observaciones con más detalles al Congreso Científico Internacional Americano, organizado por la Sociedad Científica en Buenos Aires como parte de los actos del Centenario de la Revolución de Mayo.

En 1915 salió su trabajo fundamental sobre la poliembrionía, que ocupó la totalidad del volumen 21 de la *Revista del Museo de La Plata*. Voluminoso, exhaustivo y finamente detallado, con 169 figuras y láminas explicativas, el trabajo constituyó uno de los más importantes pilares de la biología del desarrollo en el país.

Durante todo el tiempo que permaneció en el Museo de La Plata, Fernández trabajó con exclusividad en docencia e investigación. En 1926 renunció a sus cátedras de Zoología y



Anatomía Comparada en el Museo de La Plata y pasó a revistar con ese mismo rango en la Universidad Nacional de Córdoba. Allí publicó su trabajo sobre histología y embriología del exoesqueleto del peludo (*Chaetophractus villosus*) en las *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* (1931). Por otra parte, difundió los más recientes aportes a la genética ('El transformismo y las proyecciones de la genética sobre el mismo', *Cursos y Conferencias*, Colegio Libre de Estudios Superiores, 1934). Fue seguramente uno de los primeros que se dedicaron a la genética en la Argentina, y su interés se prolongó en la trayectoria de sus discípulos, en especial Francisco A Sáez. Ese interés y sus propias ideas sobre genética impulsaron a Fernández a escribir un libro sobre el tema: *Genética general humana y elementos de biometría*, junto con su esposa Katy Marcinowski. Después de su muerte en 1950, fue publicado por esta (LEDS, Córdoba, 1956).

Marcinowski, sobre el desarrollo del sistema nervioso de ese particular armadillo.

Fernández demostró que en esa clase de parición todas las crías provienen de un único óvulo fecundado, conocido como *cigota* o *célula huevo*. Esto explica que las crías sean idénticas, ya que poseen el mismo genoma y, lógicamente, también explica que las crías de una camada sean siempre del mismo sexo. Fernández descubrió que la poliembrionía no se origina en una separación temprana de células embrionarias para formar embriones distintos, sino en un estadio posterior, cuando ya están diferenciadas las primeras estructuras embrionarias, en el estadio que se conoce como *embrioblasto*. En ese momento del desarrollo se forman el disco embrionario, que da lugar al feto, y el trofoblasto, que da lugar al tejido extraembrionario, como la placenta. Esta demostración requirió de un laborioso examen de secciones seriadas y de reconstrucción espacial de embriones de distintas edades tempranas, lo cual demostró en el científico una excepcional calidad técnica y gran imaginación creativa en la interpretación de sus datos.

Resulta extraordinario que la capacidad de generar un embrión completo, que en los mamíferos normalmente se reserva a las primeras dos o cuatro células, esté presente en

Mulita (*Dasypus hybridus*).

un estadio del desarrollo mucho más avanzado, como lo está en las células de cada disco embrionario de la mulita.

La poliembrionía

Si se observa el abdomen abierto de una mulita preñada al principio de la gestación, se puede distinguir una placenta única a la cual están conectados por cordones umbilicales siete, ocho, once o doce embriones, como se muestra en la figura 1. Todos los embriones son idénticos y este hecho ocurre tanto en animales silvestres como en cautiverio, lo que descarta causas ambientales.

El fenómeno es parecido al que sucede en los humanos cuando nacen *gemelos univitelinos* o *monocigóticos*, lo que tiene una frecuencia promedio de uno en cada 290 nacimien-

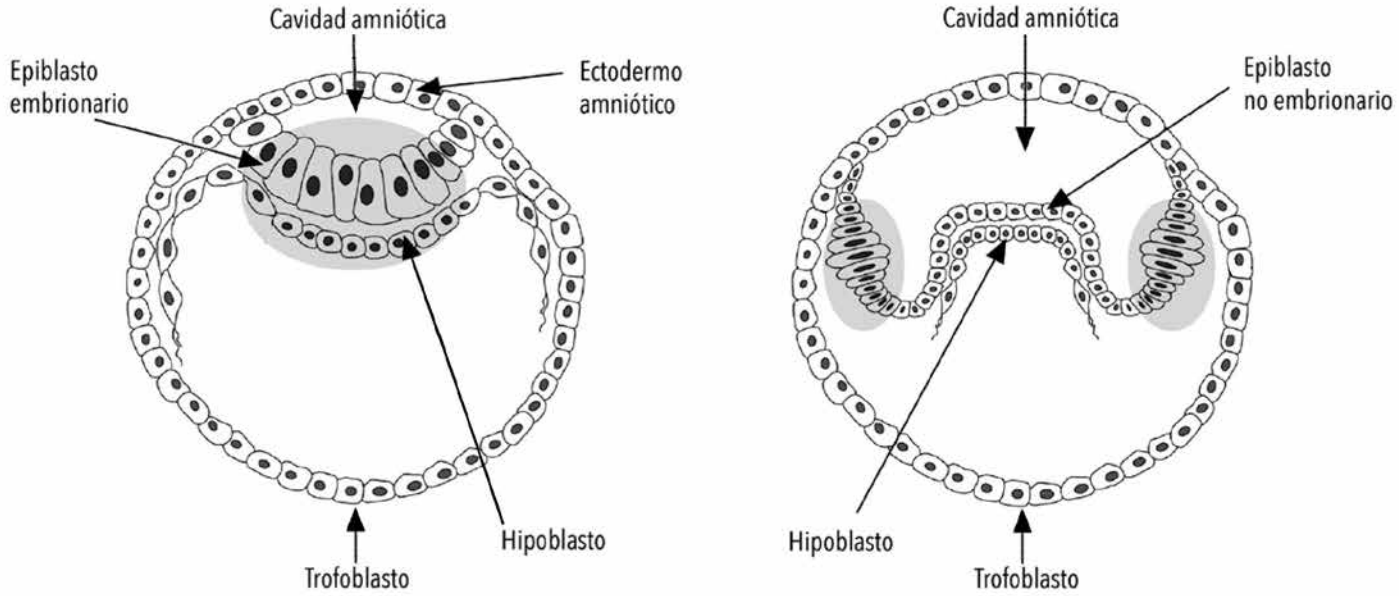
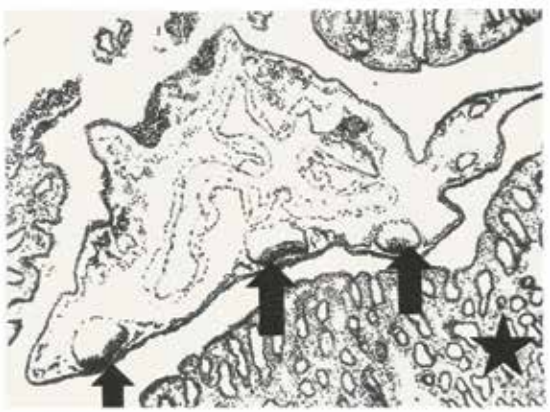
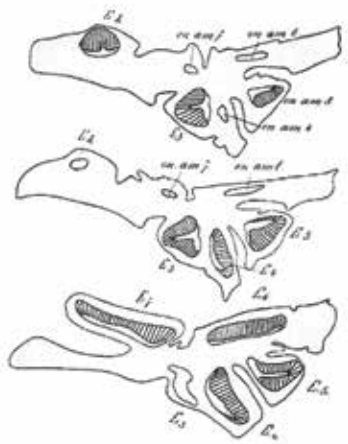


