CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 24 número 141 octubre - noviembre 2014
Ejemplar en la Argentina $40

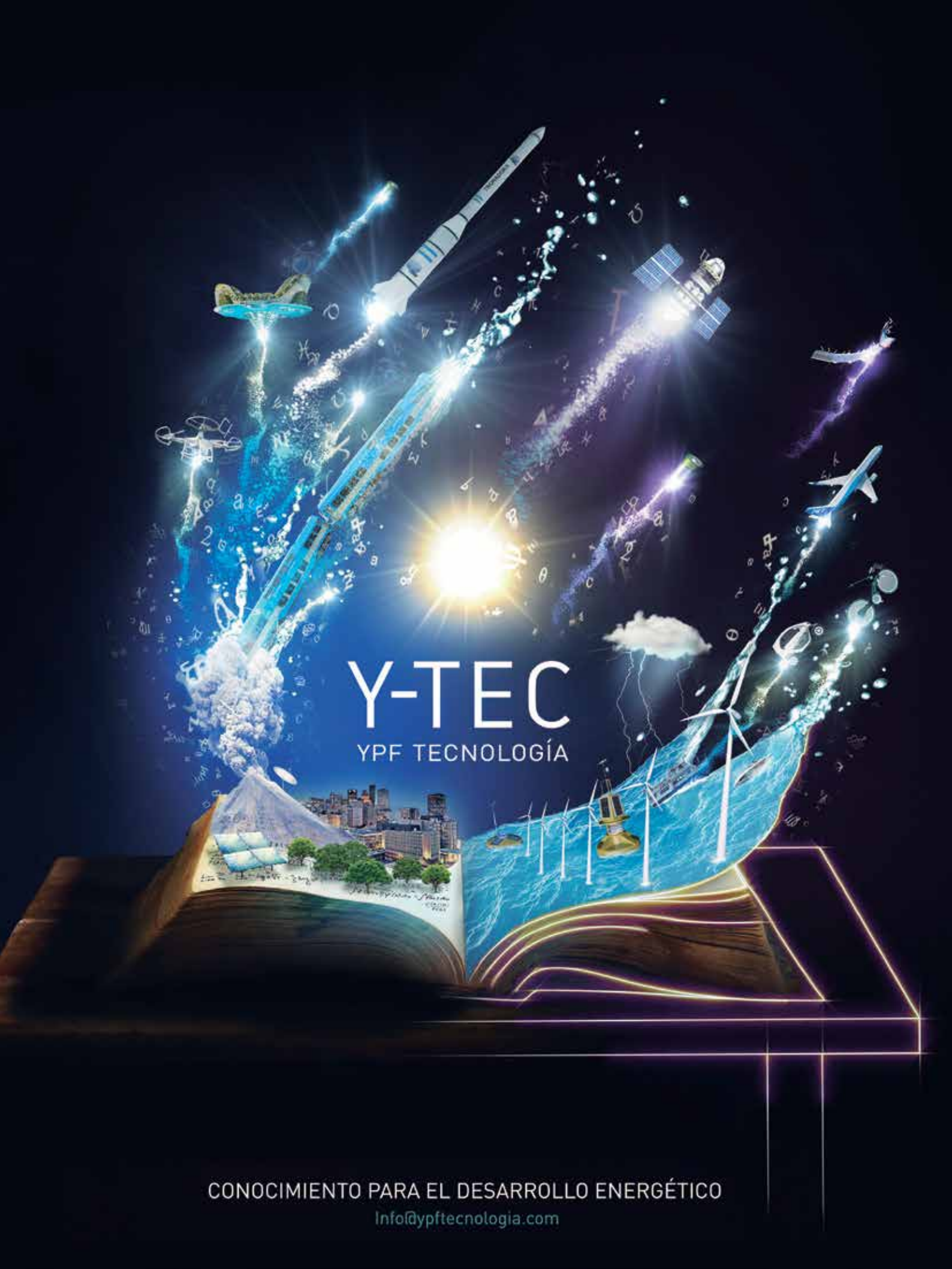
Afrodescendientes en la Argentina

Medicina regenerativa

Guía del cielo nocturno

Premios Nobel 2014

ISSN: 0327-1218
9 770327 121009 00141


Y-TEC
YPF TECNOLOGÍA
CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO
Info@ypftecnologia.com

CIENCIA HOY

Fundada en 1988

Propietario: ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Director: Pablo Enrique Penchaszadeh

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

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

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

Editores responsables

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

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

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

Cristina Damborenea
Museo de La Plata, FCNYM, UNLP

Ingrid de Jong
Instituto de Ciencias Antropológicas, FFYL, UBA. Conicet

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

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

Aníbal Gattone
UNSAM

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

José X Martini
Asociación Ciencia Hoy

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

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

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

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

Consejo científico

Coordinadora: Olga Dragún (Departamento de Física, CNEA)

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

Secretaría del comité editorial: Paula Blanco

Administración: Adelina Blanco

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

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

Corresponsal en Río de Janeiro
Revista Ciência Hoje
Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27, CEP 22290-140, Río de Janeiro - RJ - Brasil
Teléfono: (55) 21-295-4846
Fax: (55) 21-541-5342
Correo electrónico: cienciahoje@cienciahoje.org.br

Suscripciones
ARGENTINA: 6 números, $ 260
EXTRANJERO: 6 números, US$ 40 + envío

Artículos digitalizados: $15

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

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

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

ISSN 0327-1218
N° de Registro DNDA: 5179366

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

Corrección
Mónica Urrestarazu

Impresión
Latingráfica SRL
Rocamora 4161
(C1184ABC) CABA

ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

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

COMISIÓN DIRECTIVA

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

MECENAZGO CULTURAL
Buenos Aires Ciudad

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

www.facebook.com/RevistaCienciaHoy

Sumario

Octubre-noviembre 2014
Volumen 24 - Número 141

EDITORIAL

4 **Cooperación científica internacional**
Un caso con larga historia:
Francia y la Argentina

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY

6 **Volumen 1 Nº 2**
Febrero - marzo 1989

8 GRAGEAS

ARTÍCULO

25 **Afrodescendientes en la Argentina**
Enigmas, cegueras y mitos nacionales
Milena Annecchiarico

La historiografía tradicional, los medios de información y el habla popular sostienen desde hace décadas que en la Argentina no hay negros, pues consideran que los descendientes de africanos esclavizados desaparecieron con las guerras del siglo XIX, con epidemias como las de fiebre amarilla en Buenos Aires, con el mestizaje, o simplemente se diluyeron en la masa de inmigrantes de ultramar. Hoy se cuestiona esa versión por simplista y políticamente condicionada, lo que está llevando a la elaboración de un relato más realista y adecuado a los ideales de la democracia pluralista.

31 **Esperanzas, desafíos y realidades de la medicina regenerativa**
Fernando Pitossi

La medicina regenerativa es una especialidad de investigación y terapéutica que se enfoca en la reparación, el reemplazo o la regeneración de células, tejidos u órganos para restaurar funciones alteradas por cualquier causa. Los avances más prometedores de esta disciplina de los últimos años han puesto su atención en la utilización de células madre, sea embrionarias, reprogramadas o adultas.

35 **Obesidad. Una perspectiva evolutiva**
Alberto Penas Steinhardt y Fiorella S Belforte

En la actualidad existe una epidemia mundial de sobrepeso y obesidad. Se estima que unas 3000 millones de personas tendrían sobrepeso, de las cuales 700 millones serían obesas. Los especialistas acuerdan en que existen factores genéticos asociados con una predisposición a ese trastorno que, si bien no proporcionan una explicación completa del fenómeno, podrían ser la razón de que ciertos grupos humanos lo padezcan más que otros con igual estándar de vida. Dichos factores predisponentes se originaron a lo largo de la historia evolutiva de nuestra especie, pero no está claro qué los produjo y cómo operan, aunque se han formulado hipótesis al respecto.

41 **La cotorra como especie invasora: el caso de las pampas**
Enrique H Bucher y Rosana M Aramburú

La cotorra (*Myiopsitta monachus*) es un ave que ha mostrado notable capacidad de adaptarse a ambientes distintos de su hábitat natural. En la Argentina ocupó en forma espontánea y por completo los pastizales pampeanos, en los que originalmente no vivía. En Europa y los Estados Unidos, adonde fue llevada en cautiverio, ejemplares liberados o escapados terminaron formando enormes poblaciones asilvestradas. No se tiene certeza de qué factores explican su éxito como especie invasora. Es algo que requiere mayor investigación.

CIENCIA EN EL MUNDO

7 **El cerebro humano: un mapa para gobernar a todos**
Diego A Golombek

13 Los premios Nobel 2014

Leandro Arozamena, Federico Weinschelbaum, Gabriel M Bilmes, Mariano L Bossi y Fernando D Stefani

Como todos los años desde 1901, la Fundación Nobel anunció en Estocolmo el otorgamiento de los premios Nobel de, según sus denominaciones tradicionales, medicina o fisiología, física, química, literatura y paz. A ese grupo se agregó la economía en 1968, con el premio Banco de Suecia en memoria de Alfred Nobel, que ha pasado a considerarse equivalente a los otros tres en ciencias. Los cuatro se comentan en este número en un momento en que, tanto en la Argentina como en el resto del mundo, la ciencia está dando pasos para explicar a la sociedad de manera clara y sencilla sus avances y descubrimientos. En gran parte por ello los premios Nobel acaparan cada vez más la atención en los medios de comunicación.

CIENCIA Y SOCIEDAD

21 La higiene en la cocina

Mariana Koppmann

Cuando llegan las fiestas de fin de año, muchos se encuentran con que necesitan preparar y servir mucha comida y bebida, y que tienen poco lugar en la cocina y en la heladera. Esta situación crea riesgos de contaminación de los alimentos por microorganismos, en especial bacterias, que se pueden evitar si se toman algunas precauciones.

CIENCIA EN EL AULA

52 La cara oculta de la Luna

Alejandro Gangui, María C Iglesias y Cecilia G Lastra

Un recurso al que es posible recurrir para enseñar astronomía en la escuela es la representación o dramatización de determinados fenómenos por parte de los alumnos. Puede dar buenos resultados porque tiene la capacidad de despertar mayor curiosidad e interés que las exposiciones, aun asistidas con los habituales auxilios didácticos audiovisuales. Pero requiere que se lo maneje con cuidado. La nota discute cómo hacerlo para analizar el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra.

ASTRONOMÍA

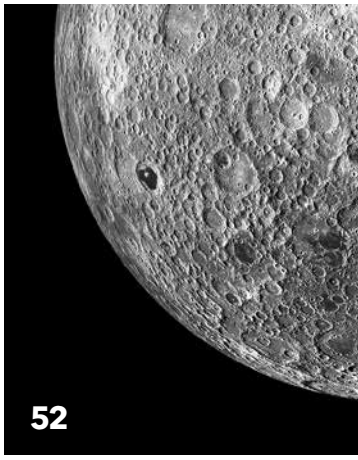
56 Guía del cielo nocturno

Jaime García

Enero-junio de 2015

ESPACIO INSTITUCIONAL

50 CONICET dialoga



Cooperación científica internacional

Un caso con larga historia: Francia y la Argentina

La investigación científica, como se viene concibiendo y ejerciendo durante por lo menos dos siglos, es un esfuerzo colectivo e internacional. En cada rama del conocimiento, un grupo de figuras de primera línea trabaja en instituciones dispersas en muchos países, los que ya no se restringen a los de mayor desarrollo económico. Ese grupo de referencia de la disciplina interactúa de modo permanente, da a conocer sus estudios en las mismas revistas científicas de circulación mundial, visita los centros o laboratorios de sus pares, se encuentra regularmente en congresos y seminarios y, en las últimas décadas, está en cotidiana comunicación electrónica. De estas circunstancias se derivan muchas de las prácticas aceptadas (y celosamente defendidas) por los integrantes de la comunidad científica.

Entre esas prácticas está, por ejemplo, la de usar una misma lengua para sus intercambios y publicaciones, la que en estos tiempos es dominantemente el inglés, aunque puede haber algunas excepciones por disciplina y publicaciones complementarias en otros idiomas. Otra práctica importante es someter la producción científica a evaluación y crítica continuas en un ámbito internacional, una tarea en la que las mencionadas revistas de circulación en ese ámbito cumplen un cometido importante en cuanto a control de calidad, pues solo incluyen en sus páginas trabajos que hayan sido aprobados por árbitros independientes y reconocidos, en un procedimiento cuidadosamente regulado, conocido como *revisión por pares* (*peer review*).

A lo anterior se suma un complejo conjunto de formas institucionales que permiten instrumentar la actividad, empezando por asignarle el dinero necesario. Entre esas formas se cuentan, por ejemplo, los intercambios de estudiantes de posgrado e investigadores posdoctorales, la dirección compartida de doctorados, los investigadores visitantes y las investigaciones realizadas en colaboración. En el funcionamiento de ese sistema de cooperación científica internacional se pueden distinguir dos modalidades. La primera, que tiene el carácter de condición necesaria, es la acción de los propios investigadores y sus estudiantes, los únicos que pueden llevar a cabo las actividades. Su intervención abarca también la de los institutos o centros en los que investigan, conducidos por integrantes del mismo grupo. Esa acción se ve facilitada por la posibilidad de recibir ayuda financiera, normalmente otorgada en forma competitiva, de una variedad de fuentes públicas y privadas.

Para los investigadores de algunos países, en especial los Estados Unidos, el sistema funciona casi exclusivamente así, es decir, la cooperación es el resultado de acuerdos entre investigadores establecidos a iniciativa de ellos mismos, sin una coordinación centralizada. Pero en otros países, a lo anterior, que siempre está presente, se suma otra modalidad: una acción gubernamental que diseña programas, los dota de medios y los ofrece a los investigadores. Esto es más frecuente en el ámbito europeo, y muy especialmente en Francia, pero también en Alemania, España o Italia.

La inserción de la Argentina en la cooperación científica internacional es todo lo antigua que se puede esperar en un país de organización relativamente reciente. En líneas generales, se podría afirmar que durante el primer siglo de vida independiente del país, esa colaboración fluyó casi exclusivamente en un sentido, de Europa (y en algún raro caso de los Estados Unidos) hacia acá, y tomó sobre todo la forma de transferencia de conocimientos y capacidades, de maestro a alumno, por así decirlo. No eran raros los casos de personalidades destacadas del mundo académico europeo que terminaron estableciéndose definitivamente en la Argentina e instalando alguna rama de la ciencia moderna en al país, como el prusiano Hermann Burmeister en el Museo de Ciencias Naturales. Y campos enteros del saber operaron en algunos momentos en la Argentina como trasplantes del hemisferio norte, por ejemplo, la medicina francesa y la física alemana hacia comienzos del siglo XX.

Con el andar del tiempo, sin embargo, la relación se hizo más simétrica, además de más compleja en sus formas y numerosa en sus participantes, al punto de que posiblemente hoy haya más académicos nacidos y formados en la Argentina en posiciones destacadas en el hemisferio norte que lo inverso. Ejemplos son (para solo mencionar perso-

nas ya fallecidas que actuaron en las últimas décadas) el bioquímico César Milstein en Cambridge, el matemático Alberto Calderón en Chicago, el historiador Tulio Halperín Donghi en Berkeley y el neurobiólogo Hersch Gerschenfeld en París.

Este marco arroja luz sobre la relación académica entre Francia y la Argentina, que constituye un buen ejemplo de cómo opera lo anterior y tiene larga historia desde los albores de la República. Incluyó episodios tempranos, como la presencia de naturalistas de la talla de Aimé Bonpland, que llegó al Plata en 1817 y permaneció en América —incluidos veinte años en Santa Ana, Corrientes— hasta su muerte en 1858, y Alcide d'Orbigny, que estuvo por estas tierras hacia fines de la década de 1820. Como antecedente en el otro sentido se puede citar la visita de Florentino Ameghino en 1878 a Francia, donde en 1889 publicó su gran trabajo *Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina* en colaboración con el zoólogo francés Paul Gervais.

En tiempos más recientes, en 1964, en ocasión de la visita que hizo Charles de Gaulle, entonces presidente de Francia, a Buenos Aires, los gobiernos de ambos países firmaron un convenio de cooperación cultural, científica y técnica cuyo amplio espectro de acciones, como se deduce de su nombre, incluía la investigación pero iba bastante más allá de ella y abarcaba, por ejemplo, el área completa de formación universitaria de posgrado. Los vínculos así establecidos facilitaron, entre otras cosas, que muchos académicos, que emprendieron el camino al exilio cuando la intervención de las universidades nacionales en 1966 y en 1974, y por las persecuciones y la violencia de la década entre 1973 y 1983, eligieran a Francia como país de destino, con la consecuencia de que un número no menor terminó desempeñando un papel significativo en la ciencia francesa, que los conoce como 'la generación pionera de investigadores argentinos' en ese país.

Los vínculos así cementados condujeron a que hoy estén activos más de cien proyectos de investigación conjunta y se realicen cientos de visitas anuales de investigadores de un país al otro. Francia es así en estos momentos uno de los mayores socios académicos de la Argentina.

Acciones recientes del gobierno argentino también están contribuyendo a fortalecer la cooperación científica internacional, tanto con Francia como con otros países. Entre ellas se destaca el programa Raíces, que fomenta la vinculación de grupos de trabajo locales con investigadores argentinos residentes en el extranjero y financia, entre otras cosas, estadías cortas de trabajo de ellos en el país. Un complemento muy interesante es el premio Leloir, que se concede a investigadores extranjeros cuya labor haya contribuido a fortalecer los vínculos académicos entre ambas comunidades científicas.

Asimismo, se han puesto en marcha programas específicos para facilitar la movilidad de los investigadores y para apoyar la formación de sus discípulos, con cientos de proyectos subvencionados y la participación de varios miles de científicos. Esos programas se extienden a las ciencias biológicas, exactas, humanas y sociales, así como al campo de la salud. También se han conformado redes regionales franco-sudamericanas en información, comunicaciones, matemáticas e ingeniería.

Entre las áreas que están explorándose para cooperación adicional con Francia se pueden citar la biodiversidad, con convenios entre los museos de ciencias naturales de los dos países para realizar estudios de la fauna abisal marina, la ecología costera y desarrollar la acuicultura en regiones costeras marinas. Está asimismo la puesta en marcha de algunos centros o laboratorios franco-argentinos, como los relacionados con ciencias de la información y de sistemas, neurociencias, física, mecánica de fluidos, el clima y sus repercusiones, sistemas agroalimentarios localizados y nanociencias.

La cooperación internacional, de la que hay otros ejemplos además del de Francia sobre el que nos hemos detenido aquí (los recientes acuerdos con la Sociedad Max Planck, que incluyen establecer laboratorios en la Argentina vienen a la mente), es una faceta de una actividad pujante que ha retomado las mejores tradiciones del país e induce a mirar con confianza el futuro. CH

HACE 25 AÑOS en CIENCIA HOY

LAS SECCIONES INDISCRETAS

LUIS A SANTALÓ

De la curiosidad del conde Buffon por los juegos de azar a la estereología y la moderna tomografía computada: un capítulo de la historia de la matemática ilustra cómo amplía el hombre sus conocimientos por el progreso alternado de la ciencia y la técnica.

LA INFANCIA EN LAS CIUDADES

JORGE E HARDOY

El crecimiento explosivo de las ciudades en América Latina dio lugar a la coexistencia de dos subciudades: la oficial y la informal. Los niños son los principales damnificados de las malas condiciones de vida de los migrantes que se hacinan en viviendas sin acceso a servicios esenciales, tales como el agua potable. El hábitat de los pobres tiene un costo social que impacta especialmente en los niños.

ORÍGENES DE LA NACIONALIDAD ARGENTINA

JOSÉ C CHIARAMONTE

Es posible verificar, luego de la Independencia, la coexistencia de tres formas de identidad política: la *hispanoamericana*, prolongación del sentimiento de español americano elaborado durante el período colonial; la *provincial*, asentada en el sentimiento lugareño; y la *rioplatense* (luego *argentina*), de más compleja delimitación. No se ha advertido suficientemente que el hecho mismo de su coexistencia refleja a la vez la ambigüedad en que se encontraba el sentimiento colectivo inmediatamente después de producida la Independencia y la dirección que seguía el proceso de elaboración de una identidad política en la formación de los nuevos países. Esa formación fue producto de la historia del período y no la traducción de anteriores formas de identidad colectiva.

¿QUIÉN MATÓ AL MEGATERIO?

GUSTAVO G POLITIS

La región pampeana de la Argentina aporta a la arqueología moderna nuevas evidencias sobre la antigüedad del hombre americano. Excavaciones recientes avalan la hipótesis de que el poblamiento de algunas zonas de nuestro continente se remonta a épocas milenarias.

En las últimas dos décadas han continuado sostenidamente las excavaciones arqueológicas en la región. Actualmente sabemos que la región fue poblada hace unos 14.000 años y que los primeros habitantes cazaron y comieron megaterios y caballos pleistocénicos.

INFORME SOBRE CHAGAS

MIRTA CARLOMAGNO, ESTELA CURA, ANALÍA C PÉREZ y ELSA SEGURA

Estudios parasitológicos y campañas de acción social se complementan en la lucha contra el mal de Chagas, amenaza permanente para vastos grupos humanos de América Latina que viven en condiciones de pobreza y están particularmente expuestos a la infección.

Pese a los avances en el control de la vinchuca, el mejoramiento del diagnóstico y la búsqueda de tratamientos más eficientes, la enfermedad de chagas no solo sigue siendo una grave amenaza para las poblaciones de zonas rurales pobres sino que se ha urbanizado. Con el objeto de unir esfuerzos para la implementación de programas de tratamiento y prevención y estimular el desarrollo de nuevas estrategias, la Organización Mundial de la Salud, junto a entidades no gubernamentales y laboratorios privados, ha creado recientemente la Coalición Mundial para la Enfermedad de Chagas.