Figura 2. A la izquierda, el desarrollo temprano convencional de un embrión de mamífero; a la derecha, el desarrollo temprano en la mulita. Las manchas grises son los discos embrionarios que en cada caso dan lugar a los embriones. La capa celular superior, llamada epiblasto, forma el piso de la cavidad amniótica; la capa inferior, hipoblasto o endoblasto, forma el techo del saco vitelino. En la mulita, se indica la formación de pequeñas bolsas alargadas en forma de dedo de guante, una para cada embrión, que comparten la cavidad amniótica con su líquido (solo se representa dos bolsitas).

HISTOLOGÍA DEL EMBRIÓN DE LA MULITA

Como parte de sus estudios, Fernández documentó sus observaciones con microfotografías y fotografías convencionales de los fetos y la placenta. Logro compilar un relato completo del desarrollo de la mulita con un grado de detalle superior al de los textos de embriología en uso, dado que trabajó con cortes seriados y reconstrucciones espaciales hechas de cartón.





A la izquierda, microfotografía de un embrión no implantado tomada con un aumento de 50 diámetros en el microscopio. Las flechas indican tres discos embrionarios con sus cavidades amnióticas; la estrella señala la mucosa uterina. A la derecha, cortes de tres vesículas embrionarias de mulita con los discos embrionarios resaltados con rayado. Fernández publicó ambas ilustraciones en el volumen 21 de la *Revista del Museo de La Plata*, 1915.

tos. Se suponía erróneamente que este tipo de gemelos humanos se formaba debido a la separación de dos células embrionarias muy tempranas, pero gracias a los trabajos de Fernández se conoce que es un evento posterior.

La descripción de las etapas sucesivas que originan la poliembrionía en la mulita se enriquecieron por el debate con los zoólogos estadounidenses Horatio H Newman (1875-1957), de la Universidad de Chicago, y John Thomas Patterson (1878-1960), de la Universidad de Texas, quienes, estimulados por el primer trabajo de Fernández, estudiaron otra especie de armadillo, la mulita grande (*Dasypus novemcinctus*) presente en Texas, que exhibe la particularidad de tener camadas de cuatro crías idénticas. Sostuvieron que cada uno de los embriones deriva de las cuatro células luego de la segunda división del cigoto.

Fernández determinó que las primeras etapas del desarrollo embrionario de la mulita son similares a las de los demás mamíferos, hasta la formación del embrioblasto o vesícula embrionaria, como se muestra en la figura 2. En este estadio, se diferencian el trofoblasto (la capa periférica de células), una cavidad inicial y una masa celular interna en la cual se produce otra cavidad más pequeña, la del amnios primario, y se forma la estructura, conocida como el disco embrionario, cuya capa superior de células se llama *epiblasto*. Ese disco da lugar al embrión.

En los armadillos, en ese estadio del desarrollo, cuando hay centenares de células derivadas del huevo o cigota, ocurren los fenómenos que resultan en la poliembrionía, y que diferencian a esos animales de los demás mamíferos estudiados. En la mulita, las células que forman el epiblasto proliferan y constituyen en su periferia un número de pequeñas bolsas o depresiones con forma de dedo de guante. La cantidad de bolsitas corresponde al futuro número de embriones y, finalmente, de crías. Es decir, en un momento en que hay varios centenares de células embrionarias, las del epiblasto original dan lugar a varios nuevos discos embrionarios en las bolsitas creadas, y cada bolsita forma un embrión. Estas observaciones implican que todas esas células epiblásticas tienen la capacidad de inducir la formación de un individuo completo, es decir, son pluripotenciales.

Las observaciones de Fernández estuvieron fundamentadas en micrografías y cortes histológicos, algunos de los cuales se muestran en el recuadro 'Histología del embrión de la mulita'.

Repercusiones del descubrimiento

La poliembrionía es un fenómeno natural que revela la capacidad de ciertas células embrionarias de organizar un organismo completo. En ese aspecto se relaciona con la potencialidad de las *células madre embrionarias*, un tema que es objeto de numerosas investigaciones actuales dado que hay dos componentes en el embrión: el embrión propiamente dicho y el tejido extraembrionario, que finalmente forma la placenta. La diferenciación de linajes celulares para formar el feto y los tejidos extraembriona-

rios es el primer cambio que ocurre en un embrión. En los últimos años esto se ha estudiado usando exclusivamente unos pocos mamíferos de laboratorio, en especial ratones. En esos experimentos, se observa una pérdida progresiva de la potencialidad desde el huevo hasta la quinta división sucesiva de las células del embrión. La separación de células con la potencialidad de generar un embrión completo se ha demostrado experimentalmente en algunos mamíferos, pero solo los armadillos y los seres humanos muestran la ocurrencia regular de los gemelos univitelinos.

Varios autores han señalado las similitudes entre la poliembrionía en armadillos y en humanos. El estudio de embriones humanos está restringido por cuestiones éticas y por regulaciones legales, por lo que el mecanismo que lleva a la formación de los gemelos univitelinos no está comprobado fehacientemente.

En cambio, los armadillos ofrecen un material excepcional para investigar las variaciones de la potencialidad de las células embrionarias. Como lo estableció Fernández en 1915, la partición de las células del epiblasto origina la poliembrionía y, por consiguiente, esas células tendrían la actualmente llamada *pluripotencialidad primitiva* o potencialidad para forman el cuerpo completo de un embrión que compartirá el tejido extraembrionario, es decir, la placenta, con sus gemelos.

Más allá de la poliembrionía

Las mulitas son animales de indudable interés científico. También lo tiene el estudio tanto de su desarrollo gonadal (de sus testículos, ovarios y las correspondientes vías) como de su placenta. En los últimos dos decenios se han realizado investigaciones sobre esos temas y se está integrando rápidamente el estudio de la biología de la reproducción de los armadillos mencionados en este artículo. CH

Los autores agradecen a Irina Podgorny, Susana García y Jorge Affani su interés y sus aportes a este artículo.

LECTURAS SUGERIDAS

ADAMOLI V *et al.*, 2001, 'Comparative morphological placental types in *Dasupodidae', Biocell*, 25: 17-22.

BIRABÉN M, 1951, 'Semblanza de Miguel Fernández, descubridor de la poliembrionía en mamíferos', *Ciencia e Investigación*, 7: 224-229.

BOROVIAK T & NICHOLS J, 2014, 'The birth of embryonic pluripotency', *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 369: 20130541, accesible en *http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/369/ 1657/20130541*.

ENDERS AC, 2002, 'Implantation in the nine-banded armadillo: How does a single blastocyst form four embryos?', *Placenta*, 23: 71-85.

GARCÍA SV, 2008, 'Especies locales, mercado y transporte en las investigaciones embriológicas: el estudio de la poliembrionía en armadillos a principios del siglo XX', *História, Ciências, Saúde. Manguinhos*, 15, 3: 697-717, accesible en *http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702008000300008*.

LOUGHRY WJ et al., 1998, 'An unusual feature of the female nine-banded armadillo's reproductive tract may explain why her litters consist of four genetically identical offspring', *American Scientist*, 96: 274-277.

Alberto J Solari

Doctor en ciencias médicas, UBA.
Investigador superior del Conicet.
Profesor emérito, Facultad de Medicina, UBA.
albersolari@gmail.com

Susana Merani

Doctora en ciencias biológicas, Università degli Studi, Florencia.
Investigadora principal, Conicet.
Profesora titular, Universidades de Belgrano y de Morón.

Juan Pablo Luaces

Doctor en ciencias biológicas, UBA.
Investigador asistente del Conicet.

Luis Rossi

Doctor en ciencias biológicas, UBA.
Investigador asistente del Conicet.

Ana Grafia, Yanela Alonso y Luciana Castillo
Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI),
Universidad Nacional del Sur-Conicet

El gigante de plástico que custodia nuestros alimentos

Los granos de cereales proporcionan casi la mitad de las calorías consumidas por los seres humanos. Por eso, son un componente clave en la seguridad alimentaria global. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), la Argentina es el octavo productor de alimentos del mundo. Por lo tanto, aumentar la cantidad y calidad de la producción agrícola del país es un factor clave de la economía local e internacional.

Alrededor de un tercio de los alimentos producidos se pierde, ya sea en el traslado desde el campo al comercio minorista, o por putrefacción cuando lo tiene este o el consumidor (véase 'Pérdidas y desperdicios de comida' en este mismo número de Ciencia Hoy). Una vez cosechados, los granos se almacenan por largos períodos, a veces de varios meses, antes de ser procesados e industrializados. Durante ese tiempo la principal amenaza a su integridad es el ataque de hongos e insectos, por lo cual resulta imprescindible maximizar los cuidados.

Un antes y un después en el almacenamiento de granos

El almacenamiento tradicional de granos tiene lugar en instalaciones fijas llamadas silos, de chapa u hormigón

¿DE QUÉ SE TRATA?

La tecnología del silo bolsa para almacenar granos fue desarrollada en la Argentina en la década de 1990. Antes, el silo bolsa se utilizaba para almacenar forrajes. El principio sobre el que se basa es la generación de una atmósfera modificada por la propia respiración celular del grano almacenado, que reduce la actividad de insectos y hongos.

armado, o en galpones. Ambas instalaciones tienen costos elevados de construcción y mantenimiento. Además, en ellos el aire que rodea a los granos es el mismo que circula por el ambiente exterior, lo cual aumenta el riesgo de contaminación por insectos y hongos, y acorta el tiempo que el grano puede guardarse sin deterioro.

El crecimiento sostenido de la producción de granos durante los últimos años y las políticas oficiales acerca de su comercialización hicieron necesario expandir la capacidad de almacenaje del país y pusieron en evidencia un déficit de capacidad de almacenamiento en el campo, que obliga a los productores a entregar sus granos inmediatamente después de la cosecha a grandes centros de acopio.

La solución de recurrir a instalaciones transitorias, como el silo bolsa, apareció, precisamente, como respuesta a ese problema. Desarrollado en la Argentina, ofrece una alternativa de bajo costo y que conserva las cualidades nutritivas del grano. Su uso permite regular el abastecimiento y la distribución, y libera al productor de la necesidad de vender el grano inmediatamente luego de la cosecha, cuando el precio suele ser menor. También facilita el cumplimiento de exigencias del mercado internacional sobre la clasificación y el registro del origen de los granos.

Las instalaciones de almacenaje de granos en silos bolsa incluyen a la bolsa misma, a los sistemas usados para llenarla y vaciarla, al monitoreo del estado de los granos almacenados y a los cuidados durante el período de almacenamiento. La bolsa es un envase plástico, flexible y cilíndrico, de unos 2,7m de diámetro y 60m

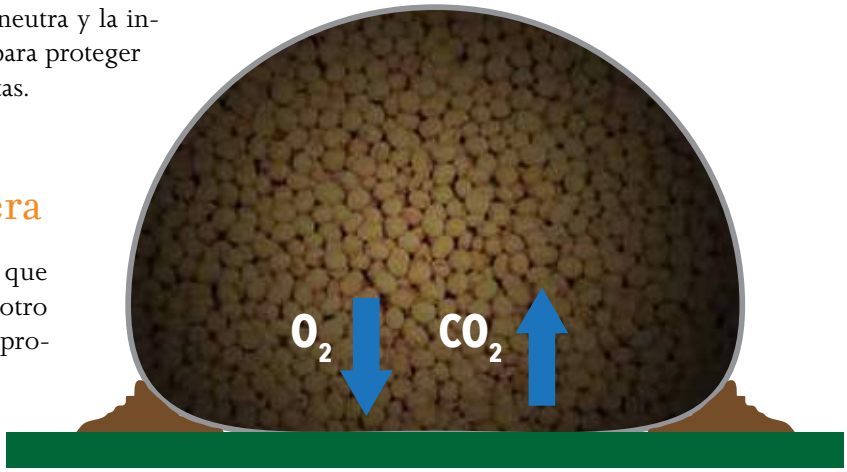
Silo bolsa instalado en un campo, que se llena y vacía como lo indican las fotos inferiores, mediante máquinas ensiladoras y extractoras que mueven los granos con tornillos de Arquímedes o sinfín impulsados por energía provista por tractores.
Uno de los pocos peligros a que están expuestos los silos bolsa es que los perforen mulitas o peludos, que los atacan en forma subterránea para acceder a los granos.

Silos tradicionales de chapa

de largo, que se obtiene por soplado de polietileno de baja densidad. Puede almacenar alrededor de 200 toneladas de grano por hasta 24 meses si se ensiló seco y la bolsa se conserva intacta. Normalmente, lo constituye una película compuesta por tres capas: la exterior es blanca y tiene aditivos para aumentar la reflexión de la luz solar y minimizar su absorción; la capa media es neutra y la interior tiene negro de humo como aditivo para proteger a los granos de la luz y los rayos ultravioletas.