ENERGÍA: EL AZAR Y LA NECESIDAD

JUAN A LEGISA y OSCAR REALI

¿Pudo ser evitada la actual crisis energética? El análisis de la cuestión obliga a considerar factores de diversa naturaleza: la demanda de energía, las características de distintas clases de centrales generadoras, los costos de inversión, de combustible, de energía no prestada.

Desde la crisis energética del verano 1988-1989 la Argentina prácticamente duplicó su generación de energía, pero también su demanda. Se multiplicaron las centrales térmicas de bajo costo de inversión con respecto a las centrales hidroeléctricas y nucleares, de altos costos. También hubo un reemplazo progresivo del petróleo por gas natural.

El cerebro humano: un mapa para gobernar a todos

En el principio fue el cerebro. Y luego vinieron los intentos para entenderlo. Dado que nuestro órgano de pensamiento es posiblemente el objeto más complejo del universo conocido, la paradoja es que entender al cerebro no deja de darnos dolores de cabeza. Se ha calculado que el cerebro humano tiene unas 86.000 millones de neuronas y, obviamente, muchísimas más conexiones y circuitos entre ellas. Nombrar a cada una de esas neuronas y sus circunstancias, seguirle los pasos e identificar sus charlas parece, por ahora, tarea imposible.

¿Por qué, entonces, no hacer un modelo digital de ese cerebro, montado en supercomputadoras, y simular así su funcionamiento, su respuesta a fármacos o el efecto de enfermedades? Ese es el objetivo del Proyecto Cerebro Humano (HBP, por su sigla en inglés), establecido en Suiza en 2013 y financiado por la Unión Europea. Muy financiado: unos 1200 millones de euros, repartidos entre diversas instituciones de investigación. Convencidos de que la tarea era, cuanto menos, ciclópea, los investigadores comenzaron por modelizar, más modestamente, el cerebro de ratones, y andan mostrando cablecitos (digitales) de colores por el mundo. El problema para muchos científicos es el propio proyecto; más que de cables, para ellos se compone de espejitos de colores, pues tal vez sea demasiado prematuro plantear un proyecto de estas características. Del otro lado del Atlántico, los Estados Unidos también tienen su proyecto de mapeo cerebral, pomposamente llamado Iniciativa BRAIN (*Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies*), lanzada por el presidente Barack Obama en 2013, que pretende develar la actividad real de cada una de las neuronas del cerebro humano, lo que llevaría por lo menos diez años. Ya le llegará su turno, pero el que está ahora envuelto en polémicas es el proyecto europeo.

Efectivamente, hecho el proyecto, hecha la controversia: ya desde el comienzo hubo voces disidentes acerca de los objetivos del HBP que, según decían, se presentaba como un proyecto de neurociencias cuando en realidad se trataba de un esfuerzo informático de dudosa aplicación. Estalló con una carta pública firmada por unos 130 neurocientíficos que se quejaron abiertamente no solo de la ciencia sino, más precisamente, de la forma de tomar decisiones y de la gobernabilidad del proyecto. En particular, mostraron preocupación por la relativa falta de interés en temas de neurociencia cognitiva (la conciencia, el pensamiento y otras). Más aún: se mostraron dispuestos a boicotear el HBP y a convencer a la Unión Europea de que estaba tirando la plata. Pidieron una revisión completa del proyecto y, eventualmente, cirugía mayor en su forma de encarar las investigaciones.

Los defensores argumentan que el objetivo no es la neurociencia básica sino el desarrollo de tecnologías de la información que permitan entender la enorme cantidad de datos que vienen de ir conociendo el cerebro. Hubo una respuesta oficial por parte del HBP pidiendo algo de tiempo para poder evaluar mejor la iniciativa –después de todo, la simulación lleva menos de un año– y prometiendo informes anuales que verdaderamente den cuenta de los avances que se vayan produciendo.

Mientras tanto, las firmas contra el HBP se acumulan; ya van unas 800 que demandan transparencia y rendición de cuentas. El mismo proyecto ha llegado a proponer, irónicamente, que se haga un petitorio en su apoyo, es decir, se declaró una verdadera guerra de firmas. Mientras tanto, nuestro cerebro espera paciente a ser mejor conocido.

La carta cuestionando al HBP está en *http://neurofuture.eu* (Open Message to the European Commission Concerning the Human Brain Project). La respuesta se puede leer en *https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/blog/no-single-roadmap-understanding-human-brain* (No single roadmap for understanding the human brain).

LECTURAS SUGERIDAS

HERCULANO-HOUZEL S, 2012, 'The remarkable, yet not extraordinary, human brain as a scaled-up primate brain and its associated cost', *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 109, Supplement 1: 10661-10668.

Diego A Golombek
Doctor en ciencias biológicas, UBA.
Investigador principal del Conicet en la UNQ.
Profesor titular, UNQ.
dgolombek@unq.edu.ar

Mens sana, corpore sano

Orandum est ut sit mens sana in corpore sano
(Se debe orar que se nos conceda una mente sana en un cuerpo sano)

Así comienza una de las sátiras escritas por el poeta romano Décimo Junio Juvenal (60-128 d.C.). Indica la necesidad de espíritu equilibrado en un cuerpo equilibrado. Hoy esta frase se utiliza para asociar la práctica del deporte y la actividad física con el bienestar general. La mente –que podríamos definir como el cerebro en funcionamiento– es algo maravilloso; nuestra curiosidad por comprender los mecanismos que la gobiernan también lo es. Un grupo de neurocientíficos lleva años trabajando con monjes tibetanos para entender los mecanismos de la meditación, una práctica que incluye ejercicios mentales.

Sabemos que nuestra información genética es modulable por el ambiente y, por ende, por nuestras propias acciones. Tener en cuenta este hecho es de suma importancia a la hora de mantener un equilibrio entre salud y enfermedad. A estas alturas, nadie duda de la relevancia del ejercicio físico y la alimentación sana para mantener ese equilibrio, pero ¿quién ocupa parte de su día en realizar ejercicios mentales?

Cada vez son más los que proclaman que practicar la meditación es una manera de mantener un buen funcionamiento del cerebro, ya que pueden alcanzarse estados de alta atención y concentración. Un estudio reciente concluye que dicha práctica puede llegar a alterar la expresión de determinados genes y, por ende, regular su actividad. Este hecho abre la puerta al estudio del potencial terapéutico de esa práctica.

Para llegar a tales conclusiones, el mencionado equipo de investigación comparó los efectos que causaba todo un día de meditación en un grupo de expertos en ella, con los de un grupo control que no meditaba formalmente pero realizaba otras actividades en un ambiente relajante. Al cabo de unas horas, observó que la expresión de determinados genes y los niveles de ciertas proteínas en células de la sangre en el grupo de meditadores difería significativamente de los del grupo control. Un hecho destacable es que los cambios principales se encontraron en genes que actualmente son blancos de fármacos analgésicos y antiinflamatorios. Aunque pensar en recurrir a la meditación en el ámbito clínico aún parece lejano, las investigaciones comentadas podrían constituir un punto de partida para diseñar terapias que complementen el tratamiento con fármacos, en especial en casos de inflamación crónica.

Más allá de la modulación de genes y de otros beneficios que la meditación podría aportar, es importante tomar conciencia de la importancia de cuidar y ejercitar nuestro cerebro para tener un cuerpo sano.

Cecilia Fernández, Flickr.com

Más información en Kaliman P *et al.*, 2014, 'Rapid changes in histone deacetylases and inflammatory gene expression in expert meditators', *Psychoneuroendocrinology,* 40: 96-107.

Carla Bellera
carla.bellera@gmail.com

Competencia por interferencia y murciélagos

Los organismos compiten por recursos escasos. A menudo, la competencia surge del hecho de que un individuo simplemente consume el recurso escaso y reduce su disponibilidad para otro individuo. A esto se lo llama *competencia por explotación*. En otras ocasiones, la competencia tiene un lado agresivo: un individuo impide que otro consuma el recurso. A esto se lo llama *competencia por interferencia*. Recientemente se ha demostrado un caso fascinante de este mecanismo, en el murciélago cola de ratón (*Tadarida brasiliensis*).

Este murciélago vive en colonias muy numerosas, caza de noche en grupos densos y localiza a sus presas (mayormente polillas) mediante la emisión de sonidos y la recepción del eco (ecolocación). Cuando un murciélago se aproxima a una presa, repite estos sonidos con frecuencia creciente, lo cual es interpretado por sus vecinos como una señal de que está cerca de atrapar a su presa. Los vecinos emiten entonces un sonido diferente del que usan para localizar presas. Se trata de un sonido sinusoidal, similar a la frecuencia modulada, que perturba la capacidad de ecolocación del cazador. Tanto en el campo, cuando era emitido en condiciones naturales, como en el laboratorio, cuando era reproducido desde una grabación, este sonido disminuyó la captura de la presa en más de 70%. Los investigadores pudieron seguir la trayectoria de los competidores en relación con presas que estaban fijas en un punto y comprobaron que combinaban sonidos de ecolocación con estos sonidos de interferencia y se disputaban así el acceso a las presas.

Aaron Corcoran

Si la estrategia de depredación de los murciélagos por ecolocación ya parecía una maravilla de la naturaleza, este mecanismo de competencia agrega una dimensión igualmente sorprendente. Es el primer caso documentado en el que la competencia por interferencia entre animales se produce por una alteración de los sentidos del competidor.

Más información en Corcoran AJ & Conner WE, 2014, 'Bats jamming bats: Food competition through sonar interference', *Science*, 346: 745-747. Ver también un muy buen video (audio en inglés) en *https://www.youtube.com/watch?v=sCREM26yMbU*

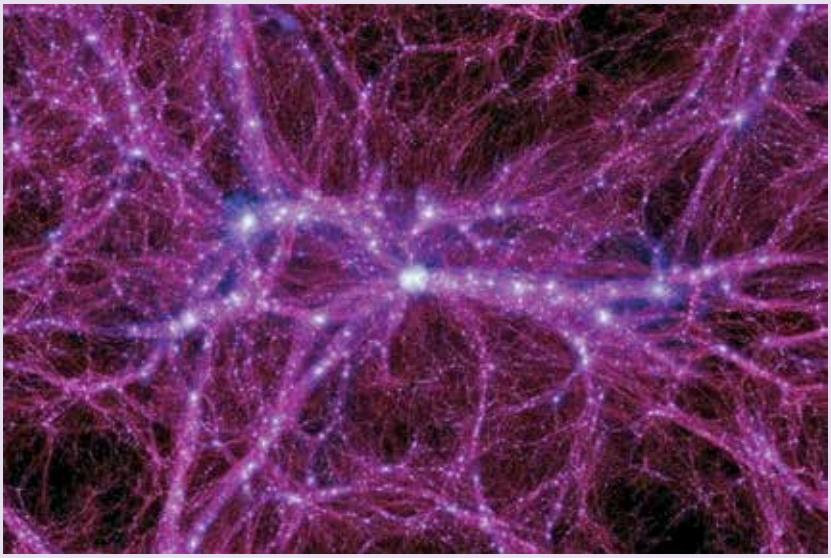
Martín Oesterheld
oesterhe@agro.uba.ar

¿En qué supercluster de galaxias vivís?

Delimitar regiones o lugares contribuye a nuestro sentido de pertenencia y ubicación, haciéndonos sentir cómodos y protegidos ante un exterior que muchas veces nos es completamente ajeno. Tan es así que desde temprana edad reconocemos lo que llamamos nuestro barrio, nuestra ciudad, nuestra provincia, nuestro país, nuestro planeta.

Si de astronomía se trata, siguiendo con este concepto, podemos hablar de nuestro Sistema Solar, donde el Sol, el centro del mismo, es una estrella más dentro de miles de millones que forman lo que llamamos nuestra galaxia.

Ahora bien, resulta que el universo observable está repleto de galaxias, miles y miles de millones, las cuales se congregan en grupos a lo largo de filamentos que se interconectan a través de grandísimas extensiones de espacio vacío. Cuando en estos filamentos aparecen altas concentraciones de galaxias, esa región es denominada *supercluster* de galaxias. De esta manera, para seguir satisfaciendo nuestra necesidad de ubicación y pertenencia, cabe hacerse la pregunta de en qué *supercluster* de galaxias vivimos.



Estructura a gran escala del universo obtenida de una simulación computacional.
http://www.abc.net.au/news/2011-09-29/milky-way-hangs-by-a-cosmic-thread/3050586

Recientemente un grupo de científicos encontraron respuesta a esta pregunta realizando un mapa de velocidades de una gran muestra de galaxias en la cual la nuestra se encuentra inmersa. Conociendo el movimiento de las galaxias, el cual es determinado por acción de las fuerzas gravitatorias de todo el sistema, es posible tener una idea global de la distribución de materia. En este mapa de velocidades, logrado a través de observaciones y complejos cálculos computacionales, se encontraron regiones donde las velocidades de las galaxias que allí se encuentran no pueden explicarse por la atracción gravitatoria provocada por todo el sistema, delimitando así una superficie a partir de la cual, hacia fuera, podemos llamar el exterior y, hacia dentro, el interior del *supercluster* que habitamos, que fue bautizado con el nombre de Laniakea, término que en lengua nativa hawaiana significa *cielo inconmensurable*.

Más información en Tully RB *et al.*, 2014, *Nature*, 513: 71.

Sergio Paron
sparon@iafe.uba.ar

Cuestión de piel

Las publicidades de hoy en día muestran madres que, preocupadas por la salud de sus hijos, consumen todo tipo de jabones, desinfectantes y toallitas antibacterianas. ¿En qué momento empezó esta guerra contra los microorganismos que habitan nuestra piel? ¿Por qué asumimos que la microbiota de la piel es mala y que hay que destruirla? Pero esta no es la única microbiota con la cual convivimos día a día. En nuestro intestino residen alrededor de 10^{14} bacterias que, a diferencia de las de la piel, no son víctimas de un complot mediático que busca eliminarlas. Al contrario, se busca protegerlas porque se sabe que están directamente relacionadas con la salud del individuo.

Un estudio reciente analizó la composición de microorganismos en las diferentes regiones de la piel de individuos sanos. Se encontró que lugares del cuerpo fisiológicamente similares contienen el mismo tipo de comunidades de bacterias y hongos. Estudios futuros tendrán que focalizarse en entender qué funciones cumplen los distintos grupos de microorganismos.

Según la 'hipótesis de la higiene', en la era moderna el uso compulsivo de desinfectantes disminuyó el contacto de los niños con los microorganismos durante su crecimiento. Esto afecta el normal desarrollo del sistema inmune y fomenta la proliferación de enfermedades autoinmunes, como alergias y asma. Tomando como modelo los productos prebióticos y probióticos diseñados para promover el crecimiento de las poblaciones bacterianas del tracto digestivo, se podría pensar en cosméticos que actúen promoviendo la microbiota de la piel. Para esto es fundamental aumentar nuestro conocimiento acerca de las comunidades bacterianas que habitan nuestra piel.

Florencia Malamud
fmalamud@iibintech.com.ar

Fotos www.freeimages.com

La cura del cáncer que no es una quimera

La leucemia linfoblástica aguda es el tipo más común de cáncer en los niños. La mayoría de los chicos con esta clase de leucemia son exitosamente tratados con quimioterapia. Según la Sociedad Argentina de Hematología (SAH), en nuestro país se registran unos 370 casos por año en menores de quince años, y la probabilidad de sobrevida es mayor al 70%. La primera opción para quienes recaen al tratamiento estándar es el trasplante de médula ósea. Pero, aun así, existe un número importante de pacientes que presentan recaídas luego del trasplante. Para estos se está explorando una alternativa: una de las publicaciones médicas de mayor prestigio del mundo acaba de presentar una investigación en terapia celular personalizada (conocida como CTL019) que aporta nuevas esperanzas.

Courtney Carmody, Flickr.com.

El tratamiento se basa en lo que se conoce como 'terapias celulares adoptivas', que utilizan células modificadas por ingeniería genética. La nueva técnica es una estrategia de diseño: primero se obtienen células T (un tipo de glóbulo blanco) de la sangre del paciente; luego estas son manipuladas en el laboratorio para que puedan reconocer y atacar a las células cancerígenas mediante receptores antigénicos diseñados para tal fin. Finalmente, se produce gran cantidad de ellas y se las restituye al cuerpo, donde atacan a las células que producen el cáncer. Cada uno de estos glóbulos blancos modificados puede eliminar al menos 1000 células cancerígenas. La terapia que recibe el paciente es *personalizada* desde que se toman sus propias células para atacar el cáncer específico que padece. Veintisiete de treinta pacientes que fueron tratados con esta técnica mostraron una completa remisión un mes después de la infusión del CTL019. De estos, solo siete sufrieron una recaída durante los ocho meses siguientes.

A los receptores antigénicos diseñados para combatir las células cancerosas se los conoce como *receptores quiméricos*. El adjetivo refiere a Quimera, el animal fabuloso de la mitología griega cuyo cuerpo era la fusión de un león, una cabra y una serpiente. De manera análoga, un receptor quimérico es una proteína generada por ingeniería genética a partir de fusionar porciones de proteínas distintas.

Pero, por otro lado, la palabra 'quimera' se define en el diccionario de la Real Academia como 'aquello que se propone a la imaginación como posible o verdadero, no siéndolo'. Confiamos en que la cura de este mal por medio de terapias personalizadas deje de ser una quimera.

Más información en: Maude SL *et al.*, 2014, 'Chimeric Antigen Receptor T Cells for Sustained Remissions in Leukemia', *The New England Journal of Medicine*. *http://www.nejm.org/* y en doi: *10.1056/NEJMoa1407222*

Julio Gervasoni
jgervasoni@dc.uba.ar

Los premios Nobel 2014

¿Cuáles son las contribuciones al conocimiento realizadas por los ganadores de premios que, a lo largo de más de un siglo, se convirtieron en uno de los mejores mecanismos del mundo para identificar avances cruciales de las ciencias?

ECONOMÍA

Leandro Arozamena
Universidad Torcuato Di Tella

Federico Weinschelbaum
Universidad de San Andrés

El funcionamiento y la regulación de los mercados en competencia imperfecta

El premio del Banco de Suecia en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel fue otorgado este año al francés Jean Tirole, de la Universidad de Toulouse y de la Escuela de Economía de Toulouse, por sus contribuciones al estudio del funcionamiento de la economía en contextos de competencia imperfecta, en los que las empresas tienen poder de mercado, así como sus estudios de las formas y consecuencias de la intervención pública en dichos mercados, particularmente, la regulación.

Durante mucho tiempo, una porción sustancial de la teoría económica fue exitosa en explicar el funcionamiento de mercados suficientemente competitivos, es decir aquellos que se acercan a la competencia perfecta, en que ningún participante en el mercado, oferente o demandante, tiene la posibilidad de influir por sí solo y de modo relevante en los precios. Pero muchos mercados no operan de tal forma. En ellos algunas empresas tienen poder de mercado, entendido como la capacidad de afectar con su comportamiento los precios a los que venden sus productos o servicios. Dicho poder se vuelve extremo si –por razones tecnológicas o por la dificultad de que entren competidores– el mercado es monopólico. Existen, sin embargo, múltiples posibilidades intermedias entre el monopolio y la competencia perfecta.

Las autoridades públicas se proponen, en muchos casos, influir en tales mercados para evitar que las empresas abusen de ese poder. La intervención pública suele tomar, en la mayoría de las economías, dos formas: la defensa de la competencia y la regulación. La primera se aplica cuando las autoridades fijan un marco legal orientado a impedir que la competencia en mercados concentrados se vea limitada por una o varias empresas. Se trata de una intervención indirecta: se fijan normas que se aplican de manera general a todos los mercados. Por ejemplo, se penaliza a las empresas que acuerdan entre sí precios o cuotas de mercado. La regulación, por el contrario, es una forma directa de intervención. En ella, se fijan precios, cantidades o estándares de calidad de los bienes o servicios que se proveen, de una forma que, por su naturaleza, es específica a cada mercado que se regula.

Jean Tirole

Es usual que los mercados regulados operen en condiciones de monopolio o de oligopolio con muy pocos competidores, en espe-

cial en los servicios públicos, para los que, si se atiende a la eficiencia, en muchos casos sería deseable que actúe una única firma, pues se trata de situaciones llamadas de monopolio natural.

Para que la intervención estatal genere los resultados deseados, es esencial comprender el funcionamiento de los mercados monopólicos y oligopólicos, también llamados mercados concentrados, pues normas inadecuadas de defensa de la competencia pueden restar incentivos a innovar a las empresas. Por otra parte, en mercados regulados las empresas tienen ventajas sobre las autoridades, en particular ventajas informativas, dado que conocen mucho mejor las condiciones del mercado, especialmente su estructura de costos.

La teoría se había ocupado con cierto detalle del monopolio y de su regulación, y había elaborado una serie de modelos para los casos oligopólicos. Es una rama de la economía muchas veces llamada *organización industrial*. En 1982 George Stigler recibió el premio Nobel por su trabajo sobre estructuras industriales, el funcionamiento de los mercados y los efectos de la regulación. Pero se carecía entonces de herramientas que permitieran (i) analizar de forma unificada los mercados imperfectamente competitivos o concentrados, y (ii) reconocer y prever las consecuencias de la intervención pública, especialmente la regulatoria, teniendo en cuenta dicho contexto de asimetría informativa. Hacia fines de la década de 1970 y comienzos de la de 1980 comenzó a estar disponible el marco conceptual necesario para encarar ambos problemas, elaborado a partir de avances en la teoría de juegos y en el diseño de mecanismos. Los premios Nobel de economía correspondientes a 1994, 2005 y 2007 fueron otorgados, justamente, por contribuciones a desarrollar dichas herramientas sobre la base de ese marco conceptual. Los aportes de Jean Tirole fueron cruciales para poder aplicar las mencionadas herramientas al análisis de los mercados concentrados y de la intervención pública en ellos.