La clave está en la atmósfera

El principio básico de conservación que determina la utilidad del silo bolsa (o de otro almacenamiento hermético) es que los procesos químicos llamados respiración celular que ocurren en el propio grano disminuyen la concentración de oxígeno y aumentan la de dióxido de carbono en el aire dentro del dispositivo. Esa modificación de la atmósfera interior de las bolsas plásticas crea un ámbito muy diferente del que brinda el almacenamiento tradicional, pues dicho cambio en la composición de los gases reduce la actividad de insectos y hongos.

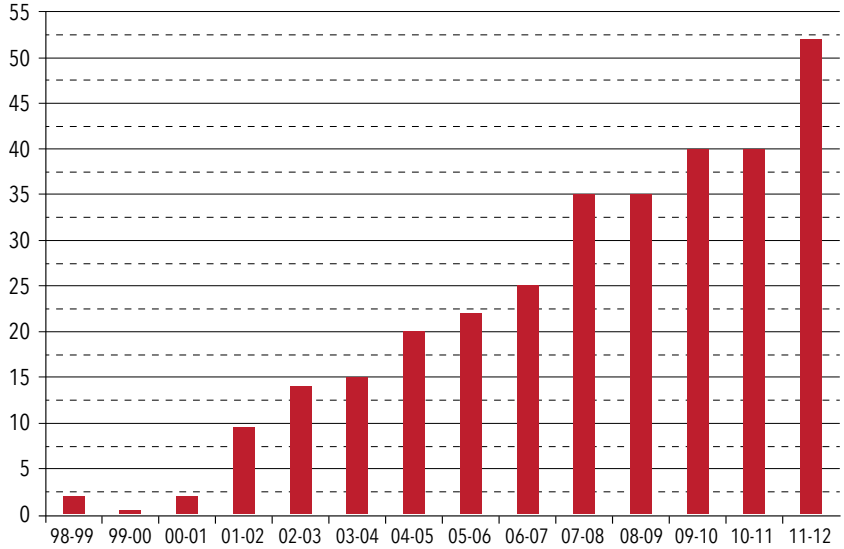


La respiración celular de los granos incrementa la proporción de dióxido de carbono y disminuye la de oxígeno en el aire que queda dentro de la bolsa hermética llena, lo que dificulta la acción de insectos y hongos. El plástico de la bolsa impide la entrada de luz y radiación ultravioleta.

El silo bolsa en números

Esta tecnología de almacenamiento se difundió rápidamente entre los productores agrícolas, motivados por el incentivo económico de poder almacenar los granos en el campo hasta el mejor momento para su comercialización.

El silo bolsa no se impuso únicamente en la Argentina, donde fue fuertemente impulsado por la publicidad de las empresas que lo proveen y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Se lo ha exportado a más de cincuenta países, a los que se transfirió también el conocimiento necesario para adaptarlo al medio de cada uno y para usarlo. Eso se hizo con la India, el segundo productor mundial de granos, que procura reducir las pérdidas por déficit en capacidad y malas condiciones de almacenamiento, estimadas en alrededor del 30% de las cosechas o 48 millones de toneladas, solo 16% más de lo que embolsó la Argentina en la campaña agrícola 2010-2011.



Millones de toneladas de granos almacenados en la Argentina en silos bolsa en las campañas agrícolas entre 1998 y 2012, según el INTA.

Entre 2000 y 2010, el crecimiento de la capacidad fija instalada de almacenamiento de granos del país superó el 27%. En ese mismo período, la producción de granos creció el 54%. De ahí que casi la mitad de los granos cosechados en dicha campaña 2010-2011 se haya almacenado en silos bolsa.

El silo bolsa contribuye a una agricultura más sustentable porque reduce las pérdidas de granos luego de la cosecha. En la Argentina demanda aproximadamente el 60% del polietileno producido en el país, el que se puede recuperar en su totalidad mediante reciclaje al fin de la vida útil del adminículo (cada silo solo se puede usar una vez). En definitiva, es un hito tecnológico del campo argentino que ha contribuido a mejorar el aprovechamiento de los granos y, por ende, la seguridad alimentaria. CH

LECTURAS SUGERIDAS

BEN-YEHOSHUA S, 2005, *Environmentally Friendly Technologies for Agricultural Produce Quality*, CRC Press, Boca Ratón, Fla., en especial el capítulo de Navarro S & Donahaye J, 'Innovative Environmentally Friendly Technologies to Maintain Quality of Durable Agricultural Produce', pp. 205-262.

GASTÓN A, ABALONE R y BARTOSIK R (eds), 2014, *Memorias del Primer Congreso Internacional de Silo Bolsa*, Mar del Plata.

GUSTAVSSON J *et al.*, 2012, *Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo*, FAO, Roma.

INTA, 2009, *Almacenamiento de granos en bolsas plásticas*, Manfredi, Córdoba, accesible en *http://inta.gob.ar/ documentos/almacenamiento-de-granos-en-bolsas-plasticas.*

LÓPEZ GM y OLIVEIRO G, 2008, *Argentina: infraestructura básica. Capacidad de almacenamiento de granos*, Fundación Producir Conservando, accesible en *http://producirconservando.org.ar/intercambio/docs/ almacenamiento_en_ argentina.pdf.*

Ana Grafia
Doctora en ingeniería química, Universidad Nacional del Sur.
Auxiliar docente, UNS.
Becaria posdoctoral del Conicet en el PLAPIQUI.
agrafia@plapiqui.edu.ar

Yanela Alonso
Ingeniera química, Universidad Nacional del Sur.
Auxiliar docente, UNS.
Becaria doctoral del Conicet en el PLAPIQUI.
yalonso@plapiqui.edu.ar

Luciana Castillo
Doctora en ingeniería química, Universidad Nacional del Sur.
Auxiliar docente, UNS.
Investigadora asistente del Conicet en el PLAPIQUI.
lcastillo@plapiqui.edu.ar

Mariana Koppmann

Pérdidas y desperdicios de comida

En las notas anteriores sobre cómo la ciencia permite entender qué les sucede a los alimentos cuando los cocinamos y cómo manejarnos mejor en la cocina, hemos enfocado la atención sobre todo en situaciones que se dan cotidianamente en el hogar. En esta cambiaremos la mirada y trataremos un serio desarreglo, que si bien repercute también en nuestras casas, tiene ante todo escala social, incluso escala planetaria.

Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se pierde o desperdicia por año no menos del 30% de los alimentos producidos, lo que equivale a unas 1300 millones de toneladas de ellos. Pero mientras se desaprovecha un tercio de la comida disponible en el mundo, 800 millones de personas padecen de hambre, el cual se podría eliminar si esos comestibles malogrados llegaran a los hambrientos. En otras palabras, la situación de quienes pasan hambre o están subnutridos no se debe a que no alcanza la producción mundial de productos alimenticios, sino a que los producidos no les llegan a sus mesas. ¿Hay manera de arreglar este desajuste?

En términos más precisos, los *alimentos perdidos* son los que no llegan a los comercios minoristas (y por ende al consumidor) por fallas en las etapas productivas anteriores, es decir las que corresponden al productor agropecuario, el transportista, la industria del procesamiento y la distribución. Los *alimentos desperdiciados* son los que se pierden por acción del comercio minorista y del consumidor, es decir, los que son perfectamente comestibles pero terminaron en el tacho de basura.

Se registran grandes diferencias entre los países en cuanto a en qué parte de la cadena de producción y distribución ocurren las mermas: en los desarrollados o de mayores ingresos, el desperdicio es más importante que las pérdidas; sucede lo inverso en los países de menores ingresos.

En líneas generales, las pérdidas se deben a:

- Enfermedades y mortandad de animales.
- Malas técnicas o prácticas de faenado o cosecha.
- Malas técnicas o prácticas del manejo posfaenado y poscosecha.
- Malas técnicas o prácticas en el almacenamiento, que facilitan la aparición de hongos, bacterias, insectos o ácaros, o permiten el acceso de roedores o aves como palomas.
- Malas técnicas o prácticas de conservación en el transporte, en especial en cuanto a la temperatura.

¿DE QUÉ SE TRATA?

La ciencia no puede solucionar las pérdidas y los desperdicios de alimentos, pero puede proporcionar bases técnicas para que la sociedad encare la desafortunada situación.

- Malas técnicas o prácticas de procesamiento industrial y envasado, que dan lugar a la presencia de hongos o bacterias.
- En cualquier momento, la ruptura de la cadena de frío y la contaminación.

También en líneas generales, los desperdicios se deben a:

- El descarte de alimentos por fallas en la cadena de frío en el comercio minorista.
- La compra mayor que el volumen de ventas por el comercio minorista, que lleva a deshacerse de los alimentos al llegar su fecha de vencimiento.
- El exceso o falta de aprovechamiento de los restos en el hogar.
- Compras por consumidores que privilegian el aspecto por sobre el valor nutricional.
- Almacenamiento inadecuado en el hogar.
- Compras excesivas por consumidores que no alcanzan a consumirlas para su fecha de vencimiento.

Se ha estimado que en Australia, Canadá, Nueva Zelanda y los Estados Unidos el 20% de las frutas y de los vegetales se pierde durante la recolección y la selección, el 3% en el transporte y el almacenamiento, el 2% durante la cocción y el procesamiento industriales (hasta acá las pérdidas), el 9% en el comercio minorista y el 19% en el hogar. En otras palabras, 53% de pérdidas y desperdicios ante 47% consumido (*http://www. nationalgeographic.com/magazine/2016/03/global-food-waste-statistics/*).

En la Argentina, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca estimó que las pérdidas y los desperdicios que se producen en el país (véase *Alimentos Argentinos*, abril de 2015, *http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/index.php*) asciende al 15% de los alimentos producidos (que sin embargo alcanza al 30% para frutas y al 42% para las hortalizas). Ello llevó a crear un programa nacional de reducción de las pérdidas y los desperdicios de alimentos (resolución 392 del 23 de junio de 2015), con el eslogan o marca *Valoremos los alimentos*.

Foto U.S. Department of Agriculture, *Flickr.com*

Para disminuir las mermas se han generado iniciativas como la de los supermercados Intermarché de Francia, que en acuerdo con los productores ofrece fruta y verdura imperfecta a precio reducido, cuya venta promovió con una exitosa campaña de marketing. También existen acciones para aprovechar vegetales que no se recolectan debido a que su tamaño o aspecto no son adecuados para la comercialización pero resultan aptos para el consumo y son entregados a una cadena de distribución sin fines de lucro que los dona a organizaciones filantrópicas.

Francia se ha convertido en el primer país del mundo que prohíbe a los supermercados tirar o destruir los alimentos que no pueden vender. La legislación los obliga a donarlos a organizaciones benéficas y bancos de alimentos, para su distribución a necesitados. También impone a dichas entidades la obligación de recogerlos, almacenarlos y entregarlos en condiciones higiénicas adecuadas.

La Argentina exporta mayor o menor porcentaje de su producción de frutas y está sujeta, por ello, a los vaivenes de los mercados internacionales, en los que se producen sensibles oscilaciones de precios. Una caída de los precios externos lleva a que sobrevengan picos de oferta en el mercado interno, con la consiguiente presión a la baja de los precios domésticos. Como, por otro lado, la producción se localiza en muchos casos lejos de los grandes centros de consumo y hay un considerable costo de transporte (casi siempre por modos caros), no es raro que los productores se encuentren con que solo pueden vender a pérdida. De ahí que periódicamente se difundan noticias como una de marzo de 2015 según la cual se tiraron 100 toneladas de naranjas en una ruta en Entre Ríos en protesta por los bajos precios, o 60 toneladas de peras y manzanas en Río Negro en febrero de 2016 por igual motivo.

Entre las iniciativas locales se puede citar locales que venden a precios reducidos (*outlets*) productos de panificación próximos a su vencimiento, o los proyectos Plato Lleno (*http://www.proyectoplatolleno.com.ar/*), que recoge alimentos que no llegaron a servirse en reuniones, y Heladera Social (*http://www.lanacion.com.ar/1882405-heladera-social-una-pequena-gran-idea-que-ya-tiene-su-replica-en-la-capital*), por el que restaurantes colocan en heladeras porciones de comida por 24 horas, para que las retire quien las necesita, o restaurantes e institutos de gastronomía que donan alimentos preparados a comedores sociales.

Se puede deducir de lo expuesto que mejorar esta desgraciada situación necesita acciones conjuntas de muchos sectores, que incluyen a todos los actores de la cadena de

Foto Muña Muña, *Facebook.com.*

producción y comercialización alimentaria, a todos los niveles de gobierno, a las organizaciones de la sociedad civil, a los medios de comunicación y a los educadores, sin dejar de lado al público, con sus actitudes y hábitos. Además, el problema tiene connotaciones sanitarias cada vez más importantes, pues a la existencia de grupos humanos subalimentados, que no cubren sus necesidades nutricionales básicas, se une la de otros cada vez más numerosos con sobrepeso y hasta obesidad (en parte integrados por las mismas personas).