La literatura económica sobre regulación solía aconsejar recurrir a alguna variante de dos mecanismos principales. El primero consiste en fijar un tope al precio que la empresa puede cobrar. Su ventaja central es que incentiva a la firma a reducir costos, puesto que cada ahorro que realiza redunda en su beneficio. El segundo mecanismo consiste en permitir precios que aseguren a la empresa un retorno establecido de antemano por encima de los costos que tenga. En ese caso los incentivos a reducir costos son escasos: más bien operan en el sentido de inflarlos.

Por otra parte, las dificultades de ambos esquemas se agravan si la empresa dispone de ventajas informativas sobre el regulador. Con precios máximos, dado que la firma conoce sus costos y su capacidad para reducirlos mejor que el regulador, puede apropiarse de ganancias exageradas, que además generan ineficiencias en la asignación de recursos. Con un margen sobre costos asegurado, la empresa tiende a inflar real o ficticiamente sus costos a fin de incrementar su beneficio. En ambos casos, la compensación que la firma recibe es demasiado alta.

En una serie de estudios realizados en colaboración con Jean-Jacques Laffont –que murió en 2004– Tirole examinó el diseño de los mecanismos comentados y concluyó que se podrían obtener mejores resultados si las autoridades brindaran a las empresas la posibilidad de elegir de un menú de esquemas alternativos. Una firma con costos altos relativamente difíciles de bajar elegiría una opción de costo más margen garantido (*cost plus* en la literatura en inglés). Si es más eficiente o piensa que puede reducir costos en forma significativa, elegiría un esquema de precios máximos (*price cap* en la misma literatura). Si el menú se diseña de modo apropiado, al lograr que la empresa condicione su decisión a su estructura de costos, generará una reducción del exceso de beneficios y la incentivará a ser más eficiente, en provecho del conjunto de la economía.

Este esquema básico fue aplicado por Laffont y Tirole a un importante número de facetas de los mercados regulados. Por ejemplo, extendieron el marco básico expuesto en el párrafo anterior, que es estático, a un contexto dinámico. Una firma regulada se resistirá a revelar información sobre sus costos si el marco regulatorio puede modificarse de forma que la perjudique; por ejemplo, si revela que opera con costos bajos, el regulador buscará reducir sus beneficios en el futuro. En tal caso, el regulador deberá ofrecer un menú que lo lleve a conocer gradualmente esos costos. Asimismo, el trabajo de ambos economistas generó ideas para, entre otras cosas, la regulación óptima de la calidad, para empresas con productos múltiples y para diseñar institucionalmente el marco regulatorio –por ejemplo, para impedir que las autoridades regulatorias pierdan su independencia ante la firma, es decir, terminen capturadas por ella–.

En adición a sus estudios sobre regulación, junto con Drew Fudenberg, Tirole planteó un modelo conceptual simple de entender las formas en las que las firmas pueden adquirir compromisos de comportamiento competitivo mediante decisiones de inversión, y para evaluar su conveniencia. Un caso particular está dado por la inversión en procesos para reducir costos. Dicha inversión facilitaría que la empresa reduzca sus precios o provea mayor cantidad de su producto, pero esto no necesariamente sería beneficioso para ella, pues depende de la forma exacta de competencia en el mercado. Existen casos en los que las reacciones de los pocos rivales en el mercado volverían a dicha inversión menos rentable. Fudenberg y Tirole proveyeron un marco conceptual para identificar casos en los que tales inversiones son convenientes. Paralelamente, su esquema permite analizar las decisiones de inversión como un instrumento para reducir el número de rivales por la vía de disuadir a competidores potenciales de ingresar en el mercado, o de generar condiciones que lleven a competidores reales a retirarse de él.

Un segundo aporte de Tirole surge de su análisis de mercados vinculados verticalmente, como ocurre con los

de insumos y productos finales, o los que relacionan a industriales y comerciantes. Un productor monopólico puede convertir a un comerciante potencialmente competitivo en monopólico si le concede exclusividad para la venta de su producto. Antes ese tipo de comportamiento se atribuía a razones de eficiencia: por ejemplo, se pensaba que el productor provee incentivos al comerciante para que promocione adecuadamente su producto, pues lo hará en mayor medida si enfrenta menos competencia para venderlo. En un trabajo realizado en colaboración con Patrick Rey, Tirole comprobó que si el comerciante conoce mejor la demanda que el productor, puede fijar precios de venta que extraigan mayores beneficios para toda la cadena. Tales beneficios, sin embargo, resultan de precios más elevados que benefician a productor y comerciante, pero perjudican a los consumidores.

De igual modo, la exclusividad puede resolver otra cuestión analizada por Tirole y Oliver Hart. Si el productor firma con un comerciante un contrato que establece determinadas condiciones de retribución, automáticamente tiene el incentivo para negociar condiciones más ventajosas con otro comerciante. El primer comerciante, desde ya, anticipa esto, y es renuente a comprometerse contractualmente en primera instancia. Una cláusula de exclusividad, en cambio, asegura a productor y comerciante que no habrá una segunda negociación.

Estos trabajos de Tirole modificaron la percepción de las restricciones verticales en mercados vinculados y demostraron que no es posible establecer su efecto sin conocer los detalles específicos del mercado en que operan. En muchos casos, ello llevó a las autoridades de defensa de la competencia a cambiar su postura ante la admisibilidad de determinadas restricciones

Un número importante de contribuciones de Tirole se refieren a mercados con condiciones técnicas que generan contextos especiales. Esto ocurre, por ejemplo, en el caso –estudiado por Tirole en colaboración con Jean-Charles Rochet– de la competencia entre plataformas con dos grupos diferentes de usuarios: las tarjetas de crédito venden su servicio a comerciantes y consumidores, los sistemas operativos y las consolas de juegos vinculan a programadores con quienes juegan, los diarios y las revistas obtienen ingresos de lectores y anunciantes, etcétera. También examinó en detalle con Jean-Jacques Laffont el mercado de telecomunicaciones y su regulación.

El gran mérito de las contribuciones de Tirole fue el enfoque unificador que incorporó al estudio de los mercados concentrados. Su énfasis en la interacción estratégica entre firmas, en los problemas de información y en la capacidad de compromiso ha permeado a toda la disciplina. De hecho, su *Teoría de la organización industrial*, publicado en inglés en 1988 sobre la base de una versión francesa de 1985, es todavía hoy una referencia crucial en el área. Muchos de sus trabajos tuvieron consecuencias prácticas inmediatas, tanto en la regulación y la defensa de la competencia, como en políticas públicas y diseños institucionales. Jean Tirole, en suma, tuvo y tiene una monumental influencia sobre el análisis económico, tanto en materia conceptual como en su aplicación. Su premio era largamente esperado por sus colegas.

Leandro Arozamena
PhD en economía, Universidad de Harvard.
Investigador adjunto del Conicet.
Profesor asociado, Universidad Torcuato Di Tella.
larozamena@utdt.edu

Federico Weinschelbaum
PhD en economía, Universidad de California en Los Ángeles.
Investigador adjunto del Conicet.
Profesor asociado, Universidad de San Andrés.
fweinsch@udesa.edu.ar

FÍSICA

Gabriel M Bilmes
Centro de Investigaciones Ópticas,
(Conicet-CIC) y Facultad de Ingeniería, UNLP

Una nueva fuente de luz para iluminar el mundo

El premio Nobel de física fue concedido a los científicos japoneses Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura por haber inventado *una nueva fuente de luz energéticamente eficiente y respetuosa del ambiente –el diodo emisor de luz azul* (o LED azul)–. Este premio junto con el Nobel de química, otorgado por el desarrollo de la microscopia fluorescente de alta resolución, reflejan el impacto que la fotónica, campo de conocimientos asociado con la generación y manipulación de la luz, está produciendo desde hace años en la ciencia y la tecnología, y en forma directa en la vida cotidiana de nuestras sociedades.

Los LED azules y el camino hacia una nueva forma de iluminación

Los diodos emisores de luz son dispositivos compuestos por una estructura de capas de materiales semiconductores

Isamu Akasaki

Hiroshi Amano

Shuji Nakamura

en las que la electricidad se convierte en luz. Este fenómeno, llamado *electroluminiscencia*, fue observado por primera vez en carburo de silicio en 1907 por el británico Henry J Round (1881-1966) y estudiado entre 1920 y 1930 por Oleg V Losev (1903-1942) en la Unión Soviética. Entre 1950 y 1970 se crearon LED que emitían en distintas longitudes de onda del espectro, del infrarrojo al verde, y empezaron a comercializarse a muy bajo costo en la década de 1970. Se hicieron muy populares como indicadores de encendido de aparatos electrónicos y en muchas otras aplicaciones.

Su uso como fuente de iluminación, sin embargo, se enfrentó con dos serios problemas: tenían muy baja eficiencia lumínica, y, para producir luz blanca, se requería emisión en la región azul del espectro, de modo que, combinando colores o haciendo interactuar luz azul con otros materiales, se obtuviera luz blanca.

A pesar del esfuerzo realizado por muchos laboratorios, resolver esos problemas no fue tarea sencilla por diversos motivos. Como la longitud de onda de emisión depende del material semiconductor empleado, solo algunos materiales parecían candidatos posibles. Desde un principio se consideró al nitruro de galio (GaN) como uno de los más apropiados, pero no se lograba producir cristales de la calidad y las propiedades ópticas requeridas. Tampoco se tenía una base teórica adecuada para comprender el fenómeno de la electroluminiscencia en semiconductores, a lo que se llegó en un par de décadas. Por estas razones, la mayoría de los laboratorios del mundo abandonaron el desafío.

Akasaki y Amano, en la Universidad de Nagoya, y Nakamura en una pequeña empresa (Nichia Químicos) ubicada en Tokushima, isla de Shikoku, fueron la excepción. Continuaron trabajando en el tema con perseverancia, idearon nuevos enfoques, construyeron sistemas y equipos que no existían, desarrollaron tecnologías nuevas y llevaron a cabo cientos de experimentos.

En 1986, Akasaki y Amano tuvieron éxito en obtener un cristal de GaN de alta calidad haciendo crecer una capa de nitruro de galio sobre otra de nitruro de aluminio depositada sobre un sustrato de zafiro. En 1992 inventaron el primer diodo emisor de luz azul de alto brillo. Por su parte, Nakamura comenzó a desarrollar un LED azul en 1988. Dos años más tarde también tuvo éxito en la fabricación de GaN de alta calidad mediante un camino distinto: un ingenioso procedimiento que combinaba el crecimiento de una capa delgada de nitruro de galio a baja temperatura, con el crecimiento de capas siguientes a mayor temperatura.

Durante la década de 1990, los dos grupos de investigación lograron mejorar sus desarrollos y hacerlos más eficientes. Para ello crearon diferentes aleaciones de GaN con aluminio o indio y desarrollaron estructuras basadas en heterojunturas y pozos cuánticos. En estas, la recombinación de agujeros y electrones en pequeños volúmenes ocurre muy eficientemente y con mínimas pérdidas. En 1996 Nakamura inventó un láser azul, que permitió aumentar la capacidad de almacenamiento de información en DVD y dio lugar a la invención de los Blu-ray y otros dispositivos de registro e impresión. Los LED azules actuales basados en GaN son el resultado de una larga serie de desarrollos experimentales y teóricos en el campo de la fotónica y de la ciencia de materiales. Desde un punto de vista tecnológico, implicó el desarrollo de técnicas para el crecimiento de cristales de alta calidad, la capacidad de controlar el dopaje de semiconductores, la fabricación de aleaciones basadas en GaN y su integración en estructuras multicapas.

Las lámparas iluminaron el siglo XX, los LED iluminarán el siglo XXI

La invención del LED azul hizo posible fabricar fuentes de luz blanca eficientes para iluminación mediante dos tipos de tecnologia. Por un lado, excitando fósforo con un LED azul se produce emisión en el rango espectral del verde y el rojo, que combinada con el azul el ojo humano percibe como luz blanca. Por el otro lado, se puede lograr luz blanca combinando LED de colores complementarios (rojo, verde y azul).

En las fuentes de luz tradicionales, la mayor parte de la electricidad se convierte en calor y solo una pequeña cantidad en luz. En las lámparas incandescentes y en las halógenas, la corriente eléctrica se utiliza para calentar un filamento de alambre que adquiere brillo. Estas lámparas tienen una baja eficiencia, del orden de 16lm/W. El lumen (lm) es la unidad que se utiliza para caracterizar el flujo luminoso de una fuente. En las lámparas fluorescentes, que iluminan por una descarga eléctrica en un gas, la eficiencia es del orden de 70lm/W. Con los LED blancos se han logrado eficiencias del orden de los 300lm/W, lo que representa más del 50% de eficiencia de conversión de energía eléctrica en luz. Dado que entre el 20% y 30% de la electricidad consumida en el mundo se utiliza para la iluminación y que estas nuevas fuentes de luz requieren mucho menos

energía que las lámparas y los tubos fluorescentes, su empleo puede dar lugar a un importante ahorro energético y a una reducción drástica del consumo de electricidad.

Los LED son, además, más robustos y duraderos que las fuentes de luz tradicionales, aunque en este aspecto podría intervenir, como en las lámparas y en los tubos fluorescentes, la obsolescencia programada, dependiente de razones exclusivamente económicas. Además, como los LED requieren baja potencia de alimentación, funcionan muy eficientemente con paneles solares y baterías, y carecen de elementos contaminantes como el mercurio de los tubos fluorescentes.

Los LED blancos ya están reemplazando todas las formas tradicionales de iluminación y siendo aprovechados en nuevas aplicaciones, como la retroiluminación de las pantallas de cristal líquido de televisores, monitores, teléfonos móviles y tabletas. Actualmente se están explorando aplicaciones de LED azul y violeta en la purificación del agua, ya que esa radiación afecta el ADN de microorganismos.

Fotónica y el Año Internacional de la Luz

Los LED son un producto más de la fotónica, un campo de conocimientos cuyo impacto, tanto científico-tecnológico como en la vida cotidiana es tan grande que ha cambiado y sigue cambiando muchos aspectos del mundo en que vivimos.

Internet, los sistemas multimedia, la telefonía y las PC actuales no serían posibles sin los láseres y las fibras ópticas, producto de la fotónica. El aumento en la expectativa de vida de las personas y el cuidado de la salud cuentan con nuevos instrumentos para diagnóstico y tratamiento basados en técnicas láser, procesamiento de imágenes, microscopias de muy alta resolución y endoscopios que usan sistemas de iluminación con LED. El control de productos y procesos en la industria emplea cada vez más sensores ópticos, que combinan láseres, LED, fibras y procedimientos automáticos basados en técnicas fotónicas. La fotografía y las técnicas de filmación y video se han revolucionado con las cámaras y filmadoras digitales, que utilizan pantallas de cristal líquido, LED y detección de luz con dispositivos CCD.

Hay más: materiales que podrían producir invisibilidad, celdas fotovoltaicas que podrían permitir que la energía solar proporcionara hasta la mitad de la necesaria en el mundo, impresoras y fotocopiadoras láser, escáneres ópticos, lectores de códigos de barras, hologramas y métodos ópticos de encriptación para seguridad, como los de las tarjetas de crédito y, lamentablemente, el condenable uso para la guerra, ya que la tecnología militar sin la fotónica no podría haber alcanzado la capacidad de destrucción que hoy tiene. La fotónica es un campo en el que la investigación científica y el desarrollo tecnológico están en permanente interacción.

Los premios Nobel de física y química de este año anticipan la celebración del Año Internacional de la Luz, proclamado para 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas como *reconocimiento a la importancia de la luz y las tecnologías basadas en la luz en la vida de los ciudadanos del mundo y para el futuro del desarrollo de nuestras sociedades.*

Gabriel M Bilmes
Doctor en física, UNLP.
Investigador principal en el Centro de Investigaciones Ópticas, Conicet-CIC.
Profesor adjunto, Facultad de Ingeniería, UNLP.
Representante argentino en la International Commission for Optics.
gabrielb@ciop.unlp.edu.ar

QUÍMICA

Mariano L Bossi
Fernando D Stefani
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

El futuro de la microscopia de fluorescencia

La era de los pioneros

A mediados del siglo XVII, a menos de un siglo de que fabricantes holandeses de lentes diseñaran los primeros microscopios, Antonie van Leeuwenhoek (1622-1723), también holandés, se convirtió en el primero en ver bacterias y otros microorganismos. Por esto se lo considera el padre de la microbiología. A pesar de la simplicidad del microscopio que empleó, que consistía en un pequeño marco metálico con unas pocas lentes finamente pulidas a mano, su valioso trabajo como pionero inspiró a otros, incluso a Galileo, quien fabricó su propio microscopio.

Los microscopios no evolucionaron mucho por dos siglos, hasta que Carl Zeiss (1816-1888), un ingeniero y constructor de lentes alemán, les hizo mejoras considerables, sobre todo en la calidad de la óptica y en el proceso de fabricación. En lo primero lo ayudó Otto Schott (1851-1935), uno de los mejores fabricantes de lentes de entonces, y en lo segundo, Ernst Abbe (1840-1905), profesor

Stefan Hell

Eric Betzig

William E Moerner

de física en la Universidad de Jena. Así, a finales del siglo XIX Zeiss, Schott y Abbe iniciaron la microscopia óptica moderna. Muchas de sus innovaciones aún sobreviven, como los objetivos de inmersión.

El poder de resolución de un microscopio

Los microscopios permiten obtener imágenes magnificadas de un objeto y así revelan detalles invisibles a simple vista. Pero existe un límite para el tamaño del menor detalle visible con un microscopio, que se llama *límite de resolución*. Los fundamentos físicos de lo anterior están relacionados con la naturaleza ondulatoria de la luz, según esclareció Abbe. En líneas generales, no se pueden distinguir detalles menores que alrededor de media longitud de onda de la luz utilizada. El límite de resolución se conoce también como la barrera de difracción o barrera de Abbe.

En el siglo XX tuvieron lugar numerosos avances en microscopia óptica, como el microscopio confocal y los láseres, que permitieron mejorar el poder de resolución de los microscopios ópticos, pero siempre por encima de la barrera de Abbe. Tres siglos después de haberse logrado ver por vez primera un microorganismo y una célula, todo indicaba que se seguiría sin poder ver lo que ocurre en su interior, pues su tamaño está por debajo del límite de resolución.

La ruptura de la barrera de difracción

El premio Nobel de química de 2014 fue otorgado en partes iguales a tres científicos que contribuyeron a romper la barrera de difracción mediante las denominadas microscopias de fluorescencia de superresolución o nanoscopias de fluorescencia. Son ellos Stefan Hell, del Instituto de Química Biofísica de la Sociedad Max Planck, en Gotinga; Eric Betzig, del Instituto Médico Howard Hughes, en Ashburn, Virginia, y William E Moerner, de la Universidad de Stanford, en California.

La fluorescencia es un proceso por el cual una molécula absorbe luz y luego la irradia con menor energía, es decir, con diferente color. Mediante moléculas fluorescentes llamadas marcadores fluorescentes, que se adhieren a determinados sitios de una muestra, se logra obtener imágenes de partes específicas de la muestra, como la membrana, el núcleo o el citoesqueleto de una célula. El proceso de fluorescencia posibilita, además, sobrepasar la barrera de difracción mediante un ingenioso recurso: controlar los marcadores fluorescentes e intercambiarlos entre estados moleculares alternativos que emitan y que no emitan luz de fluorescencia. En la práctica, así como el microscopio de van Leeuwenhoek abrió una ventana al mundo de los microorganismos, los nanoscopios de fluorescencia abrieron una ventana al interior de esos microorganismos. Estructuras y procesos en la escala de nanómetros (millonésimas de milímetro), por ejemplo los detalles y cambios estructurales de un poro nuclear, una mitocondria o una sinapsis neuronal, que quedaban fuera del alcance de los microscopios convencionales, se pueden ver ahora mediante nanoscopia de fluorescencia.

Quién es quién

Hell y Betzig trabajaron de manera independiente y cada uno encontró un camino diferente para eludir el límite de Abbe. Moerner contribuyó con un descubrimiento clave para el método de Betzig, mientras Hell fue el primero en idear, en 1994, un procedimiento para romper la barrera de difracción, llamado de supresión por emisión estimulada (*stimulated emission depletion*). En 2000 lo llevó a la práctica y produjo las primeras imágenes de objetos más pequeños que el límite de Abbe. Su idea fue simple y elegante: valerse de dos haces de luz, uno para excitar fluorescencia y otro para suprimirla mediante emisión estimulada. Pudo así suprimir la fluorescencia en toda la muestra menos en una región tan pequeña como decidiera, lo que le permitió superar la barrera de difracción.