Poner en práctica el conjunto de acciones requeridas implica movilizar las capacidades políticas, organizacionales y económicas de la sociedad, pero la mayoría de esas acciones tiene fundamentos técnicos que se apoyan en conocimiento científico, con lo que volvemos a la columna vertebral de nuestras notas en la revista, mencionadas al inicio. Algunas de esas notas, incluso, tocaron conceptos que vienen al caso para esta, como 'La higiene en la cocina' (Ciencia Hoy, 24, 141: 21-23).CH

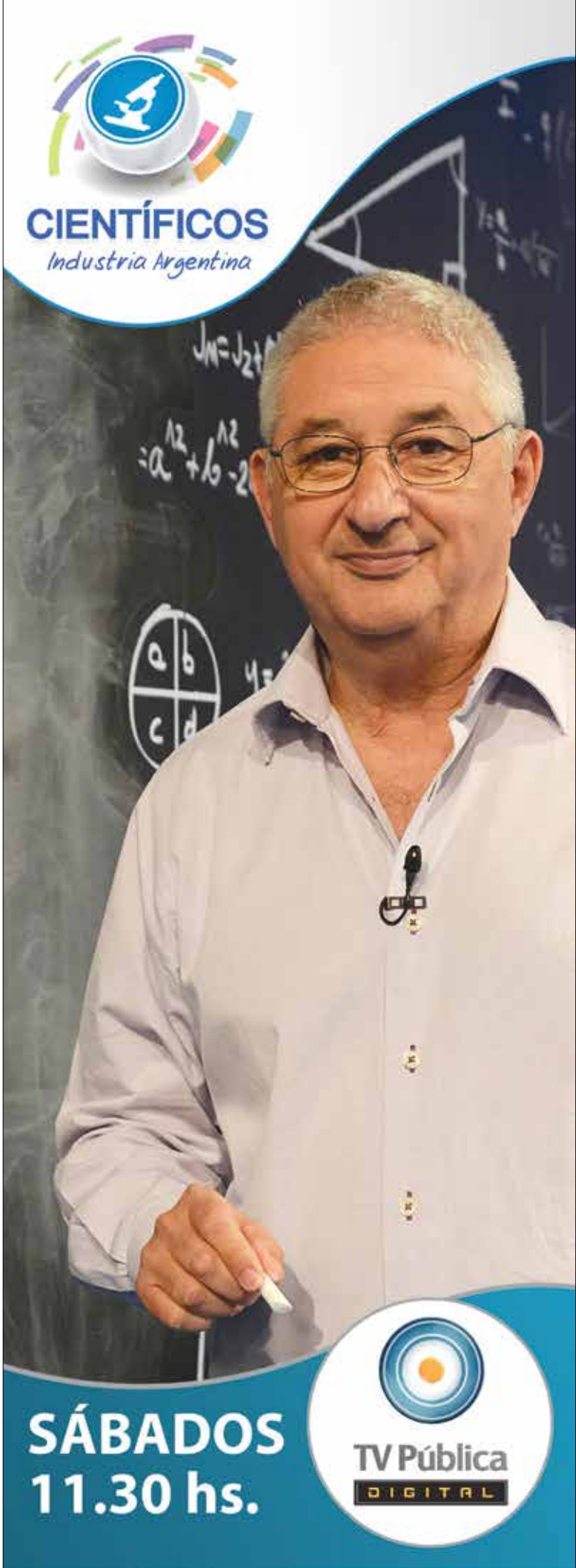
LECTURAS SUGERIDAS

FAO, 2015, *Iniciativa mundial para la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos*, Roma, accesible en *http://www.fao.org/3/a-i4068s.pdf.*

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, 2014, *Buen aprovecho. Cómo reducir el desperdicio alimentario*, Madrid, accesible en *http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/estrategia-mas-alimento-menos-desperdicio/guia_consumidor_alta_tcm7-354458.pdf*

Mariana Koppmann

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



ÍNDICE del volumen 25

Autores

Alejo, Javier
Ver: Esteban Roulet

Alonso, Yanela
Ver: Ana Grafía

Altamirano, Martín
Ver: Judith Franco

Álvarez, Marcelo
Ver: Julio C Durán

Averbuj, Andrés
Ver: Gregorio Bigatti

Barnatan, Yair
Divide y coopera, 150: 9

Barros, Vicente
Acuerdo internacional sobre cambio climático, 146: 13
La Argentina y el acuerdo internacional sobre cambio climático, 149: 37

Berón, Mónica
Una historia de perros. Mitos y certezas sobre su origen y dispersión en América, 146: 39

Bigatti, Gregorio
Contaminación costera y masculinización de caracoles marinos, 145: 37

Boninsegna, José A
Ver: Ricardo Villalba

Buccino, Andrea P
Plutón: me verán volver, 145: 14

Bucher, Enrique H
La paloma torcaza: un problema agrícola y urbano, 148: 15

Buonfigli, Julio
El ser más inteligente de la Tierra, 146: 23

Cara, Leandro
Ver: Ricardo Villalba

Carlino, Hernán
Energía y cambio climático, 149: 42

Carrizo, Silvina
Transiciones energéticas en la Argentina, 147: 25

Castillo, Luciana
Ver: Ana Grafía

Ciencia Hoy
Abalorios de vidrio azul, 145: 11
¿Bebés con tres progenitores biológicos?, 145: 13
La extinción de los dinosaurios: ¿meteorito o volcán?, 146: 9
¡Mamá pulpa!, 150: 11

Coluccio Leskow, Federico
El origen evolutivo de las células eucariotas, 145: 12
Herramientas de piedra, 148: 10
La paradoja de Peto y el cáncer en elefantes, 147: 10
No se habla con la boca llena, 148: 11

Condorí, Blanca
Ver: Jorge N Cornejo

Cornejo, Jorge N
Alérgicos al látex, 148: 61

Curino, Alejandro
El resurgimiento de RAS, 147: 11
Primero me paro, luego pienso, 148: 9
Las vueltas de *Hallucigenia*, 150: 12

De Hoyos, María
Lo que el viento no se llevó. Huellas grabadas en piedra en la Senda de los Beliches, 148: 33

De Jong, Ingrid
La industria textil mapuche en el siglo XIX, 150: 10

Del Valle Hidalgo, Margarita
Ver: Ana L González Achem

Di Bitetti, Mario S
Cómo estudiar poblaciones de mamíferos silvestres, 146: 31

Díaz, María Soledad
Ver: Federico Daniel Ramos

Díaz-Caro, Alejandro
¿Qué es la computación cuántica?, 150: 41

Durán, Julio C
Energía solar fotovoltaica, 147: 43

Dutt, Gautam
Ver: Salvador Gil

Escalante, Karina
Ver: Judith Franco

Fernández, Hugo R
Ver: Ana L González Achem

Fernández, Marilén
Arqueología ambiental. La relación entre las culturas pretéritas y los cambios ambientales, 146: 47