Betzig tomó en 1995 un camino alternativo al de Hell para evadir el límite de difracción. Se basó en localizar moléculas fluorescentes individuales, que tienen un tamaño de alrededor de 1-2 nanómetros y a los fines prácticos actúan como una fuente puntual de luz. La imagen de

una molécula individual que se logra ver con un microscopio, restringida por el límite de difracción, no es del tamaño de la molécula sino del tamaño impuesto por tal límite. Sin embargo, el centro de esa imagen, que corresponde a la posición de la molécula, puede determinarse con gran precisión. El recurso ideado por Betzig consiste en apagar todos los marcadores de una muestra, excepto unos pocos, bien separados entre ellos. De este modo, su ubicación puede obtenerse con precisión nanométrica determinando el centro de sus respectivas señales. Si se repite el proceso numerosas veces, siempre intentando dejar prendidos distintos marcadores, se logra reconstruir una imagen de la muestra con resolución nanométrica.

Por su lado, en 1989 Moerner fue el primero en observar la absorción de una sola molécula de un cristal. Muy pronto llegó más allá y logró observar la fluorescencia de una única molécula de proteína fluorescente verde, y en particular demostró que se podía controlar la emisión de una mutante de esa proteína, es decir encenderla y apagarla a voluntad, utilizando dos haces de luz de distinto color. Este último descubrimiento resultó inspirador para quienes estudiaban el movimiento y la agrupación de proteínas dentro de células vivas. Por ejemplo, la investigadora Jennifer Lippincott-Schwartz, de los National Institutes of Health de los Estados Unidos, desarrolló una serie de nuevas variantes de proteína fluorescente verde, una de las cuales, apagada en su estado natural, se vuelve fluorescente por acción de la luz. Betzig advirtió que esa era la molécula ideal para demostrar experimentalmente su forma de quebrar la barrera de difracción, y en un trabajo realizado en 2006 en colaboración con dicha investigadora demostró experimentalmente la técnica ideada por Betzig, llamada microscopia de localización por fotoactivación (*photoactivation localization microscopy* o PALM).

El área común de los tres premiados es el control de los estados moleculares de los compuestos fluorescentes, utilizados como sondas y como interruptores moleculares fotónicos, es decir, usando luz como comando para encender y apagar su emisión luminosa. El camino tomado por Hell es determinístico: los procesos ocurren en el área que se ilumina. Betzig, en cambio, procedió por una vía estocástica: se iluminó toda la muestra y las moléculas fluorescentes se encienden en lugares al azar, los que después se determinan con alta precisión. Los descubrimientos de Moerner, por su lado, han sido importantes para aplicar esas técnicas estocásticas, que serían imposibles sin poder observar moléculas individuales.

Una mirada al futuro

El aporte fundamental de las nanoscopias de fluorescencia es haber encontrado la manera de eludir los efectos de una ley física que la comunidad científica estaba resignada a aceptar. Las consecuencias más importantes ya se advierten, y se espera que su presencia aumente en el futuro, en particular en la biología celular y molecular, y la neurobiología. De hecho, los nanoscopios ya han permitido observar en tiempo real sinapsis de neuronas, modificación de la estructura de espinas dendríticas en el cerebro de un ratón vivo, la formación y reestructuración de complejos biomoleculares nanoscópicos en la membrana celular, la nanoestructura de poros nucleares y la formación de agregados proteicos en las enfermedades de Parkinson y Huntington. Estos son algunos ejemplos de los avances permitidos en la última década por las técnicas de superresolución.

Los Nobel –como cualquier premio– tienen su dimensión de arbitrariedad, y a pesar de su larga tradición y de su prestigio siempre despiertan controversias. Se plantea, por ejemplo, la pregunta de por qué este premio fue en química y no, por ejemplo, en física. La respuesta se dificulta por la cercanía cada vez mayor de la química, la física y la biología, especialmente en las dimensiones moleculares. O se podría argumentar que, a diferencia de anteriores avances en microscopia óptica, no se trató en este caso de una mejora en el diseño del microscopio o en la calidad de las lentes: en el corazón de las microscopias de superresolución encontramos ese juego de encendido y apagado de una sola especie química, la sonda fluorescente, y la manipulación de sus estados de manera precisa y racional.

De cualquier modo, no queda duda de que los métodos de superresolución constituyen el futuro de la microscopia por fluorescencia, por una simple razón: permiten ver más. Nadie quiere un televisor de rayos catódicos luego de tener un LED con alta definición. Si bien todavía hay algunas complicaciones tecnológicas que limitan en cierto modo el uso estándar de estos métodos, es solo una cuestión de tiempo conseguir que se superen.

Mariano L Bossi

Doctor en ciencias químicas, FCEN, UBA.
Investigador independiente del Conicet en el Instituto de Química Física, Medio Ambiente y Energía, UBA-Conicet.
Profesor adjunto, FCEN, UBA.
mariano@qi.fcen.uba.ar

Fernando D Stefani

PhD en ciencias naturales, Universidad de Maguncia.
Investigador independiente en el Centro de Investigaciones en Bionanociencias, Conicet.
Profesor adjunto, FCEN, UBA.
fernando.stefani@df.uba.ar

Preparado por el equipo editorial de CIENCIA HOY

Los mecanismos cerebrales de la orientación espacial

El premio de este año de fisiología o medicina se dividió en dos mitades: la primera para John O'Keefe, nacido en los Estados Unidos y profesor del University College de Londres, y la segunda compartida por igual por los noruegos May-Britt Moser y Edvard Moser, de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, en Trondheim. Premió *sus descubrimientos de las células que constituyen un sistema de posicionamiento espacial en el cerebro*.

Los animales evolucionaron a partir de ancestros que, como las esponjas y los corales, vivían anclados en el fondo del mar. Adquirir movilidad les confirió una obvia ventaja adaptativa, pues les dio la posibilidad de decidir adónde dirigirse, qué lugares evitar y de cuáles huir. Esa capacidad de moverse en el espacio y tomar decisiones en la materia se conoce como *navegación espacial*, y en los distintos grupos de animales la evolución desembocó en diferentes formas de representar el ambiente, establecer su ubicación, poder recordar y reconocer lugares, y decidir en consecuencia.

En los estudios pioneros que realizó a comienzos de la década de 1970, O'Keefe descubrió que los mamíferos poseen un grupo de neuronas capaces de generar mapas mentales del espacio. Se las conoce como *células de lugar* (del inglés *place cells*) y se encuentran en la región cerebral del hipocampo. Están inactivas la mayor parte del tiempo, pero cada una se activa en respuesta a una localización particular. Esa fue la primera evidencia fisiológica concreta de que existía una representación de la configuración espacial del mundo exterior en el cerebro de un animal.

Estos experimentos se realizaron en ratas, a las que se le aplicó electrodos para medir su actividad neuronal mientras caminaban libremente por un área restringida. Al analizar una zona del hipocampo conocida como CA1 se registraron resultados sorprendentes e inesperados ya que la activación de estas neuronas ocurría de una manera distinta de todo lo observado anteriormente. Células individuales se activaban solo cuando la rata estaba en una posición particular del espacio de trabajo.

Mediante un estudio sistemático en el que analizó distintos ambientes y contextos, O'Keefe demostró que las neuronas en cuestión no solo responden a estímulos provenientes de lugares particulares, sino que también crean una compleja representación del ambiente, es decir, construyen mapas mentales de referencia espacial y confieren al animal un sentido de los lugares y del espacio físico. En experimentos posteriores se demostró que las células de lugar tienen funciones de memoria espacial y que su actividad permite al animal recordar distintos ambientes.

Por su lado, los esposos May-Britt y Edvard Moser, que trabajaron un tiempo como jóvenes investigadores en el laboratorio de O'Keefe, estudiaron una región conectada al hipocampo conocida por *corteza entorrinal*, en la que encontraron un sistema de localización más complejo, conocido por *células de retícula* (en inglés *grid cells*). Su nombre deriva del hecho de que están ordenadas en el cerebro en forma de una retícula de triángulos equiláteros, a diferencia de las células de lugar, que no guardan una disposición geométrica, sino que parecen dispuestas al azar. La retícula no crea un mapa del mundo exterior, pues proporciona al animal un sistema interno de coordenadas independiente del ambiente, que le resulta esencial para la navegación espacial.

Los Moser demostraron, por medio del registro de la actividad de las neuronas, que experiencias espaciales similares se almacenan en forma de recuerdos y permiten explicar la manera en que los mamíferos calculamos y recordamos posiciones relativas en el espacio.

Las células de lugar y las de retícula forman una red neuronal interconectada capaz de computar la información espacial y generar mapas mentales de navegación. Los hallazgos de los premiados permitieron entender cómo los circuitos neuronales ejercen funciones cognitivas fundamentales, y cómo se almacena y procesa la memoria espacial. Además, dieron lugar a un cambio de concepción en nuestro entendimiento de los mecanismos por los que distintas poblaciones de neuronas especializadas forman redes y ejecutan funciones cognitivas complejas. Los estudios de navegación espacial, en síntesis, abrieron nuevos caminos para estudiar cómo se computan los procesos cognitivos en el cerebro. CH

John O'Keefe

Edvard Moser

May-Britt Moser

Mariana Koppmann

La higiene en la cocina

La cocina es un excelente lugar de experimentación en muchas áreas de la ciencia. También proporciona la oportunidad de divulgar conceptos científicos, entre ellos los de microbiología y lo relacionado con enfermedades transmitidas por alimentos, muy oportunos hacia fin de año cuando las fiestas llevan a muchos hogares a cocinar para más personas que lo habitual, y doblemente oportunos en el hemisferio sur en que eso sucede en pleno verano. El calor y preparar con antelación mucha comida aumentan la probabilidad de provocar esas enfermedades. Pero si se comprenden los factores que afectan la permanencia y el crecimiento microbiano, se pueden establecer algunas reglas prácticas para evitarlos.

Téngase presente, ante todo, que un alimento inocuo tiene por lo común el mismo color, olor y sabor que uno contaminado. Por esta razón se producen las enfermedades, ya que es imposible percibir la contaminación con los sentidos. La excepción son los alimentos en mal estado, pero esos no se consumen y por tanto no enferman.

Los tipos de contaminación que puede tener la comida se clasifican en físicos (cuando un objeto que se encuentra en el alimento puede romper un diente, lastimar la boca o herir el sistema digestivo), químicos (cuando contiene productos tóxicos naturales o agregados, por ejemplo, entre los segundos, pesticidas o productos de limpieza) y biológicos (cuando contiene microorganismos patógenos en cantidad que supere la admisible). Más allá de que toda contaminación es peligrosa, los riesgos microbiológicos son los más importantes, sobre todo los bacterianos.

Todos los alimentos vegetales que no hayan sido lavados y desinfectados, o los de origen animal que no hayan sido cocinados, pueden contener microorganismos que habitan en el aparato digestivo de los animales, en la tierra o en el agua. Por eso conviene tratarlos como productos contaminados y ocuparse de descontaminarlos antes de comerlos. Una vez descontaminados, hay que cuidar de no volver a contaminarlos con las manos, los utensilios o las tablas usadas en la cocina, así como impedir la multiplicación de los microorganismos no eliminados.

Las bacterias que contaminan los alimentos son principalmente de dos clases: las que pueden eliminarse en número suficiente como para no enfermar a nadie cuan-

¿DE QUÉ SE TRATA?

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

do se los calienta por determinado tiempo y por encima de cierta temperatura, y las que no logran eliminarse con las temperaturas habituales en la cocina, que no pasan los 100°C dentro de los alimentos. Las segundas forman esporas que pueden resistir temperaturas altas, desecación y acidez.

Para vivir y multiplicarse las bacterias necesitan: (i) mucha agua y un medio húmedo, común en la mayoría de los alimentos; (ii) temperaturas cercanas a los 35°C, aunque pueden reproducirse entre 5°C y 55°C, si bien a velocidades que se hacen más lentas cuanto más cerca de los extremos de ese rango se encuentren; (iii) un entorno neutro o poco ácido, también propio de la mayoría de los alimentos, y (iv) alimento.

Es decir, para contener el desarrollo microbiano la mejor herramienta es manejar la temperatura y los tiempos en que los alimentos permanecerán en cada ambiente, ya que las otras características dependen del alimento en sí mismo y no podemos modificarlas.

La eliminación completa de los microorganismos se denomina *esterilización* y se consigue generalmente mediante procedimientos industriales. En la cocina, el objetivo es disminuir la cantidad de microorganismos hasta un número que no enferme, proceso que se llama *pasteurización*. Dependiendo de las legislaciones y del grado de eliminación que se considere seguro en cada país, existen tablas que indican las temperaturas y los tiempos mínimos necesarios para pasteurizar cada tipo de alimento, y sirven de guía para disminuir los microorganismos que no forman esporas, ya que los segundos, por ser más resistentes, sobreviven al procedimiento, pero se puede impedir su proliferación manteniendo la cadena de frío. Las bacterias más importantes que se eliminan con la pasteurización son *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, *Campilobacter sp. y Listeria monocytogenes*. Las bacterias esporuladas más importantes que sobreviven son *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* y *Bacillus cereus*.

Una vez cocinado el alimento, es importante que no vuelva a contaminarse, sea por la reproducción de los microorganismos que sobrevivieron a la cocción o por adquirir nueva contaminación externa. Para lo primero, como los microorganismos necesitan ambientes tibios para multiplicarse, no lo harán si se los mantiene fríos o calientes, es decir, si están fuera del mencionado rango de entre 5°C y 55°C. Por lo tanto, una vez cocinado, si un alimento no se va a comer debe ser enfriado y mantenido en frío. Para que el enfriamiento sea eficiente debe ser rápido, con el propósito de que los microorganismos no

comiencen a reproducirse. Se recomienda bajar la temperatura de 60°C a 20°C en 2 horas, y de 20°C a 4°C en otras 4 horas.

Para evitar que los alimentos se contaminen con nuevos microorganismos es importante mantener ciertas condiciones de higiene. Los microorganismos contaminantes están en el ambiente y sobre las superficies y los utensilios usados para cocinar. Por eso es recomendable no utilizar utensilios y superficies que estuvieron en contacto con alimentos crudos sin antes lavarlos. Para evitar la contaminación con bacterias y hongos del ambiente es importante tener en cuenta que estos caen sobre la comida bajo la la forma de partículas de polvo. Por eso se aconseja tapar los envases y cubrir las preparaciones con film, un plato o una fuente y no dejar los alimentos en lugares con mucho transito o corrientes de aire, para evitar que esos contaminantes les lleguen. Cuanto menos tiempo esté un alimento destapado, menores son las posibilidades de que se contamine.

Dado que alrededor de los 5°C la reproducción de la mayoría de los microorganismos se detiene, si las sobras se guardan a tiempo en la heladera se pueden consumir dentro de las 72 horas, o congelar para que tengan mayor vida útil.

Como consejo práctico para las fiestas, es buena idea enfriar las bebidas fuera de la heladera, con hielo, y así dejar todo el espacio disponible en ella para la comida. Se pueden enfriar rápidamente agregando sal al hielo, lo que hace descender el punto de congelamiento del agua por debajo de los 0°C, un fenómeno llamado *descenso crioscópico*.

También se aconseja preparar los platos fríos con la menor antelación posible y no comenzar las preparaciones más de tres días antes. Si esos platos se deben cocinar, hacerlo de uno a la vez y enfriarlo completamente en la heladera antes de hacer el próximo. Además, no llevar a la mesa toda la comida sino la necesaria para comenzar, y agregar más a medida que se consume. De esta forma la permanencia de cada plato a temperatura ambiente será la menor posible. Terminada la comida, no conservar lo que haya estado más de dos horas a temperatura ambiente.

En cuanto a los platos calientes, si son preelaborados que se recalientan cuando se está por comerlos, mantenerlos en la heladera hasta la hora de recalentarlos, y servirlos al llegar a la temperatura deseada. Solo recalentar lo necesario para una primera ronda y después las eventuales repeticiones. Si se trata de platos que se cocinan en ese momento, mantenerlos en la heladera hasta cocinar y servirlos con poca demora. En todos los casos, estar atento a lo que sobra para ponerlo en la heladera lo antes posible. CH

Mariana Koppmann

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

Milena Annecchiarico
Facultad de Filosofía y Letras, UBA

Afrodescendientes en la Argentina

Enigmas, cegueras y mitos nacionales

En los últimos pocos lustros se advirtió en algunos sectores de la sociedad argentina un renovado interés por el legado africano en la vida social y cultural del país. Investigaciones históricas, antropológicas y de otras disciplinas trataron de establecer el papel cumplido por los africanos esclavizados y sus descendientes en la formación nacional, y reflexionaron sobre la actualidad de identidades y prácticas culturales afroargentinas. Algunas de las preguntas que se hicieron y hacen los investigadores, que nos interesan aquí, son: ¿Por qué se dice que en la Argentina no hay negros? ¿Cuál es el legado histórico, cultural y político de los descendientes de africanos? ¿Quiénes son los afrodescendientes en la actualidad?

Los estudios de la autora sobre el tema tienen un enfoque antropológico y sociocultural, y se refieren a las discusiones actuales sobre identidades, y a los debates políticos y culturales en torno a la presencia africana y afrodescendiente en la Argentina. El propósito de este artículo es, entonces, ofrecer a los lectores una aproximación sobre el estado en la Argentina de lo que la investigadora mexicana Luz María Martínez Montiel, profesora de la UNAM, llamó 'la tercera raíz' de América. Toma en cuenta los estudios anteriores acerca de la cuestión, las las políticas estatales de estos últimos años y el activismo de grupos de afrodescendientes, principalmente en la ciudad de Buenos Aires. Todas estas acciones están encaminadas a revertir la idea *del fracaso y la desesperación de un pueblo que murió sin dejar logros ni realizaciones que lo recuerden*, en palabras de George Reid Andrews, profesor de la Universidad de Pittsburgh y estudioso del tema tanto en la Argentina como en el Uruguay y el Brasil. Según este autor, la desaparición de los afroargentinos constituye *uno de los enigmas más intrigantes de la historia argentina*.

¿DE QUÉ SE TRATA?

El censo nacional de población de 2010 incluyó la categoría 'afrodescendiente', en coincidencia con modernas tendencias mundiales que reconocen la complejidad de las sociedades multiétnicas. Ante las 150.000 personas que se reconocieron en esa categoría según los datos oficiales, ¿es cierto que en la Argentina no hay negros? ¿O solo no se los ve?

Estudios multidisciplinarios

El interés de los investigadores por la presencia africana en la Argentina apareció hace aproximadamente tres décadas, sin perjuicio de algunos aportes realizados en años anteriores, como el brillante y extenso trabajo de Néstor Ortiz Oderigo sobre la influencia africana en la cultura popular rioplatense, particularmente en el tango, el candombe y el idioma. Solo en la década de 1980, y más intensamente en las de 1990 y 2000, se fueron realizando estudios con diferentes enfoques disciplinarios, que delinearon un campo de investigación heterogéneo e institucionalmente fragmentado.

Hoy disponemos de interesantes trabajos historiográficos sobre la esclavitud y la presencia africana en la época colonial en Buenos Aires, Córdoba y Tucumán. También se han realizado estudios arqueológicos, históricos y antropológicos de población afrodescendiente en la Argentina luego de la abolición de la esclavitud, e igualmente investigaciones sobre religiones, festividades, músicas y danzas de origen africano; sobre poblaciones afrodescendientes actuales, tanto comunidades históricas de afroargentinos como inmigrantes recientes del África o de otros países latinoamericanos. A lo anterior se agregan las publicaciones del proyecto La Ruta del Esclavo, iniciado por la Unesco en 1994, al que recientemente se incorporaron la Argentina, el Uruguay y el Paraguay. Por último, hay estudios genéticos que encontraron rastros biológicos africanos en una muestra poblacional de la ciudad de Buenos Aires.

En los últimos veinte años, en prácticamente todos los países latinoamericanos se empezó a reflexionar sobre el hecho de que la población afrodescendiente no era oficialmente considerada (en la literatura especializada esto se expresa con el neologismo de 'invisibilización'). Esas reflexiones y los debates a que condujeron llevaron a cuestionar la desaparición de los afroargentinos y a pensar más bien que su presencia fue negada por una sociedad que se concibe blanca y europea, y que no los ve –o no los quiere ver–.

A la luz de algunas perspectivas teóricas sobre los vínculos entre cultura y poder, así como de los estudios actuales de etnicidad e identidad, podemos entender dicha 'invisibilización' como un resultado histórico de los proyectos hegemónicos de construcción nacional luego de la abolición de la esclavitud, tanto en la Argentina como en el resto del ámbito hispanoamericano.