Fernández, Marta S
Reptiles marinos en la Antártida, 148: 55

Ferretti, Vanina
Ver: Germán Marateo

Fiora, Jorge
Ver: Leila Iannelli

Franco, Judith
Energía solar térmica, 147: 37

Frei, Karin Margarita
Los isótopos de estroncio, el GPS de la arqueología, 148: 12

Galiani, Sebastián
Economía del cambio climático, 149: 56

Gangui, Alejandro
Astronomía de horizonte. Las trece torres de Chanquillo, 145: 55

García, Jaime
Guía del cielo nocturno. Número 38, enero-junio de 2016, 146: 61
Guía del cielo nocturno. Número 39, julio-diciembre de 2016, 149: 61

Gervasoni, Julio
Pelear sin frenos contra el cáncer. La inmunoterapia como tratamiento del futuro, 146: 10
Epidemia de obesidad: lo improbable y lo posible, 150: 8

Gil, Salvador
Ver: Silvina Carrizo
La energía hoy, 147: 13
Uso racional y eficiente de la energía, 147: 19

Giulianelli, Sebastián
Ver: Gregorio Bigatti

González Achem, Ana L
Muchas sales y poca agua, 148: 46

Gottifredi, Vanesa
Ver: Esteban Roulet

Grafia, Ana
El gigante de plástico que custodia nuestros alimentos, 150: 54

Grana, Lorena
Ver: Marilén Fernández

Grilli, Pablo
Ver: Germán Marateo

Hawks, John
¿Quiénes son realmente nuestros ancestros?, 148: 41

Iannelli, Leila
La tierra como acondicionador térmico de viviendas, 147: 74

Juárez, Marcos
Ver: Germán Marateo

Koppmann, Mariana
Cocina molecular, 148: 13
Conservación de energía en la cocina, 147: 80
Pérdidas y desperdicios de comida, 150: 58

Kovalskys, Irina
Obesidad infantil, 145: 43

Kozameh, Carlos
Las ondas gravitacionales. Un triunfo del ingenio humano, 149: 7

Lapid Volosin, Marta
Desayunar con café ¿modifica nuestras conexiones cerebrales?, 150: 45

Lizarraga, Emilio
Del jardín de las Hespérides a una bebida nacional, 145: 48

Luaces, Juan Pablo
Ver: Alberto J Solari

Marateo, Germán
Aves en los aeropuertos, 145: 17

Martínez Tosar, Leandro
Gen(t)es como uno, 145: 16
El gen altruista, 146: 8

Masiokas, Mariano H
Ver: Ricardo Villalba

Medina, Rubén A
La evolución del delta del Paraná. Cambios geomorfológicos recientes (1775-2015), 150:23

Merani, Susana
Ver: Alberto J Solari

Mirkin, Federico Gabriel
Las plantas como biorreactores. Un camino atractivo para producir proteínas recombinantes, 146: 17

Núñez Cortés, Miguel A
Ver: Silvina Carrizo

Pazos, Pablo J
Vaca Muerta y algo más. Reservorios no convencionales de petróleo y gas, 147: 31

Pedace, Roque
Ver: Julio C Durán

Penchaszadeh, Pablo E
Ver: Gregorio Bigatti

Pellegrini, Joaquín M
Linfocitos a control remoto, 146: 11
¿Una vacuna universal contra la gripe?, 149: 6

Perczyk, Daniel
Ver: Hernán Carlino

Pla, Juan
Ver: Julio C Durán

Poi, Alicia
Camalotes. Historia natural de una planta viajera, 150: 31

Pozzoli, José
Ver: Ricardo Villalba

Prates, Luciano
Ver: Mónica Berón

Prevosti, Francisco
Ver: Mónica Berón

Primost, Mónica A
Ver: Gregorio Bigatti

Rabinovich, Gerardo
Ver: Hernán Carlino

Ramos, Fernando Daniel
Biocombustibles, 147: 69

Reguero, Marcelo
Ver: Marta S Fernández

Rossi, Luis
Ver: Alberto J Solari

Roulet, Esteban
Los premios Nobel 2015, 146: 53

Salomón, Mario
Ver: Ricardo Villalba

Sampayo, Rocío
Cáncer de mama. Novedades de un viejo enemigo, 145: 60

Segretin, María Eugenia
Ver: Federico Gabriel Mirkin

Solari, Alberto J
Poliembrionía en mamíferos, 150: 49

Spinadel, Erico
Energía eólica en la Argentina, 147: 49

Spivak, Eduardo
Larvas y metamorfosis. Cambios de forma durante el desarrollo animal, 145: 25

Tanzola, Rubén Daniel
Ver: Esteban Roulet

Ternavasio, Marcela
Reflexiones sobre la declaración de la independencia, 149: 13

Thomas, Jorge E
Sistemas de almacenamiento de electricidad, 147: 53

Toscani, Andrés Martín
Ver: Rocío Sampayo

Vera, Carolina
Tendencias del clima en la Argentina, 149: 31

Villalba, Ricardo
Cambio climático y recursos hídricos. El caso de las tierras secas del oeste argentino, 149: 49

Villar, Marcelo Armando
Ver: Fernando Daniel Ramos

Viva, Federico A
Dispositivos electroquímicos de conversión y almacenamiento de energía, 147: 65

Artículos

Acondicionador térmico de viviendas, La tierra como
Leila Iannelli y Jorge Fiora, 147: 74

Alérgicos al látex
Jorge N Cornejo y Blanca Condorí, 148: 61

Alimentos, El gigante de plástico que custodia nuestros
Ana Grafia, Yanela Alonso y Luciana Castillo, 150: 54

Ancestros?, ¿Quiénes son realmente nuestros
John Hawks, 148: 41

Arqueología ambiental. La relación entre las culturas pretéritas y los cambios ambientales
Marilén Fernández y Lorena Grana, 146: 47

Aves en los aeropuertos
Germán Marateo, Pablo Grilli, Marcos Juárez y Vanina Ferretti, 145: 17

Bebida nacional, Del jardín de las Hespérides a una
Emilio Lizarraga, 145: 48

Biocombustibles
Fernando Daniel Ramos, María Soledad Díaz y Marcelo Armando Villar, 147: 69

Camalotes. Historia natural de una planta viajera
Alicia Poi, 150: 31

Cambio climático, Acuerdo internacional sobre
Vicente Barros, 146: 13

Cambio climático, Economía del
Sebastián Galiani, 149: 56

Cambio climático, La Argentina y el acuerdo internacional sobre
Vicente Barros, 149: 37

Cambio climático y recursos hídricos. El caso de las tierras secas del oeste argentino
Ricardo Villalba, José A Boninsegna, Mariano H Masiokas, Leandro Cara, Mario Salomón y José Pozzoli, 149: 49

Cáncer de mama. Novedades de un viejo enemigo
Rocío Sampayo y Andrés Martín Toscani, 145: 60

Clima en la Argentina, Tendencias del
Carolina Vera, 149: 31

Computación cuántica?, ¿Qué es la
Alejandro Díaz-Caro, 150: 41

Conexiones cerebrales?, Desayunar con café ¿modifica nuestras
Marta Lapid Volosin, 150: 45

Contaminación costera y masculinización de caracoles marinos
Gregorio Bigatti, Andrés Averbuj, Mónica A Primost, Sebastián Giulianelli y Pablo E Penchaszadeh, 145: 37

Declaración de la independencia, Reflexiones sobre la
Marcela Ternavasio, 149: 13

Delta del Paraná. Cambios geomorfológicos recientes (1775-2015), La evolución del
Rubén A Medina, 150:23

Dispositivos electroquímicos de conversión y almacenamiento de energía
Federico A Viva, 147: 65

Energía eólica en la Argentina
Erico Spinadel, 147: 49

Energía hoy, La
Salvador Gil y Gautam Dutt, 147: 13

Energía solar fotovoltaica
Julio C Durán, Juan Pla, Marcelo Álvarez y Roque Pedace, 147: 43

Energía solar térmica
Judith Franco, Martín Altamirano y Karina Escalante, 147: 37

Energía y cambio climático
Hernán Carlino, Daniel Perezyk y Gerardo Rabinovich, 149: 42

Huellas grabadas en piedra en la Senda de los Beliches, Lo que el viento no se llevó
María de Hoyos, 148: 33

Larvas y metamorfosis. Cambios de forma durante el desarrollo animal
Eduardo Spivak, 145: 25

Mamíferos silvestres, Cómo estudiar poblaciones de
Mario S Di Bitetti, 146: 31

Paloma torcaza: un problema agrícola y urbano, La
Enrique H Bucher, 148: 15

Perros. Mitos y certezas sobre su origen y dispersión en América, Una historia de
Mónica Berón, Luciano Prates y Francisco Prevosti, 146: 39

Plantas como biorreactores. Un camino atractivo para producir proteínas recombinantes, Las
Federico Gabriel Mirkin y María Eugenia Segretin, 146: 17

Poliembrionía en mamíferos
Alberto J Solari, Susana Merani, Juan Pablo Luaces y Luis Rossi, 150: 49

Reptiles marinos en la Antártida
Marta S Fernández y Marcelo Reguero, 148: 55

Sales y poco agua, Muchas
Ana L González Achem, Hugo R Fernández y Margarita del Valle Hidalgo, 148: 46

Ser más inteligente de la Tierra, El
Julio Buonfigli, 146: 23

Sistemas de almacenamiento de electricidad
Jorge E Thomas, 147: 53

Transiciones energéticas en la Argentina
Silvina Carrizo, Miguel A Núñez Cortés y Salvador Gil, 147: 25

Uso racional y eficiente de la energía
Salvador Gil y Gautam Dutt, 147: 19

Vaca Muerta y algo más. Reservorios no convencionales de petróleo y gas
Pablo J Pazos, 147: 31

Cartas de lectores

¿Fuerte Sancti Spiritus o Sancti Spiritu?
Martín Roubicek, 145: 8

Oxidación de las verduras, La
Judith Nieva, 148: 8

Velocidad de la luz, La
Carlos M Zaccaro, 145: 9

Ciencia en el mundo

Ondas gravitacionales. Un triunfo del ingenio humano, Las
Carlos Kozameh, 149: 7

Premios Nobel 2015, Los
Esteban Roulet, Vanesa Gottifredi, Rubén Daniel Tanzola y Javier Alejo, 146: 53

Ciencia y sociedad

Astronomía de horizonte. Las trece torres de Chanquillo
Alejandro Gangui, 145: 55

Cocina molecular
Mariana Koppmann, 148: 13

Comida, Pérdidas y desperdicios de
Mariana Koppmann, 150: 58

Conservación de energía en la cocina
Mariana Koppmann, 147: 80

Obesidad infantil
Irina Kovalskys, 145: 43

Editorial

Antropoceno. A propósito del cambio climático. Labrar el, 149: 4

Cambio climático, Actualidad del, 146: 6

Restos humanos en las colecciones de museos, 150: 4

Energía, 147: 8

Noche de los bastones largos, A medio siglo de la, 148: 6

Tiempo de elecciones, 145: 6

El pasado en imágenes

Gaucho en la fotografía decimonónica argentina, El, 148: 21

Exposición internacional del centenario. Ferrocarriles y transportes terrestres, La, 150: 13

Grageas

Cáncer. La inmunoterapia como tratamiento del futuro, Pelear sin frenos contra el
Julio Gervasoni, 146: 10

Cáncer en elefantes, La paradoja de Peto y el
Federico Coluccio Leskow, 147: 10

Células eucariotas, el origen evolutivo de
Federico Coluccio Leskow, 145: 12

Divide y coopera
Yair Barnatan, 150: 9

Epidemia de obesidad: lo improbable y lo posible
Julio Gervasoni, 150: 8

Extinción de los dinosaurios: ¿meteorito o volcán?, La
Ciencia Hoy, 146: 9

Gen altruista, El
Leandro Martínez Tosar, 146: 8

Gen(t)es como uno
Leandro Martínez Tosar, 145: 16

***Hallucigenia*, Las vueltas de**
Alejandro Curino, 150: 12

Herramientas de piedra
Federico Coluccio Leskow, 148: 10

Industria textil mapuche en el siglo XIX, La
Ingrid de Jong, 150: 10

Isótopos de estroncio, el GPS de la arqueología, Los
Karin Margarita Frei, 148: 12

Linfocitos a control remoto
Joaquín M Pellegrini, 146: 11

No se habla con la boca llena
Federico Coluccio Leskow, 148: 11

Plutón: me verán volver
Andrea P Buccino, 145: 14

Primero me paro, luego pienso
Alejandro Curino, 148: 9

Progenitores biológicos?, ¿Bebés con tres
Ciencia Hoy, 145: 13

Pulpa!, ¡Mamá
Ciencia Hoy, 150: 11

RAS, El resurgimiento de
Alejandro Curino, 147: 11

Vacuna universal contra la gripe?, ¿Una
Joaquín M Pellegrini, 149: 6

Vidrio azul, abalorios de
Ciencia Hoy, 145: 11

Nota

Guía del cielo nocturno. Número 38, enero-junio de 2016
Jaime García, 146: 61

Guía del cielo nocturno. Número 39, julio-diciembre de 2016
Jaime García, 149: 61

¡NUEVO NÚMERO!

CIENCIA HOY DE LOS CHICOS

¡PEDILA!

chicos@cienciahoy.org.ar

CHicosdeCienciaHoy

www.chicosdecienciahoy.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