Estado y organizaciones de afrodescendientes

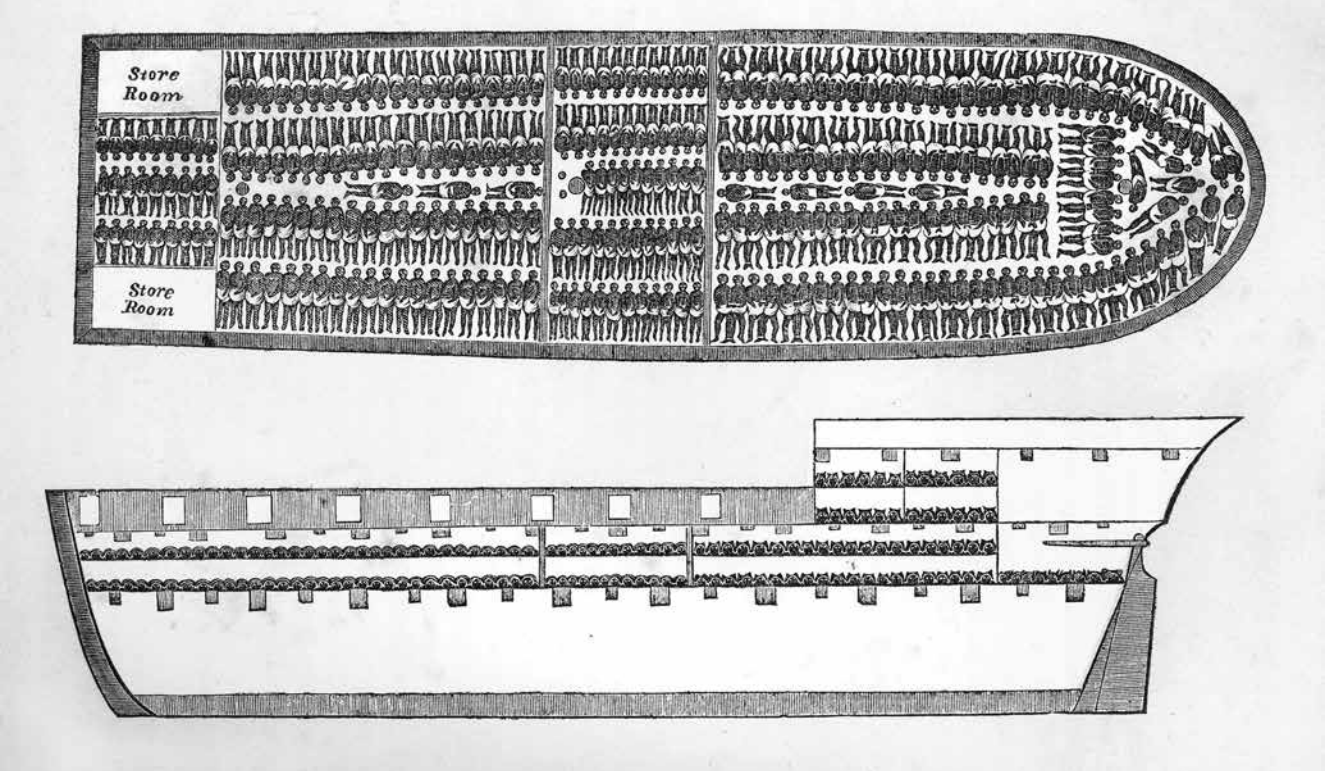
Si el interés de las disciplinas sociales por la población afrodescendiente y su legado cultural data de la década de 1980, el acercamiento a estas cuestiones por parte del Estado Nacional es aún más reciente. En su aparición tuvo un cometido fundamental un nuevo activismo cultural y político de asociaciones de afrodescendientes, que realizaban actividades en los diversos clubes y agrupaciones de esas comunidades que siempre existieron en la Argentina, particularmente en Buenos Aires. Esas asociaciones emprendieron la reivindicación del aporte africano y promovieron debates sobre el racismo y cómo combatirlo. Actuaron tanto en la ciudad y la provincia de Buenos Aires como en Córdoba, Santiago del Estero, Santa Fe y Corrientes, donde la población afrodescendiente fue históricamente significativa y posiblemente aún hoy lo sea.

Luego de 2001, tomando en cuenta el contexto internacional de movilizaciones negras y de ampliación de los derechos civiles con una óptica multiculturalista, organismos estatales como el INADI y, más recientemente, el Ministerio de Cultura, la Secretaría de Derechos Humanos y el INDEC, comenzaron a tomar iniciativas encaminadas al reconocimiento de la presencia actual de afrodescendientes.

Entre las principales medidas institucionales se cuenta la incorporación de la categoría *afrodescendiente* en el censo de población de 2010. La iniciativa reflejó el pensamiento internacional del momento sobre la diáspora africana, expresado principalmente en la Conferencia Mundial contra el Racismo, celebrada en el marco de las Naciones Unidas en Durban en 2001, la que tuvo como antecedente una reunión realizada en Santiago de Chile en 2000.

El mencionado censo usó en esta materia el método de autoadscripción, expresado en la pregunta: ¿Usted o alguna persona de este hogar es afrodescendiente? La definición censal del término *afrodescendiente* incluía ser

La esclavitud, bronce de Francisco Cafferata, 1881, comprado por el municipio porteño en 1905. Actualmente en los jardines de Palermo.



Esquema de un barco esclavista, tomado de WO Blake, 1857, *The History of Slavery and the Slave Trade*, Columbus, Ohio. Se atribuye a Carlos Fuentes la celebrada frase: *Los mexicanos descienden de los aztecas, los argentinos descienden de los barcos*, que no alude, por cierto, a barcos como el que muestra el grabado. Ello contradice la más moderna visión que presenta este artículo, cuya autora también lo es de un cortometraje documental de veinte minutos llamado, precisamente, *Los argentinos también descendemos de esos barcos*, Buenos Aires, 2013, accesible en *https://www.youtube.com/watch?v=4POrdVHfUfc.*

descendiente de los africanos traídos esclavizados, ser africano o descendiente de africano, tener ascendientes negros, ser o considerarse negro o afroargentino, o ser africano en la diáspora.

Según los resultados del censo, en la Argentina 149.493 personas se consideraron afrodescendientes: 76.064 varones y 73.429 mujeres, y en 62.642 hogares por lo menos una persona se declaró afrodescendiente. Otro dato importante es que el 8% de los afrodescendientes censados no nacieron en la Argentina. Quedaron así agrupados afroargentinos de muchas o pocas generaciones, descendientes de africanos esclavizados o de migraciones recientes, africanos y afrolatinoamericanos residentes en el país.

Otra medida tomada en ámbitos oficiales fue la creación en 2012 por la Subsecretaría de Políticas Socioculturales del Ministerio de Cultura de la Nación del Programa Afrodescendientes, que realiza actividades como los carnavales de afrodescendientes en el barrio de San Telmo de Buenos Aires. En 2013, de designó al 8 de noviembre como Día Nacional de los Afroargentinos y las Afroargentinas y la Cultura Afro, elegido en memoria de María Remedios del Valle, que combatió en las guerras de la independencia y fue ascendida a capitana por el general Manuel Belgrano.

El mito o enigma de la desaparición, siglos XIX y XX

Después de la abolición de la esclavitud, concretada progresivamente durante la primera mitad del siglo XIX, los argentinos 'pardos y morenos', hombres y mujeres, formaron parte de todos los ámbitos de la sociedad argentina. Ocuparon lugares subalternos con relación a las familias blancas como sirvientes domésticos, artesanos y vendedores ambulantes; fueron sastres, carpinteros, barberos-dentistas y lavanderas, pero también músicos, compositores y letrados.

Para entender esta historia, hay que considerar la importancia de la mano de obra esclava en las ciudades y en el campo, incluidas las estancias ganaderas y jesuíticas. Los afrodescendientes tuvieron también considerable presencia en el ejército, en las guerras de independencia, las guerras civiles y la guerra del Paraguay. Hacia finales del siglo XIX fueron personajes de la política local, músicos, compositores, escritores y periodistas; participaron en la gestación de lo que hoy entendemos por cultura popular, en el tango, la murga y el folclore. Pero no se libraron del estigma de ser descendientes de africanos esclavizados ni de serles asignada una posición subalterna en la sociedad.

Monumento conmemorativo erigido en el punto de embarque de africanos esclavizados en Ouidah, Benin.

Antonio Ruiz, el 'negro Falucho', supuesto héroe del ejército de los Andes que habría terminado fusilado en Lima. Obra de Lucio Correa Morales, 1923. Estuvo en Florida y Charcas y ahora se emplazó en la avenida Luis María Campos frente a los cuarteles.

La idea de la desaparición de los afroargentinos se afirmó rápidamente luego de 1880, en coincidencia con la inmigración de ultramar y con el avance del Estado sobre los territorios tradicionalmente ocupados por los pueblos indígenas. Esas transformaciones sociales, guiadas por una concepción positivista del progreso y de la civilización, desembocaron en la difundida imagen de una Argentina blanca y europea.

Así, el relato de una cultura nacional basada en el mito del crisol de razas enfatizaba al mismo tiempo los argumentos sobre la desaparición de los afrodescendientes y de sus aportes culturales, que todavía hoy están vigentes en el sistema educativo y repiten los medios y buena parte de la opinión común. La antropóloga argentina Rita Laura Segato, que se desempeña en la Universidad de Brasilia, argumentó que se construye *un mito nacional 'ciego' para el color*, en el que todas las diferencias y especificidades se funden en una elite mestiza y blanqueada.

Los censos de población del siglo XIX, analizados por el citado Andrews, retratan la progresiva declinación de los afroargentinos de Buenos Aires, los que pasaron de ser el 30% de los porteños en 1810 al 1,8% en 1887. Durante la presidencia de Domingo F Sarmiento (1866-1872) sucedieron los dos hechos que la historiografía tradicional considera las causas más importantes de su desaparición: la guerra del Paraguay (1865-1870) y la epidemia de fiebre amarilla (1871). En adición operaron las guerras civiles, otras epidemias, bajas tasas de natalidad, y altas de mor-

talidad y el mestizaje. Según ese relato, los afroargentinos se habrían desvanecido en menos de cincuenta años con posterioridad a la abolición de la esclavitud.

Un dato interesante, señalado por Andrews, es el deslizamiento de la población afrodescendiente a lo largo de las categorías censales: pasaron de negros a pardos, morenos, trigueños y blancos. Luego de 1887, y por todo el siglo XX, se eliminó la variable entonces llamada *racial* de las estadísticas de población, lo cual afirmó definitivamente, en el ámbito oficial y para la opinión común, la inexistencia de la población afroargentina. Lo mismo sucedió en otros países latinoamericanos, en los que la eliminación de la población de origen africano como variable estadística reflejó la misma preocupación de las elites blancas por hacer desaparecer a la población 'de color' luego de la abolición de la esclavitud.

En el imaginario común, la población afroargentina quedó así fijada en el pasado, relegada como un dato pintoresco a un lugar marginal en la cultura popular y folclórica, pero excluida como actor social del presente. El médico y ensayista José Ingenieros (1877-1925) aseguraba que el 'problema de los negros' carecía de importancia en algunas regiones sudamericanas, pues las 'razas' africanas se habían extinguido y los sobrevivientes solo eran 'objetos de curiosidad'.

Alicia Martín, en el documento de la Comisión para la Preservación del Patrimonio Histórico-Cultural de la ciudad de Buenos Aires incluido entre las lecturas sugeridas, escribió: *La creencia en una Argentina blanca y europea conforma un verdadero mito de origen de nuestra nacionalidad y opera por lo tanto en la actualidad, tanto en las grandes instituciones como en las pequeñas elecciones de la vida cotidiana*.

De acuerdo con el discurso de supremacía racial de la Europa de entonces, importado a los países americanos, cuando se hablaba de razas para referirse a la diversidad humana, se partía de la premisa, propia del darwinismo

¿CUÁNTOS AFRICANOS ESCLAVIZADOS HUBO?

A ciencia cierta, no se sabe. Llegaron temprano al Plata, pues los primeros fueron traídos por los descubridores y conquistadores. A partir de la segunda fundación de Buenos Aires en 1580, su ingreso tuvo lugar de manera regular. Durante el siglo XVII y la mayor parte del XVIII eran importados por comerciantes o empresas que habían recibido una concesión real para hacerlo, requisito que desapareció en 1792, cuando la Corona estableció la libertad del tráfico de africanos en el recién creado virreinato del Río de la Plata. De todos modos, antes de esa fecha, además del comercio legal había un activo contrabando, lo que torna muy poco significativas las cifras documentadas que cita la literatura histórica sobre el número de esclavizados entrados, como la de 45.000 individuos llegados en forma forzada entre 1740 y 1810.

De los que arribaron a Buenos Aires en forma legal o ilegal en los dos siglos comentados –que incluían individuos originarios de la India y otros orígenes, junto con una mayoría de africanos–, solo una parte quedó en la ciudad; el grueso fue enviado por los mismos comerciantes que los habían traído u otros, en muchos casos portugueses, a lugares como Córdoba, Tucumán, Chile, Paraguay y, sobre todo, el Alto Perú.

Alguna idea de la cantidad de africanos en la población puede obtenerse de los censos. El realizado en 1778 en todos los dominios de Carlos III estableció que los negros (traídos a América o nacidos aquí), mulatos, pardos y zambos eran el 53% de la población del Tucumán (unos 45.000 sobre 85.000 habitantes), 54% de la de Santiago de Estero, 52% de la de Catamarca, 46% de la de Salta y 24% de las de Mendoza y Buenos Aires. Se ha registrado que entre 1742 a 1806 llegaron legalmente al Río de la Plata unos 26.000 negros (más los de contrabando); en esos años la mayoría quedó en el área de Buenos Aires y Montevideo. En 1744 el 16% de la población porteña era negra; en 1778 lo era el 24% y en 1807, el 30%. Testimonios de viajeros tienden a coincidir en que, hacia 1810, un quinto de la población de Buenos Aires era blanca; el resto incluía a negros, mestizos y mulatos en cualquier grado de mezcla.

La corriente de esclavizados introducidos por Buenos Aires y encaminada al Alto Perú, que hasta avanzado el siglo XVIII incluyó a la mayoría de ellos, pasaba por Córdoba, Tucumán y Salta, donde se vendían algunos así como mercaderías, generalmente de contrabando. Desde Córdoba, un grupo se dirigía a Mendoza y Chile, para seguir por la costa del Pacífico hacia Lima. También se llevaban esclavizados desembarcados en el Brasil al Alto Perú por Asunción –adonde también llegaban desde Buenos Aires remontando el Paraná–, o desde Colonia por Santa Fe. Había asimismo un recorrido del Plata a Potosí que eludía Córdoba para evitar una aduana establecida allí.

Otro dato interesante es que hacia finales del siglo XVIII proporciones cada vez más significativas de la población negra estaban formadas por individuos que habían recibido o comprado su libertad. Esas proporciones, sin embargo, variaban mucho según el lugar: en Tucumán se encontraba la mayor cantidad de africanos libres (cuatro por cada esclavizado), Córdoba ocupaba una posición intermedia (dos por cada esclavizado), mientras en Buenos Aires la situación era la inversa (ocho esclavizados por cada negro libre).

También son ilustrativas algunas cifras publicadas por varios autores sobre los africanos que lucharon en las guerras del siglo XIX. Se ha estimado que unos 2500 *libertos argentinos* de entre catorce y cincuenta y cinco años cruzaron la cordillera hacia Chile en 1817, en el ejército de los Andes, del que habrían compuesto las dos terceras partes de la infantería, arma para la que se los consideraba más aptos. Una parte fue reclutada en Buenos Aires; los más lo fueron en las provincias. Solo escasos 150 de ellos habrían regresado.

Redactado por Ciencia Hoy

Se ha utilizado sistemáticamente en este recuadro, lo mismo que en el resto de la nota, el término *esclavizado* en lugar de *esclavo*, para indicar una característica impuesta a la persona y no propia de ella.

Capilla de los Negros, Chascomús. Data de 1861 y fue levantada en la calle Lamadrid esquina Venezuela, a una cuadra de la laguna, por una *hermandad de morenos instituida en este pueblo con el título de Bayombé de Invenza* [para] *cuarto de las ánimas y demás objetos indispensables a nuestros regocijos festivos*. Con el tiempo incorporó imágenes del culto católico, como vírgenes, pero nunca fue reconocida por la jerarquía eclesiástica. Sigue en pie y en uso.

social, de que los blancos se impondrían a causa de ser superiores, es decir por sus aptitudes, entre otras, para el progreso, la industria, la técnica y el pensamiento racional. Hoy categorías del habla popular como *negro*, *morocho*, *cabecita negra* y similares, que se utilizan especialmente en Buenos Aires, remiten a esa idea de supremacía blanca. Estos términos no hacen referencia explícita a la afrodescendencia de los sujetos sino, sobre todo, a grupos o clases sociales.

Conclusiones

Hoy el término *afrodescendiente*, 'políticamente correcto', no hace referencia explícita a los rasgos físicos de una persona –en lenguaje de la biología, su fenotipo–, ni a su lugar de nacimiento, ni a su ciudadanía o contexto social, sino que expresa una elección de identidad. Es parte de la lucha contra la discriminación racial y, como lo indicó Federico Pita, presidente de la Diáspora Africana de la Argentina, es un término político que llama también a asumir el pasado de opresión y esclavitud en las Américas y a combatir sus consecuencias actuales, que atraviesan a toda la sociedad argentina y latinoamericana.

Podríamos decir que se empieza a vislumbrar otra geografía humana argentina, en la que las diferencias no son más consideradas un estigma sino una posibilidad y una riqueza. Contrariamente a la idea de una población blanca y culturalmente homogénea, como también sucede en otros lugares del mundo –incluso en la misma Europa–, se comienza a reconocer la realidad de una población mestiza y heterogénea, con múltiples ascendencias, expectativas, necesidades y deseos. Si miramos las prácticas culturales pasadas y presentes, las expresiones musicales populares como el tango, el candombe, el folclore, los carnavales y las murgas; si recorremos calles y sitios de nuestras ciudades y pueblos, encontraremos huellas de africanía que nos hablan de la presencia histórica y actual de los afroargentinos, por ejemplo, la Capilla de los Negros de Chascomús. CH

Milena Annecchiarico

Magíster en antropología cultural,
Universidad de Turín.
Becaria doctoral del Conicet en la FFYL, UBA.
milargenta@gmail.com

LECTURAS SUGERIDAS

ANDREWS GR, 1980, *The Afro-Argentines of Buenos Aires, 1800-1900*, University of Wisconsin Press, Madison. Traducción al castellano: *Los afroargentinos de Buenos Aires*, Ediciones de la Flor, Buenos Aires, 1989.

AVENA SA *et al.*, 2006, 'Mezcla genética en una muestra poblacional de la ciudad de Buenos Aires', *Revista de Medicina*, 66: 113-118.

LECHINI G (ed.), 2008, Los estudios afroamericanos y africanos en *América Latina. Herencia, presencia y visiones del otro*, CLACSO, Buenos Aires.

MARONESE L (ed.), 2006, 'Buenos Aires negra. Identidad y cultura', *Temas de Patrimonio Cultural,* 16, Comisión para la Preservación del Patrimonio Histórico Cultural de la ciudad de Buenos Aires. En *http://estatico.buenosaires.gov.ar/areas/cultura/cpphc/archivos/ libros/temas_16.pdf.*

PICOTTI D (ed.), 2001, *El negro en la Argentina. Presencia y negación*, Editores de América Latina, Buenos Aires.

PINEAU M (ed.), 2011, *La ruta del esclavo en el Río de la Plata. Aportes para el diálogo intercultural*, Unesco-Eduntref, Buenos Aires.

SEGATO RL, 2007, *La nación y sus otros: raza, etnicidad y diversidad religiosa en tiempos de políticas de la identidad*, Prometeo, Buenos Aires.

Fernando Pitossi
Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Buenos Aires,
Fundación Instituto Leloir - Conicet

Esperanzas, desafíos y realidades de la medicina regenerativa

La medicina regenerativa es una especialidad de investigación y terapéutica en pleno desarrollo. Se focaliza en la reparación o el reemplazo de células, tejidos u órganos para restaurar funciones alteradas por cualquier causa. La mayoría de los enfoques terapéuticos de esta nueva área médica se basa en la utilización de células madre.

Las células madre

Las células madre (*stem cells*) tienen dos características particulares: pueden replicarse, es decir producir otras iguales a sí mismas, y pueden convertirse en células especializadas. Este segundo proceso, de especialización celular, se llama *diferenciación*. Por su capacidad de generar células especializadas, como neuronas o células del músculo cardíaco, las células madre son intensamente estudiadas, pues podrían servir de sustrato de trasplantes destinados a reemplazar células enfermas o reparar un órgano. Ciertas líneas de investigación buscan cómo inducir a células madre del propio organismo a regenerar un órgano dañado o disfuncional, un procedimiento que elimina la posibilidad de rechazo.

Existen varios tipos de células madre, entre ellas las embrionarias, las reprogramadas y las adultas. Las *células madre embrionarias* se generan en el proceso de desarrollo de un embrión y tienen la capacidad de diferenciarse para formar todos los tejidos del organismo: por eso se llaman *células pluripotentes*. Sin embargo, entre las limitaciones que estas células presentan se encuentran su potencial falta de histocompatibilidad con el paciente y dilemas éticos por su origen. Este dilema ético surge porque las células se generan de una estructura (*blastocisto*) derivada del óvulo fecundado, y en algunas creencias como la católica el óvulo fecundado tiene estatus de persona.

En estudios que datan de 2006, el investigador japonés Shinya Yamanaka, premio Nobel de medicina en 2012, descubrió que células maduras de un organismo pueden ser convertidas en células pluripotentes. Las células madre así originadas se llaman *células madre pluripotentes inducidas* o *células madre reprogramadas*. Esa reprogramación se realiza transfiriendo a células adultas, por ejemplo a células de la sangre, cuatro genes llamados Oct3/4, Klf-4,

¿DE QUÉ SE TRATA?

La potencialidad de las células madre para su uso en la clínica y los esfuerzos por desarrollar tratamientos seguros y eficaces a partir de investigación rigurosa.

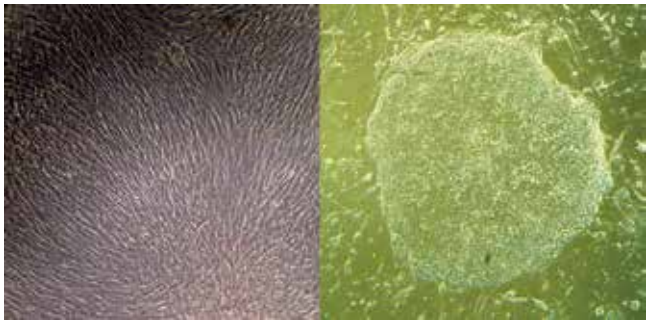
c-Myc y Sox-2, que les confieren la capacidad pluripotente y les permiten dar origen a cualquier tipo celular. Las células madre así inducidas pueden ser cultivadas en el laboratorio por largos períodos, durante los que conservan las características de pluripotencialidad, como si fueran células madres embrionarias, pues como estas pueden diferenciarse en células adultas de cualquier linaje. Las células madre inducidas o reprogramadas también pueden convertirse en *células progenitoras*, que tienen funciones más específicas que las células madre pero no han alcanzado una especialización definitiva.

Entre las ventajas de las células madre pluripotentes inducidas o reprogramadas por comparación con las células madre embrionarias se cuentan que su empleo no se ve sujeto a limitaciones de origen ético y que sus células de origen (las mencionadas células sanguíneas u otras) son de fácil obtención.

Se llama *células madre adultas* a las que se encuentran en determinados tejidos de los organismos adultos y pueden regenerar a la población celular de esos tejidos. Existen muchos tipos de células madre adultas, por ejemplo, las que renuevan la población de glóbulos rojos y blancos en la sangre (llamadas *hematopoyéticas*), las que proveen al cerebro de nuevas neuronas, las que reemplazan a las de la piel que mueren continuamente, etcétera. Su utilización para terapias celulares tiene la ventaja de que pueden aplicarse al mismo paciente del que se las extrajo, y evitar así la posibilidad de rechazo por incompatibilidad.

Patologías	Nº de trasplantes
Leucemia linfoblástica aguda (ALL)	108
Leucemia mieoloblástica aguda (AML)	72
Leucemia mieloide crónica (CML)	37
Sindrome mielodisplásico (MD)	46
Anemia aplásica severa (SAA)	31
Inmunodeficiencias	20
Linfomas	14
Anemia de Fanconi (FA)	13
Mucopolisacaridosis (MPS)	6
Sindrome hemofogocito	8
Leucemia aguda bifenotípica (ABL)	3
Mieloma múltiple (MM)	2
Talasemia beta mayor (BTHAL)	2
Otras	62
Total	**424**

Patologías tratadas con trasplantes de progenitores hematopoyéticos adultos y número de pacientes trasplantados en la Argentina entre 2004 y 2013. Fuente: Memoria del Registro Nacional de Donantes de Células Progenitoras Hematopoyéticas. *http://www.incucai.gov.ar/files/docs-incucai/Materiales/informes-estadisticos/13-memoria_CPH_2003-2012.pdf*



Izquierda: fibroblastos derivados de una biopsia de piel: Derecha: células madre humanas reprogramadas obtenidas de los fibroblastos de la izquierda. Imagen Juan Cruz Casabona y Mariana Casalía.

Las células madre embrionarias y las adultas cumplen funciones vitales que permiten la vida humana. Las primeras son el origen de todas las células del cuerpo; las segundas, permiten el funcionamiento de sistemas complejos como el sanguíneo. Los neutrófilos, por ejemplo, que son un tipo glóbulo blanco, poseen en el cuerpo humano una tasa de recambio del orden de un millón de células por segundo.

La indiscutible importancia de las células madre adultas en el mantenimiento de la salud lleva a interrogarse sobre hasta dónde llega la posibilidad de trasladar ese potencial renovador y regenerativo a la medicina.

Terapias establecidas y experimentales

Actualmente existe solo un tipo de intervención terapéutica establecida consensuada a nivel internacional que utiliza algún tipo de célula madre o progenitor, y es el trasplante de progenitores hematopoyéticos adultos para el tratamiento de enfermedades de la sangre. Esta terapéutica se aplica a pacientes cuya dolencia puede ser tratada a partir de la función de estas células, que es la de generar tipos celulares de la sangre. Las indicaciones médicas más frecuentes para este tratamiento se enumeran en la tabla junto con el número de trasplantes de células progenitoras hematopoyéticas provenientes de donantes no emparentados registrados por el Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI). Esta es una terapia que se practica desde hace más de cuarenta años (lo que la define como *terapia establecida*), y está reconocida tanto por la comunidad médica y las entidades regulatorias como por las obras sociales y entidades de medicina prepaga.

Cualquier otro tratamiento basado en el uso de células madre o progenitoras no tiene un carácter establecido sino experimental, es decir, es uno cuyos riesgos y eficacia terapéutica no se conocen. Por lo tanto, se realiza con

el formato de ensayo clínico y requiere la aprobación de un protocolo de investigación por parte del organismo nacional de control, el visto bueno de un comité de ética, el consentimiento informado del paciente dado por escrito y su administración en forma gratuita para este. En la Argentina, dicho organismo de control de ensayos clínicos con células es el INCUCAI.

Actualmente se realizan en el mundo numerosos ensayos clínicos que recurren a células madre para tratar un gran número de dolencias. En ellos, en diferentes fases, se investiga en pacientes si el tratamiento es seguro y efectivo, como para que pueda pasar a la categoría de tratamiento establecido como es el trasplante de progenitores hematopoyéticos para algunas enfermedades de la sangre. La situación presente, entonces, es que si bien la potencialidad terapéutica de las células madre solo ha producido un tratamiento establecido, se realiza hoy un gran esfuerzo internacional, mediante ensayos clínicos controlados, para trasladar más ampliamente ese potencial a la medicina.

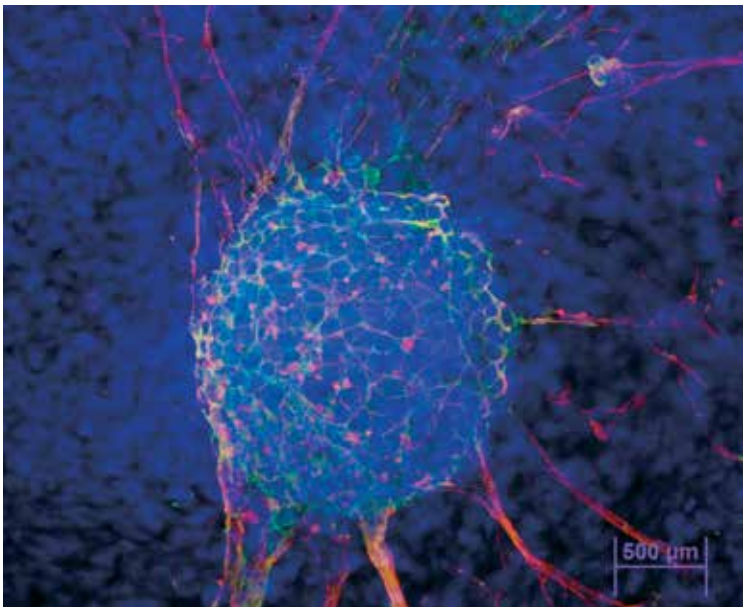
Tratamientos no autorizados

En paralelo con lo anterior, en todo el mundo hoy también se ofrecen en el mercado, a título oneroso, numerosos tratamientos experimentales con células madre. Promueven curas o mejoras de la salud, pero carecen del sustento clínico y ético que proporciona el mencionado marco legal y regulatorio. Son, en realidad, ofertas ilegales que aprovechan varios factores. Uno es cierta percepción errónea de que las células madre simplemente pueden curar todo. El hecho de que las células madre embrionarias sean pluripotentes no significa que sean, por decirlo de alguna manera, pluricurativas. Aun no existen tratamientos establecidos utilizando estas células. Por otra parte, las células madre embrionarias se utilizarían en futuros tratamientos solo como fuente para la obtención de células especializadas, pero no para ser trasplantadas directamente. Esas células, diferenciadas en el laboratorio, son las que serían trasplantadas, pero no las células madre embrionarias ya que estas últimas generan tumores al inyectarse en un organismo y por sí mismas no proveen ninguna función al órgano trasplantado. Lamentablemente, hay casos reportados de tratamientos ilegales de trasplante de células madre con graves consecuencias para el paciente. Por ejemplo, un paciente con una enfermedad neurológica (ataxia telangiectasia) que fue trasplantado con células madre fetales en su sistema nervioso y desarrolló como consecuencia dos tumores cerebrales.

Asimismo, las células madre adultas (que poseen su potencialidad más restringida aún) tampoco son vehículo de tratamiento para cualquier dolencia. Solo se aplican a ciertas enfermedades de la sangre. Utilizarlas para otras dolencias y/o en otras regiones del cuerpo sin el encuadre del ensayo clínico y sin bases científicas previas que lo avalen es riesgoso. Por ejemplo, se ha reportado el caso de un paciente con una enfermedad renal (lupus nefrítico) que fue inoculado con sus propios progenitores hematopoyéticos adultos pero en el riñón, lejos de su nicho fisiológico, lo cual le provocó lesiones graves en dicho órgano.

Otro de los factores que contribuye a la propagación de estas ofertas es que estos tratamientos ilegales son ofrecidos a pacientes o familias que se hallan en un estado de alta vulnerabilidad por la enfermedad que padecen. Por lo tanto, las familias y sus familiares son fácilmente convencidos de estas ofertas que no solo pueden afectar su patrimonio y crear desesperanza por no obtener los resultados que se prometen, sino que puede dañar aún más la salud de la persona que se somete a estas intervenciones. Es sin duda natural y loable querer ayudar por cualquier medio disponible a un ser querido o ser solidario con la persona que sufre una enfermedad incurable. Lo lamentable es que existan clínicas que lucren con ese sufrimiento y vulnerabilidad prometiendo resultados terapéuticos que no son esperables. Por ello, debemos recordar que solo existe un tipo de tratamiento establecido utilizando células madre y que los restantes son experimentales, y por lo tanto dichas intervenciones deben estar autorizadas por el INCUCAI y ser gratuitas para el paciente.

Ante cualquier duda, se recomienda siempre acudir a la autoridad regulatoria, el INCUCAI, el que garantiza que se ha realizado el mejor esfuerzo para disminuir los riesgos e incrementar la posibilidad de éxito terapéutico del ensayo clínico que se propone al paciente. Asimismo, existe una comisión asesora en Terapias Celulares y



Células madre reprogramadas humanas en proceso de diferenciación. Color azul: núcleos celulares; colores verde y rojo: marcadores de ectodermo. Imagen Verónica Cavaliere Candedo.

Medicina Regenerativa del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, cuya página web (*www.celulasmadre.mincyt.gov.ar*) proporciona información clara sobre el tema y brinda un e-mail de contacto para consultas (*cacm@mincyt.gov.ar*).

La investigación en la Argentina

El mencionado ministerio del gobierno nacional, en su plan Argentina Innovadora 2020, incluyó la medicina regenerativa entre los siete núcleos socioproductivos estratégicos del sector salud (*http://www.argentinainnovadora2020.mincyt.gob.ar/?page_id=312*). Ello condujo a que los grupos de investigación que trabajan en células madre hayan pasado de 17 en 2008 a 45 en 2013. Asimismo, se ha conformado un consorcio de investigación en células madre (*www.cicema.org.ar*) que reúne a instituciones como la Fundación Instituto Leloir (en la que se desempeña el autor), la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, el Hospital de Pediatria Juan P Garrahan, la Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia (FLENI), Bio Sidus SA, la Universidad Favaloro, Inis Biotech, la Fundación Pérez Companc, Therafarma SA, la Universidad Austral y Veinfar ICSA.

El objetivo central del consorcio es coordinar la investigación de tratamientos con células madre. Está estudiando en modelos animales su eficiencia en patologías cardiovasculares, del sistema nervioso y cáncer. No realiza ensayos clínicos y solo emprende proyectos de investigación básica o preclínica.

En el mismo espíritu, fue creado un programa de cooperación binacional en terapia celular con el Brasil, mientras que dicho ministerio financió una plataforma de servicios tecnológicos para facilitar la reprogramación y la diferenciación celular. La opera una asociación sin fines de lucro que actúa en forma ajustada a los estándares nacionales e internacionales de calidad, y está a disposición de grupos de investigación, de la industria farmacéutica y de la actividad médica (ver *www.placema.org.ar*).

En el ámbito clínico, se realizan en el país cuatro ensayos aprobados por el INCUCAI. Uno estudia en pacientes los efectos de células madre adultas sanguíneas (o precursores hematopoyéticos) sobre los accidentes cerebrovasculares; es liderado por FLENI y forma parte de una colaboración con el Brasil bajo el mencionado programa de cooperación binacional. Otro, realizado en el laboratorio farmacéutico Craveri, estudia la posibilidad de que células de cartílago de un paciente sirvan para tratar lesiones en el cartílago de la rodilla del mismo paciente. El tercer ensayo es liderado por el Ministerio de Salud de la provincia de Buenos Aires y el Hospital de Quemados de la Capital Federal, y está orientado a personas que sufrieron quemaduras; procura reparar la piel mediante la acción de unas células madre adultas llamadas *mesenquimales*. El último proyecto estudia el uso de las células madre de sangre del cordón umbilical y de la placenta para tratar una patología asociada con complicaciones en el parto; se realiza en los hospitales Sardá y Garrahan. Los cuatro ensayos clínicos se hallan en sus primeras fases de estudio.

A modo de conclusión

El potencial biológico de las células madre es muy alto. Su aplicación en tratamientos novedosos y útiles para los pacientes está comenzando su fase de investigación clínica. El camino que esos tratamientos aún deben recorrer para ser aprobados es lento y lleno de obstáculos, pero es el único posible. Es cierto que para los pacientes y sus familias los tiempos de maduración de una nueva terapia son, la mayoría de las veces, demasiado extensos. Pero también es cierto que los tratamientos milagrosos con células madre no existen, y que los que no recorren ese camino exponen a los enfermos a riesgos desconocidos. En otras palabras, la potencialidad de las células madre aún no ha desembocado en los tratamientos novedosos que se anticipan. Esperemos que el esfuerzo mancomunado de todos quienes trabajan en el campo de la medicina regenerativa permita trasladar el enorme potencial de esas células a tratamientos seguros y eficaces. CH

LECTURAS SUGERIDAS

GREENWOOD HL *et al.*, 2006, 'Regenerative medicine and the developing world', *PLoS Medicine*, 3, 381.

MASON C & DUNNILL P, 2008, 'A brief definition of regenerative medicine', *Regenerative Medicine*, 3, 1: 1-5 y *doi10.2217/17460751.3.1.1*.

TAKAHASHI K *et al.*, 2007, 'Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors', *Cell*, 131, 861.

THIRABANJASAK D, TANTIWONGSE K & THORNER PS, 2010, 'Angiomyeloproliferative lesions following autologous stem cell therapy', *Journal of the American Society of Nephrology*, 21, 1218.

Fernando Pitossi

Doctor en ciencias biológicas, Universidad de Friburgo, Alemania. Investigador principal del Conicet. Jefe del laboratorio de terapias regenerativas y protectoras del sistema nervioso, Fundación Instituto Leloir-Conicet.

Alberto Penas Steinhardt
Instituto de Estudios de la Inmunidad Humoral
Profesor Ricardo A Margni, UBA-Conicet

Fiorella S Belforte
Instituto de Investigación en Biomedicina de
Buenos Aires, Conicet

Obesidad
Una perspectiva evolutiva

Uno de los principales interrogantes contemporáneos de interés mundial es entender el origen de la obesidad. Si bien las comunidades científicas y sanitarias de todo el mundo discuten arduamente la cuestión, aún no arribaron a una única respuesta. Hay consenso, sin embargo, en que este desequilibrio metabólico es de interés tanto para la salud pública como para la economía. En las últimas décadas, la prevalencia de la obesidad y de la diabetes tipo 2 se ha incrementado en todas partes. La Federación Internacional de Diabetes reconoce que no solo seguirán aumentando en el mundo, sino también que el ritmo de su incremento se está acelerando. Estamos ante una verdadera pandemia, que afecta a miles de millones de personas y tiene devastadoras consecuencias socioeconómicas en los países industrializados, donde, a pesar de los intensos esfuerzos realizados, los resultados para reducir su incidencia no han sido los esperados.

El resultado de la adaptación

Dado que las conductas individuales difícilmente puedan influir en las estadísticas, hay acuerdo en que la obesidad es el resultado de las interacciones entre la información genética del organismo, conocida como su *genotipo*, y el ambiente, incluidos en este los patrones culturales de conducta. Para algunos autores los patrones conductuales constituyen la clave del fenómeno. Así, Marcelo Rubinstein, en el artículo publicado en esta revista indicado como lectura sugerida, afirmó: *A pesar de que existen factores genéticos determinantes de las variaciones de peso en la población, la fuerza motriz generadora de la pandemia de obesidad es de origen cultural*. Sin embargo, es lógico suponer que también opera cierta predisposición al desarrollo de la obesidad, la cual estaría vinculada con nuestro pasado evolutivo, si bien existe un amplio debate sobre

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Por qué hay en el mundo una epidemia de obesidad? ¿Tiene causas genéticas? En caso de que así sea, ¿cómo operan? ¿Por qué hay grupos humanos con mayor incidencia de obesidad que otros que tienen similar estilo de vida?

la naturaleza precisa de los procesos que contribuyeron a generarla.

Una de las primeras hipótesis formuladas para explicar las raíces genéticas de este fenómeno colectivo fue postulada a principios de la década de 1960 por el genetista estadounidense James Neel (1915-2000). Su teoría se conoce hoy como la hipótesis del 'genotipo ahorrador' (*thrifty genotype*), y sugiere que la obesidad es una herencia de nuestros antepasados en quienes la evolución privilegió a los genes que favorecen el almacenamiento de energía (se dice que esos genes fueron objeto de *selección positiva*).

El genotipo ahorrador habría sido beneficioso para las poblaciones de cazadores-recolectores, ya que les habría permitido ganar peso rápidamente en tiempos de abundancia y estar mejor adaptados para sobrevivir en tiempos de escasez de alimentos. Esta hipótesis se basa en la idea, ampliamente generalizada en la literatura sobre la evolución humana, de que las sociedades de cazadores-recolectores sufrieron hambrunas más frecuentes que sociedades con otros modos de subsistencia, por ejemplo, de agricultores, y debieron adaptarse a períodos de escasez de alimentos. Esa capacidad genética de adaptación a la falta periódica de alimentos habría favorecido la actual epidemia de obesidad en poblaciones en que dicha escasez alimentaria no está más presente.

Sin embargo, existen escasos estudios que respalden la afirmación de que los cazadores-recolectores hayan padecido más hambre que otras sociedades. Sorprendentemente, una investigación reciente sugiere que en realidad habrían sufrido sustancialmente menos hambre, si se considera igual calidad de hábitat como punto de partida de un análisis comparativo. Este hallazgo desafía algunas de las suposiciones subyacentes a las explicaciones sobre la relación entre dieta y evolución humana, y en particular cuestiona la hipótesis del genotipo ahorrador.

Genotipo ahorrador versus liberación de la predación

Una visión alternativa, llamada *hipótesis de la liberación de la predación*, sostiene que la prevalencia del genotipo ahorrador no sería resultado de la selección positiva de genes relacionados con almacenamiento de energía, sino que resultaría de haberse librado nuestra especie de la presión causada por vivir bajo constante amenaza de predadores naturales. Dadas las fluctuaciones al azar (o *a la deriva*) operantes sobre nuestro genotipo aun en ausencia de presión de selección, que resultan en la llamada deriva génica (*genetic drift*), esta teoría es conocida como la del *drifty genotype* (genotipo derivador), en contraposición a la del *thrifty genotype* o genotipo ahorrador.

La teoría del genotipo derivador fue formulada en 2007 por el biólogo británico John Speakman, de la Universidad de Aberdeen, quien argumentó que en los albores de la humanidad, hace unos dos millones de años, *Homo habilis* y *Homo erectus* (ancestros de los humanos modernos) adquirieron la capacidad de utilizar el fuego, de producir herramientas y armas de piedra, y de agruparse en estructuras sociales organizadas. De esta manera, por primera vez en la historia evolutiva de los animales, una especie tuvo la posibilidad de controlar y hasta eliminar la amenaza de la predación.

Los genotipos que tienen mayor éxito en evadir predadores son los que confieren velocidad, agilidad, resistencia, capacidad atlética y delgadez. En los tiempos en que la incipiente humanidad estaba sujeta a dicha amenaza de predación, esta clase de genotipos habrían prevalecido y hasta eclipsado a aquellos vinculados al almacenamiento de energía. Pero, desaparecida dicha amenaza, tales genes dejaron de ser indispensables para la supervivencia y el éxito reproductivo de los seres humanos. En ausencia de la presión de selección debida a la depredación, los genes que promueven el almacenamiento de energía no resultaron eclipsados o eliminados por la selección natural: simplemente trascendieron a la deriva y facilitaron la pandemia de la obesidad en las sociedades modernas.

Aunque tanto la hipótesis del genotipo ahorrador como la de la liberación de la predación tienen considerable mérito, y tal vez den cuenta de una predisposición genética a la obesidad en parte de la especie humana, no explican de manera decisiva la pandemia contemporánea en los países industrializados. Esto se debe entre otras razones a que la predisposición genética a la obesidad no es igual en los distintos grupos étnicos, cuyos antepasados a su vez experimentaron diferentes presiones ambientales de selección.

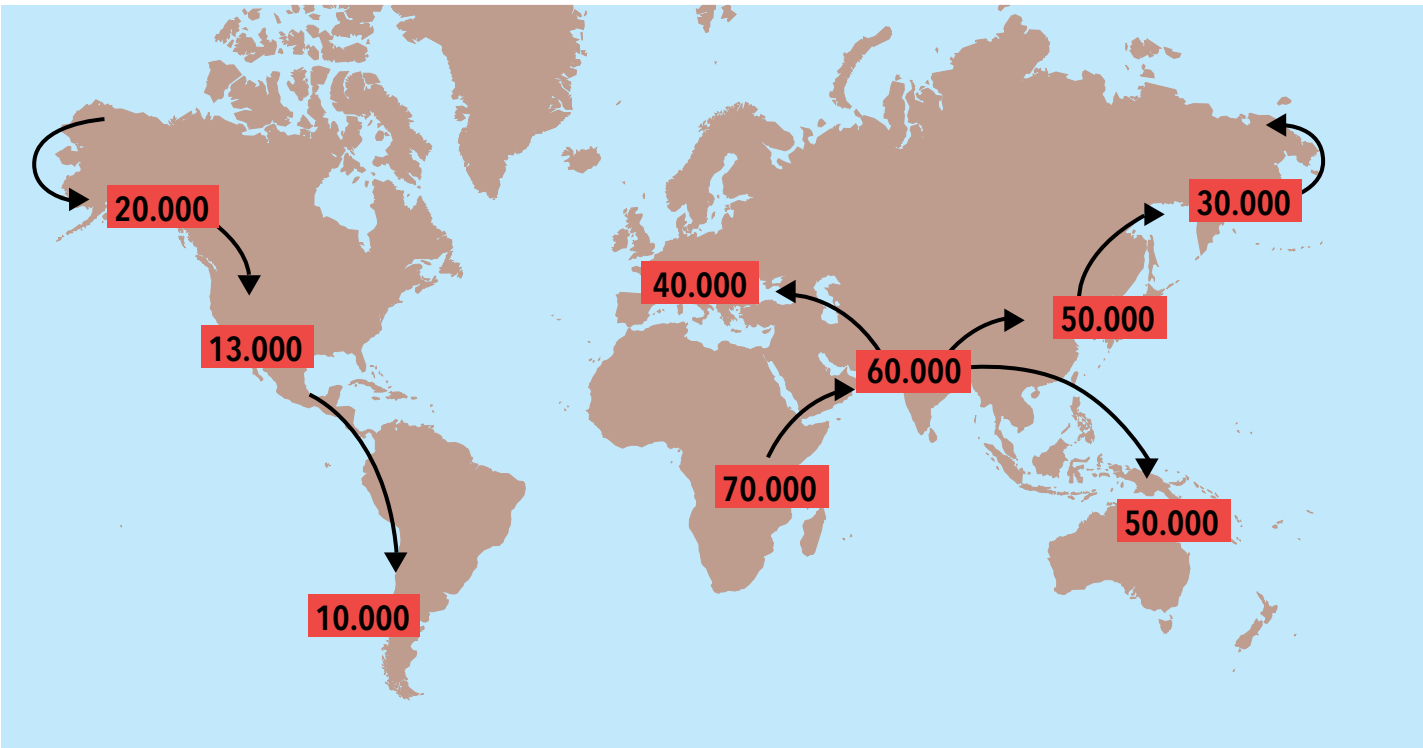
Se puede concluir, entonces, que ambas hipótesis no serían reflejo fiel de los acontecimientos asociados con la evolución humana, pues las dos suponen que todos los individuos de la especie habrían sido sometidos a las mismas circunstancias a lo largo de su historia evolutiva. Este supuesto no considera el efecto de selección de las diferentes y específicas condiciones geográficas por las que transitaron los humanos modernos a partir del momento en que salieron del África hace unos 70.000 años.

Genética y entorno

En esos 70 milenios, los humanos modernos se diseminaron por todo el globo: poblaron Asia, Oceanía, Europa y América, donde habitaron en una amplia gama de entornos y climas. Estudios a gran escala han revelado considerable cantidad de cambios o variantes genéticas acaecidas como resultado de la selección natural que atravesaron las variadas poblaciones humanas contemporáneas en los últimos 10.000 a 15.000 años. Dichos antecedentes sugerirían que la exposición de diversas poblaciones a factores ambientales diferenciales podría vincularse con variantes genéticas que confieren distintos grados de susceptibilidad a la obesidad. Algunos ejemplos son los cambios que confieren resistencia a la malaria en poblaciones que viven en áreas geográficas definidas, o que favorecen la digestión de la lactosa, o que modifican la pigmentación de la piel, y hasta influyen en la susceptibilidad a la infección por VIH.

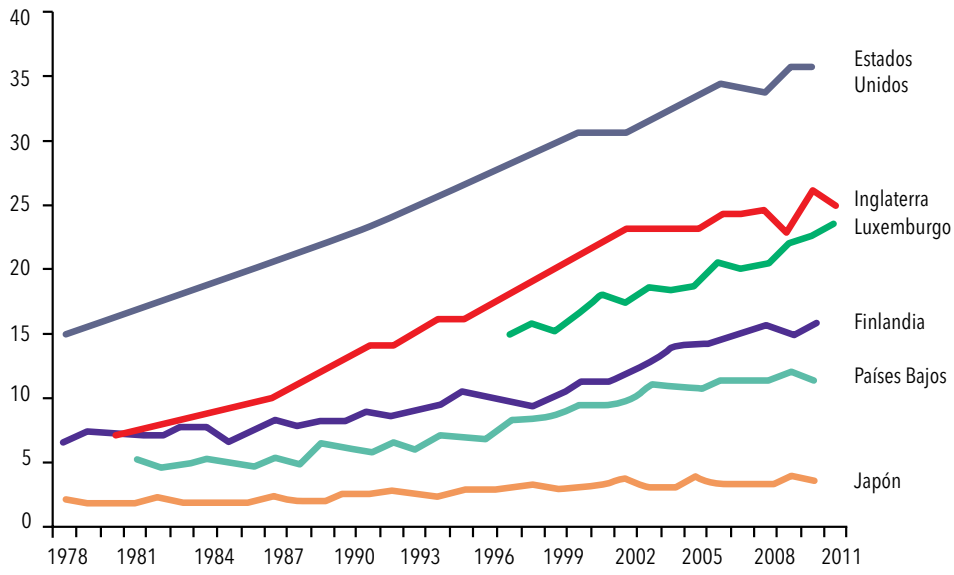
Un grupo de científicos postuló recientemente que la capacidad de regular la temperatura corporal en climas de frío o calor extremos confiere una potente ventaja para la supervivencia. En este sentido, los genes responsables de la termorregulación serían de mayor importancia que los genes ahorrativos, ya que permitirían a un individuo sobrevivir para llegar a la edad reproductiva. Se cree que una de las principales fuerzas impulsoras de la diseminación mundial de los mamíferos, hace 65 millones de años, fue la capacidad de producir calor mediante proteínas específicas presentes en el tejido adiposo marrón, también conocido como grasa parda. Se piensa que dicha capacidad contribuyó a que los mamíferos placentarios habitaran todos los rincones del globo.

En el momento del nacimiento, los bebés humanos poseen abundantes cantidades de grasa parda, la cual representa el 1,4% de su peso corporal total y desempeña un papel crítico en la regulación térmica de lactantes y niños pequeños, al punto de que fallas en el desarrollo de este tejido se han relacionado con mortandad en prematuros. El tejido adiposo pardo es capaz de generar calor gracias a un proceso conocido como termogénesis, mediante un mecanismo que desacopla la oxidación de los ácidos grasos de la producción de adenosina trifosfato (ATP). De este modo, la energía producida por la mitocondria se libera en forma de calor en lugar de ser utilizada para generar ATP, un proceso mediante el cual el organismo consume los triglicéridos almacenados descomponiéndolos en sus

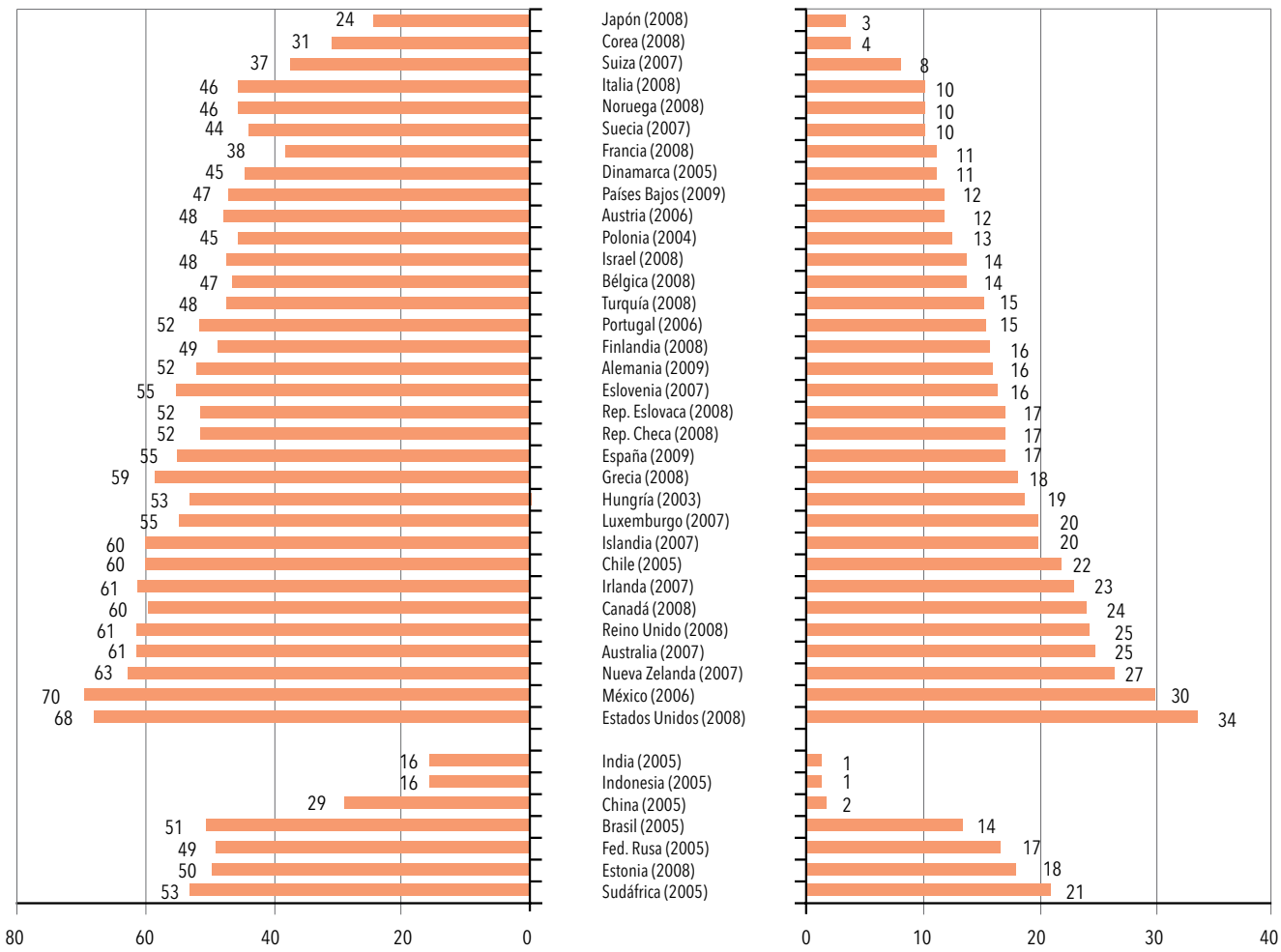


Mapa de la migración de la especie humana fuera de África 70.000 años atrás. Las fechas indican los momentos aproximados de arribo de las principales corrientes de población.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, sobrepeso y obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede deteriorar la salud. Para adultos, el *índice de masa corporal* (IMC) es un indicador sencillo, aunque impreciso, de ambos trastornos. Se lo calcula dividiendo el peso en kilogramos del individuo por el cuadrado de su altura en metros. Un IMC igual o mayor que 25 indica sobrepeso; igual o mayor que 30, obesidad.



Evolución del porcentaje de obesos (IMC ≥ 30, medido en el eje vertical) en la población adulta de países seleccionados. Datos de la OCDE



Porcentaje de individuos con sobrepeso (barras de la izquierda, IMC ≥ 25) y de obesos (barras de la derecha, IMC ≥ 30) en la población adulta de países seleccionados. Datos de la OCDE

mrd00dman / Flickr.com

constituyentes, glicerol y ácidos grasos libres. Por tanto, un aumento de la expresión de genes vinculados al metabolismo del tejido adiposo marrón conferiría una ventaja adaptativa a climas fríos.

Esto sugeriría que la selección de ciertas variantes genéticas que aumenten la expresión de genes vinculados con la termogénesis podría explicar que los asiáticos del este y un gran número de caucásicos sean poco propensos a la obesidad e incluso al sobrepeso. Por el contrario, variantes que dificultan el sobrecalentamiento, la insolación y la deshidratación han resultado seleccionadas en los antepasados de los pobladores de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, como África, India, el sudeste de Asia y gran parte de América Central, donde existe mayor tendencia al sobrepeso y la obesidad.

Hace unos 60.000 años, un grupo de humanos en los que la evolución fue seleccionando variaciones genéticas de adaptación al frío habrían llegado al Asia central. En dicho proceso ese grupo habría adquirido capacidad de incrementar sus tasas metabólicas de reposo y, por tanto, resistencia a la obesidad. Por su parte, otro grupo de inmigrantes se dirigió al noroeste europeo, también se adaptó al frío y desplazó allí a los neandertales afincados en la región. Un tercer grupo emigró al sur, hacia Australia por el sudeste de Asia, y mantuvo caracteres de adaptación al calor. Sus descendientes, los aborígenes australianos modernos, muestran hoy bajas tasas metabólicas en reposo y una mayor propensión a la obesidad y a la diabetes tipo 2.

Asimismo, un grupo de asiáticos nororientales cruzó el estrecho de Bering unos 20.000 años atrás y entró en Alaska. Algunos de sus descendientes aún habitan en el Ártico canadiense y son muy resistentes al frío, con excepcionalmente altas tasas de metabolismo en reposo. Otros mongoloides migraron hacia el sur por la costa del Pacífico de América del Norte y llegaron a México, donde se encontraron con climas más cálidos. Ese cambio de hábitat generó una presión de selección que impulsó adaptaciones al calor, las que pueden notarse en grupos como los pima, que viven en el sudoeste de los Estados Unidos y en áreas vecinas de México, y padecen una de las tasas más elevadas de obesidad y de enfermedades cardiovasculares en el mundo. Sus primos evolutivos, el pueblo yagán de Tierra del Fuego, cuyos antepasados formaron parte de esa corriente y continuaron migrando hacia el extremo sur de América, se caracterizan en cambio por altas tasas de metabolismo en reposo y mayores niveles de grasa parda, lo que evidencia un proceso de reversión en su trayectoria evolutiva.

Más allá de nuestra especie

Los antepasados de los humanos modernos (*Homo sapiens*) y de los neandertales (*Homo neanderthalensis*) se separaron de una población ancestral común hace entre 800.000 y 400.000 años. El hombre de Neandertal es una especie extinguida del mismo género que nosotros, que habitó en Europa y en partes del Asia occidental desde hace unos 230.000 años hasta hace unos 30.000. Era una especie bien adaptada al frío extremo propio

de la cuarta y última glaciación. Durante mucho tiempo se supuso que la migración más exitosa de los humanos modernos fuera de África se remonta a hace unos 70.000 años, según lo deducido de registros arqueológicos y genéticos. Sin embargo, actualmente se cree que hubo oleadas hace más de 100.000 años, que poblaron Oceanía y algunas regiones de América, aunque los que llegaron a América se habrían extinguido y no serían ancestros de poblaciones actuales. Los humanos modernos se extendieron velozmente a todos los continentes y coexistieron con neandertales en Europa y Asia central durante miles de años.

Existe evidencia de que fragmentos del genoma neandertal persisten en seres humanos contemporáneos, lo que demuestra que hubo cruzamientos entre ambas especies. Los estudios comparativos del genoma nuclear de restos de ambas especies indican, en efecto, que poblaciones humanas actuales asentadas fuera del África subsahariana contienen regiones genómicas muy similares a las del neandertal. En cada individuo, esas regiones representan entre 1 y 4% del total del genoma. Resulta llamativo que, si bien esta frecuencia es aproximadamente constante en todas las poblaciones que hoy viven fuera de África, la proporción de genoma neandertal se triplica en las poblaciones de ascendencia europea en los genes relacionados con el catabolismo de los lípidos. Podría decirse, entonces, que las variantes genéticas que evolucionaron en los neandertales habrían dado una ventaja selectiva a los seres humanos modernos que se asentaron en las mismas áreas geográficas.

Evolución: tiempo y selección

En síntesis, la información albergada en nuestros genes fue seleccionada a lo largo de la evolución por la interacción de factores genéticos, ambientales y culturales, de los que resultó la respuesta adaptativa de los seres humanos a su entorno. Las condiciones de vida de la humanidad han cambiado abruptamente en los últimos tiempos, en especial en los últimos cincuenta años. Esos cambios, profundos y drásticos, son únicos en la historia de la vida, ya que la evolución genética supone tiempos mucho más largos que los cambios culturales. Esto implica que las poblaciones actuales son portadoras de un genoma seleccionado en condiciones muy distintas de las presentes, presentando un desafío para nuestra especie. El primer paso para enfrentarlo es entender la complejidad del problema, del cual la obesidad solo constituye la punta del iceberg. ¿Podemos intervenir en estos procesos? ¿Cuánto tiempo es necesario para que se aprecien los resultados de la evolución? ¿Existe acaso un punto final del proceso evolutivo o simplemente se trata de un continuo dinamismo? ¿Será la obesidad un resultado de ese dinamismo o se trata de un factor más sujeto a selección? Si bien no hay una única respuesta a estos interrogantes, abren el debate de la obesidad en términos de un proceso, en lugar de un suceso. Lo hacen en el marco conceptual de la evolución, la que proporciona la base del entendimiento necesario para resolver uno de los principales problemas sanitarios que preocupan hoy a la humanidad. CH

LECTURAS SUGERIDAS

BERBESQUE JC *et al.*, 2014, 'Hunter-gatherers have less famine than agriculturalists', *Biology Letters*, 10, 1:20130853.

EKATERINA E *et al.*, 2014, 'Neanderthal ancestry drives evolution of lipid catabolism in contemporary Europeans', *Nature Communications*, 5:3584.

NEEL JV, 1962, 'Diabetes mellitus: A thrifty genotype rendered detrimental by progress?', *Bull World Health Organ*, 1999, 77: 694-703.

RUBINSTEIN M, 2014, 'Tiempo de desborde', Ciencia Hoy, 139: 44-52, junio-julio.

SELLAYAH D, CAGAMPANG FR & COX RD, 2014, 'On the evolutionary origins of obesity: A new hypothesis', *Endocrinology*, 155, 5: 1573-1588.

SPEAKMAN JR, 2008, 'Thrifty genes for obesity, an attractive but flawed idea, and an alternative perspective: the drifty gene hypothesis', *International Journal of Obesity*, 32: 1611-1617.

Alberto Penas Steinhardt

Doctor en genética, FFYB, UBA.
Profesional asistente del Conicet.
Auxiliar docente, FFYB, UBA.
pufetin@gmail.com

Fiorella Belforte

Doctora en genética y biología molecular, FFYB, UBA.
Becaria posdoctoral del Conicet.
Auxiliar docente, FFYB, UBA.
fiorellabelforte@gmail.com

Enrique H Bucher
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba
Rosana M Aramburú
Facultad de Ciencias Naturales y Museo,
Universidad Nacional de La Plata

La cotorra como especie invasora: el caso de las pampas

Cada especie de ave silvestre tiene un área de distribución natural, una característica que presentan todos los seres vivos y es el resultado de la evolución biológica. Algunas aves tienen éxito en establecerse en nuevas áreas, más allá de su territorio original; otras fracasan. Las razones por las que esto sucede no han sido totalmente elucidadas, a pesar de que el número de especies que se instalan fuera de sus ámbitos nativos, llamadas especies exóticas o invasoras, continúa creciendo en todo el mundo. Se ha comprobado que no es posible predecir si determinada especie de ave tendrá éxito en afincarse en un lugar sobre la base de las características generales de ese lugar, y que tampoco puede predecirse el éxito invasor de una especie por el de sus parientes más cercanos. En otras palabras, todavía se necesita investigar mucho más cada especie antes de poder llegar a generalizaciones.

Un caso particular y muy interesante de especie invasora exitosa es la cotorra o catita (*Myiopsitta monachus*), conocida en muchos países como cotorra argentina, aun-

Cotorra o catita (*Myiopsitta monachus*).

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Cómo se explica que la cotorra (*Myiopsitta monachus*), que vivía en la Argentina principalmente en zonas boscosas y semiáridas, haya invadido espontáneamente el pastizal pampeano y aparecido también en pueblos y hasta en grandes ciudades?

David Berkowitz. Wikimedia Commons

que también se distribuye por Uruguay, Bolivia, Paraguay y Brasil. Se trata de una especie muy común y conocida, ya que puede convertirse en mascota apegada a quienes la albergan y es capaz de imitar palabras. También es renombrada por otra característica no tan positiva, que se da con intensidad variable y no aparece en toda su área de distribución: tiene fama de ocasionar perjuicios en cultivos y en líneas de transmisión eléctrica, por lo que en ciertos lugares se la considera una plaga.

La cotorra es la única especie de loro que construye sus nidos con pequeñas ramas, ya que todas las restantes especies de la familia nidifican en huecos de árboles o en galerías cavadas en barrancos. Construye nidos comunales, en los que varias parejas adosan sus cámaras individuales. Usualmente esos nidos tienen entre dos y cuatro, aunque los hay que alcanzan dimensiones enormes, con cientos de cámaras.

Como consecuencia del enorme impulso que tuvo el comercio internacional de mascotas silvestres en la década de 1990, la cotorra acabó asilvestrada en buena parte del mundo. Miles de ejemplares fueron exportados desde la Argentina y el Uruguay, particularmente a los Estados Unidos y Europa. Muchas de esas aves terminaron escapando de sus jaulas (o fueron liberadas por sus dueños, hartos de sus potentes gritos), y lograron adaptarse a vivir en libertad, sobre todo en ciudades. En la actualidad se pueden ver cotorras en Madrid, Barcelona, Nueva York, Miami y Los Ángeles, para citar algunos ejemplos.

Una muestra poco conocida de la capacidad invasora de la cotorra es su expansión en la región de los pastizales pampeanos, iniciada después de 1880, cuando los colonos europeos ocuparon los territorios tomados a los pueblos nativos de las pampas al finalizar la Campaña del Desierto. En poco más de un siglo (1900-2010), la cotorra ocupó una enorme superficie, equivalente a la de Alemania. Esta expansión fue coincidente con varios cambios ambientales, particularmente la conversión de las praderas naturales en tierras de cultivo, cambios que tuvieron efectos significativos sobre la biodiversidad original.

Los registros históricos disponibles, que incluyen datos de cronistas españoles del siglo XVIII y de viajeros ingleses del siglo XIX, los viajes de científicos argentinos, encuestas y relevamientos de campo, lo mismo que datos de agencias de gobierno encargadas del control de plagas, permiten una reconstrucción bastante precisa del proceso de expansión de la cotorra y los cambios de uso de la tierra asociados.

La región pampeana, el espinal y los talares

A la llegada de los españoles al Río de La Plata, la extensa llanura de pastos conocida como la *ecorregión pampeana* cubría una gran extensión de la Argentina, el Uruguay y sur del Brasil. En el primero de esos países incluía las actuales provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, el sur de Santa Fe y el este de La Pampa. Originalmente la cotorra no vivía en las extensas áreas libres de árboles de esos de pastizales, las cuales estaban rodeadas por el norte, el oeste y el sur por ambientes con vegetación de sabana boscosa semiárida llamados *ecorregión del espinal*, y por el este por bosques de talas de las costas de la provincia de Buenos Aires. En esos dos ecosistemas circundantes de los pastizales vivía la cotorra y desde ellos se dispersó a la ecorregión pampeana cuando las circunstancias le fueron favorables.

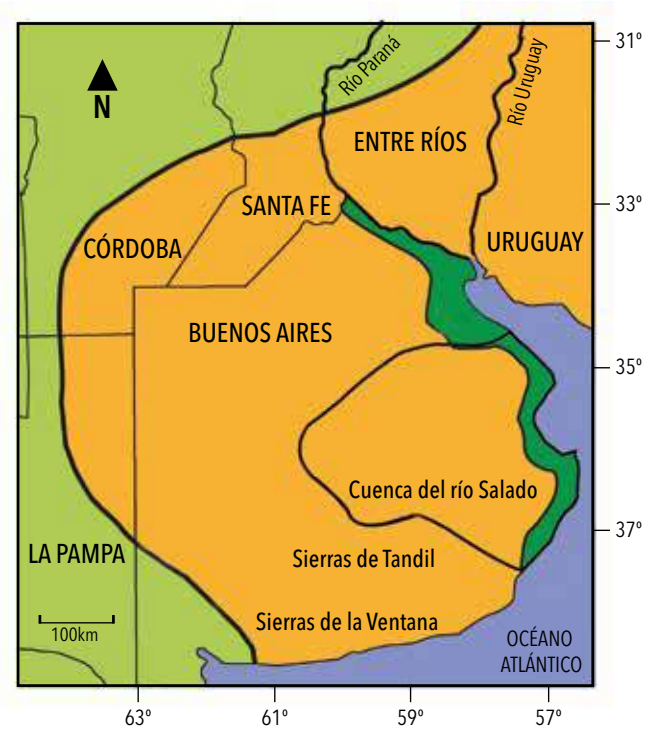
Una pareja de cotorras y un nido de esa especie en un árbol nativo de su área natural de dispersión fuera de la llanura pampeana.

Cambios en el uso de la tierra

Con la llegada de los europeos se produjeron grandes alteraciones en el uso de la tierra, las que tuvieron fuerte influencia sobre la avifauna en general, y sobre la cotorra en particular. Ellas incluyeron modificaciones de la estructura del pastizal, invasión de malezas –particularmente cardos–, la introducción del eucalipto, la expansión de la agricultura y el gran desarrollo de la red ferroviaria que cubrió rápidamente toda la región.

El pastoreo por ganado vacuno y ovino cambió la estructura de los pastizales, que pasaron del predominio de pastos altos al de pastos cortos, más de tipo del césped. El pasto corto es muy adecuado para la alimentación de la cotorra, ya que le proporciona semillas de gramíneas y de herbáceas, que recoge posándose en el suelo. Además, le permite acceder a la abundante cantidad de semillas presentes en el excremento del ganado vacuno.

Además, la expansión de la ganadería favoreció la invasión de las pampas por dos especies de cardos nativos de Europa: el cardo de castilla (*Cynara cardunculus*) y el cardo mariano o blanco (*Silybum marianum*), cuyas semillas son muy apetecidas por las cotorras. Durante el siglo XIX los cardos se expandieron rápidamente por toda el área bajo pastoreo al norte del río Salado. Se formaron enormes cardales, con altísima densidad de plantas, que subsistieron hasta finales del siglo, cuando comenzaron a ser controlados por la labranza de los suelos. Sin embargo, durante casi todo el siglo XX los cardos continuaron siendo malezas muy comunes en campos cultivados, lo mismo que junto a carreteras y vías férreas, lo cual siguió ofreciendo una fuente muy significativa de alimento para las cotorras.



La ecorregión pampeana (ocre). Está rodeada por una sabana boscosa semiárida que llamamos *ecorregión del espinal* y que constituye principal el hábitat natural de las cotorras (verde claro), que también pueblan sectores boscosos en las zonas pampeanas de Entre Ríos, Uruguay y Brasil. Sobre la costa atlántica y del estuario del Plata de la provincia de Buenos Aires se extiende otro ecosistema en que ellas también habitan naturalmente: el bosque costero de talas (verde oscuro).

Distribución de los nidos de cotorra en tres localidades de la región pampeana, en porcentajes. Adviértase el predominio del eucalipto como soporte elegido por las aves.

	San Cristóbal, Santa Fe	Gral. Madariaga, Buenos Aires	Gral. Villegas, Buenos Aires
Eucalipto (*Eucalyptus* spp.)	75	70	89
Araucaria (*Araucaria angustifolia*)		14	2
Pino (*Pinus* spp.) y casuarina (*Casuarina* sp.)		10	
Tala (*Celtis ehrenberghiana*)		4	
Algarrobo (*Prosopis alba*)	9		
Palmeras (varias especies)			4
Otros árboles	7	2	
Estructuras artificiales	9		5
Total	**100**	**100**	**100**

Varias especies de eucalipto fueron introducidas en la Argentina en 1857. Desde 1870 en adelante, esos árboles se hicieron muy populares entre los colonos europeos, para sombra y protección de las viviendas rurales y más tarde como especie ornamental en los poblados establecidos a lo largo de las vías férreas. Las cotorras no tardaron en adoptarlos.

Ese importante cambio de conducta de las aves fue muy bien descripto por Ernest Gibson, naturalista y dueño de una estancia en el Tuyú, cerca del cabo San Antonio, en la costa bonaerense. Relató que a su arribo a la región en 1872, la cotorra anidaba exclusivamente en los talas del bosque costero. En ese momento solo había tres eucaliptos de un año de edad en los jardines de su estancia, los primeros que se plantaron en la región. El eucalipto tuvo buena adaptación y rápido crecimiento, por lo que desde 1880 en adelante plantó cientos en la propiedad. Hacia 1900 muchos de esos árboles habían alcanzado 30 metros de altura, y las cotorras habían comenzado a anidar en ellos. Con el tiempo, abandonaron completamente los bosques de tala. Su preferencia por el eucalipto se expandió rápidamente por toda la región y en la actualidad se mantiene, como lo muestran los porcentajes consignados en el cuadro, basado en datos recientes.

La construcción de la red ferroviaria pampeana comenzó alrededor de 1860. Hacia 1900 tenía 16.500km y para 1920 había alcanzado los 33.800. Los caseríos y pequeños pueblos que emergieron a lo largo de las vías actuaron como oasis para las cotorras, pues les proveyeron un hábitat adecuado de cría y de alimentación. También ayudaron a la diseminación de las aves los postes telegráficos del ferrocarril, que les proporcionaron nuevas plataformas de anidación.

Por último, desde el principio del siglo XX, los pastizales nativos fueron convertidos en tierras de cultivo a un ritmo rápido. Para 1914 la mayor parte de la pampa había sido arada, excepto la cuenca del río Salado y el borde occidental semiárido de transición hacia el espinal.

Nidos de cotorra en eucaliptos, árboles nativos de Australia plantados con enorme éxito en la llanura pampeana durante la segunda mitad del siglo XIX y adoptados por las cotorras para construir sus nidos.

Área ocupada por la cotorra y su expansión

Desde la fecha más antigua para la que se tienen datos confiables (1860) hasta aproximadamente fines del siglo XIX, la información disponible indica que, además de ocupar el espinal, la cotorra estaba presente en la región pampeana oriental, es decir, la provincia argentina de Entre Ríos y las áreas de pampa del Uruguay y el sur del Brasil. También estaba presente en los bosques en galería del río Paraná hasta el de la Plata, y más al sur, en el bosque de talas a lo largo de la costa atlántica bonaerense hasta cerca de Mar del Plata. Esos talares se extendían en forma casi continua sobre la costa marina, y se alejaban de ella hasta entre 40 y 100km, en pequeños parches encontrados en su mayoría a lo largo del río Salado. Por contraste, el ave no se encontraba en las sierras de Tandil ni de la Ventana. Las evidencias que apoyan lo dicho provienen de los viajeros y colonos británicos de la época, y de un informe realizado por científicos de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba en 1879.

Como lo muestran los mapas, la cotorra comenzó a expandirse por las pampas a principios del siglo XX, cuando adquirió el hábito de anidar masivamente en eucaliptos. Este cambio fue probablemente favorecido por

Nidos de cotorra en postes telegráficos del ferrocarril, que facilitaron la dispersión del ave en áreas de pastizales sin árboles.

la transición gradual o *ecotono* que se ubica entre los talares costeros y los pastizales pampeanos inundables en la cuenca del Salado, donde existen parches de bosque nativo mezclados con plantaciones de eucaliptos.

La expansión se originó en tres puntos no vinculados entre ellos del mencionado ecotono: uno en el sudeste del pastizal pampeano, y dos sitios ubicados en el sudoeste y el noreste de la región, como se aprecia en el mapa correspondiente a 1960. En los siguientes veinte años el foco del sudeste se expandió rápidamente por la cuenca del Salado; los otros dos focos avanzaron más lentamente. El del noreste tuvo una moderada extensión hacia el sur, mientras que el del sudoeste se mantuvo casi inalterado. En ese período se observó un aumento moderado del área cultivada de la región.

Entre 1980 y 1990 tuvo lugar una expansión sustancial del foco sudeste, más allá de la cuenca del Salado, y una extensión de los otros focos iniciales, con lo que se produjo la fusión de las tres zonas ocupadas. Al mismo tiempo tuvo lugar un marcado crecimiento del área sembrada y, como consecuencia, de la disponibilidad de granos cultivados. Estos se convirtieron en el ítem dominante de la dieta de las cotorras, particularmente granos de maíz, girasol y más tarde sorgo, junto con semillas de las malezas asociadas con esos cultivos. Las frutas de árboles plantados en torno a viviendas rurales aisladas o en pequeños pueblos también resultaron alimentos importantes para las aves, especialmente los duraznos.

Para el año 2000 solo quedaba una porción relativamente pequeña de pastizales pampeanos libre de cotorras, la que había sido colonizada por estas para 2010, al ritmo de sucesivos aumentos de la agricultura y de un incremento sostenido de las lluvias en la región.

Así, como surge de la sucesión de mapas, la cotorra ocupó casi 330.000km^2 en unos 110 años. La tasa de expansión anual (distancia máxima observada entre los límites del área ocupada entre cada período) osciló entre 2,1 y 7,6km por año, con los valores más altos en el período 1980-2000, como se consigna en el cuadro siguiente.

Área progresivamente ocupada por cotorras en la ecorregión pampeana

Período	Área (km^2)	Proporción de la región pampeana (%)	Incrementos por período (km^2)	Expansión lineal (km/año)
1860-1900	31.408	8,7		
1900-1960	68.189	19,0	36.781	2,1
1960-1980	122.935	34,2	54.746	5,6
1980-1990	196.119	54,6	73.184	6,7
1990-2000	300.973	83,8	104.854	7,6
2000-2010	359.366	100,0	58.393	4,0

La caída (en términos de área y distancia lineal) observada durante el período final (2000-2010) puede ser consecuencia de que la cotorra haya ocupado el remanente de área libre antes de 2010.

La expansión siguió un patrón de difusión llamado *de vecino a vecino*, es decir, el ave solo ocupó áreas contiguas a la zona que ya poblaba. No se registraron casos de saltos a gran distancia de la población madre.

La velocidad de dispersión registrada en la Argentina contrasta con observaciones realizadas en Europa y América del Norte, donde la propagación fue más rápida y más dispersa, y dejó espacios intermedios sin ocupar. La explicación más plausible de esta diferencia es que resultó de la liberación de individuos cautivos en una amplia red de localidades donde las cotorras fueron adquiridas como mascotas, es decir, no dependió solo de la capacidad natural de dispersión de la especie.

¿Por qué la cotorra es un invasor tan exitoso?

En la literatura científica se han destacado algunas condiciones que estarían presentes en las especies invasoras exitosas, como altas tasas de crecimiento poblacional, cría oportunista sin una estación fija, alta fecundidad, rápido desarrollo de las crías y gran movilidad de tipo nómada. La cotorra no presenta ninguna de esas características, ya que tiene una única temporada de cría en época bien definida, reproducción tardía (comienza a criar entre dos y tres años de edad) y dispersión (distancia entre el lugar de nacimiento y de primera cría) limitada a menos de diez kilómetros. A pesar de todo esto, es una especie invasora muy exitosa.

Nuestras investigaciones sugieren que la cotorra exhibe otros rasgos, no tenidos en cuenta hasta el momento, que podrían explicar su éxito invasivo. Ellos incluyen la habilidad de construir nidos comunales, oportunismo alimentario y flexibilidad de conducta.

La capacidad que tiene la cotorra de construir nidos comunales, donde muchas parejas nidifican juntas, le otorga considerable ventaja adaptativa, puesto que esos nidos proporcionan muchos beneficios. No solo constituyen un sitio de cría bien protegido que puede ubicarse en cualquier lugar donde exista una plataforma adecuada, sino también un refugio para la población durante todo el año (ya que los individuos pasan siempre la noche en nidos), y provee protección contra los predadores y las temperaturas invernales.

La preferencia por ubicar sus nidos en los lugares de mayor altura posible responde muy probablemente a la necesidad de disminuir el riesgo de predación por aves, mamíferos y serpientes, y también ha sido observada en otros lugares que han invadido. En España, por ejemplo,

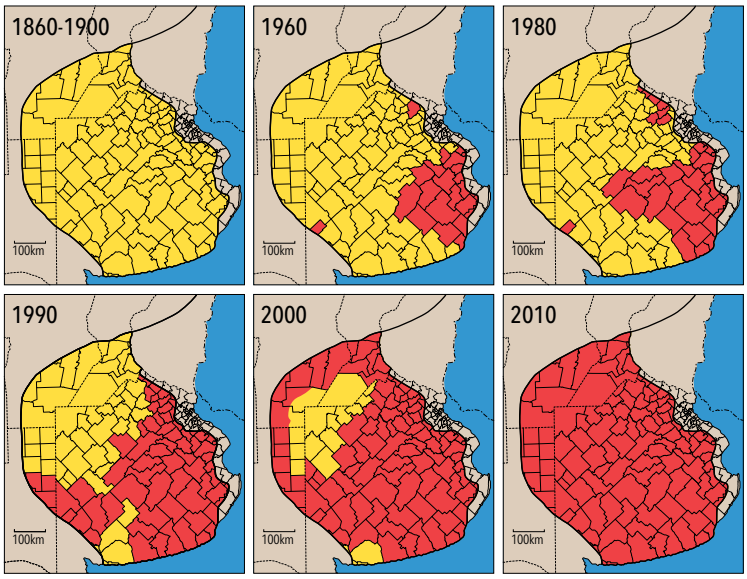
las cotorras eligen ejemplares altos de palmeras en Barcelona y Canarias, eucalipto en Málaga, cipreses y pinos en Mallorca, árboles altos de varias especies en Madrid y postes de electricidad en Cartagena. La preferencia por los sitios de anidación más altos también se ha encontrado en los Estados Unidos, particularmente en Florida.

El oportunismo alimentario de la cotorra se evidencia en su adaptación a explotar nuevos recursos, como cereales en los comederos artificiales de aves en jardines, y también en su capacidad de manipular alimentos protegidos o difíciles de manejar, incluyendo mazorcas de maíz, capítulos de girasol e incluso bolsas de basura en ambientes urbanos, las que abren con facilidad. Asimismo favorecen el oportunismo sus adaptaciones morfológicas, como un pico fuerte y extremadamente versátil, una estructura flexible de la pata, con dedos oponibles, que le permiten trepar y colgarse de la vegetación, así como sostener los alimentos.

Es muy posible, entonces, que dicho oportunismo alimentario haya sido clave para el éxito invasivo de la cotorra, y también explique por qué prosperó en paisajes urbanos en los países que ocupó. En las ciudades encuentra una mayor disponibilidad de recursos durante todo el año. Por ejemplo, hay fuertes evidencias que indican que en ciudades con inviernos muy fríos, como Chicago, la población de cotorras depende casi exclusivamente de comederos artificiales para aves, comunes en los jardines de Norteamérica y Europa.

Finalmente, debe destacarse la flexibilidad y la inteligencia de la cotorra, las cuales son compartidas con otras especies de loros. Todos ellos viven en grupos sociales complejos y tienen un período de desarrollo y aprendizaje extenso antes de independizarse. Como los monos, los loros son altamente innovadores en sus modos de alimentación, y han demostrado la capacidad de manipular alimentos con envolturas complejas. De esa forma, son capaces de adaptarse a situaciones nuevas y acceder a recursos que son inaccesibles para otras aves.

En síntesis, creemos que el éxito de la cotorra responde a factores que no han sido tenidos en cuenta al buscar características comunes de las especies invasoras. Nuestro caso se agrega a la creciente evidencia acerca de que no hay un conjunto único de rasgos que permitan definir (y por lo tanto predecir) la capacidad invasiva de una especie. CH



Expansión del área ocupada por la cotorra en la ecorregión pampeana entre 1860 y 2010. Tostado: hábitat natural de la especie. Amarillo: región de los pastizales pampeanos libre de cotorras. Rojo: pastizal pampeano invadido por cotorras.

LECTURAS SUGERIDAS

BUCHER EH & ARAMBURÚ RM, 2014, 'Land use changes and monk parakeet expansion in the Pampas grasslands of Argentina', *Journal of Biogeography*, en *http://onlinelibrary.wiley.com/ doi/10.1111/jbi.12282/abstract*

CODESIDO M, GONZALEZ-FISCHER C & BILENCA D, 2011, 'Distributional changes of landbird species in agroecosystems of central Argentina', *Condor*, 113: 266-273 y en *http://dx.doi.org/ 10.1525/cond.2011.090190*

GIBSON E, 1919, 'Further ornithological notes from the neighbourhood of Cape San Antonio, Buenos Ayres, Part 2', *Ibis*, 61: 495-537 y en *http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1474-919X.1919.tb02895.x/abstract.*

MUÑOZ A & REAL R, 2006, 'Assessing the potential range expansion of the exotic monk parakeet in Spain', *Diversity and Distributions*, 12: 656-665 y en *http://onlinelibrary.wiley.com/doi/ 10.1111/j.1472-4642.2006.00272.x/abstract*

SAX DF *et al.*, 2007, 'Ecological and evolutionary insights from species invasions', *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 465-471 y en *http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2007.06.009.*

SPREYER MF & BUCHER EH, 1998, 'Monk parakeet', en Poole A & Gill F (eds.), *The birds of North America*, 322: 1-23, The National Academy of Science, Filadelfia, PA. *http://bna.birds.cornell.edu/bna*

VOLPE N & ARAMBURÚ R, 2011, 'Preferencias de nidificación de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en un área urbana', *Ornitología Neotropical*, 22, 1: 111-119.

Enrique H Bucher

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

Rosana M Aramburú

Doctora en ciencias naturales, UNLP.
Jefa de trabajos prácticos, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
Investigadora adscripta, División Zoología Vertebrados, Museo de La Plata.
aramburu@fcnym.unlp.edu.ar

FEDERALIZACIÓN

Se inauguró el nuevo edificio del Centro de Investigaciones y Transferencia de Santiago del Estero

Con el fin de potenciar el desarrollo regional, la obra del CONICET permitirá a investigadores y becarios abordar temáticas claves para el medio socio productivo local y trabajar fuertemente en la transferencia tecnológica.

El presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dr. Roberto Salvarezza, junto a la rectora de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Lic. Natividad Nassif, y la directora del Centro de Investigaciones y Transferencia de Santiago del Estero (CITSE), Dra. Ana Anton, encabezaron el acto de inauguración de las nuevas instalaciones del CITSE (CONICET-UNSE).

La edificación, que demandó una inversión del Consejo de $ 1.220.000, albergará laboratorios de espectroscopia y fotoquímica, biología molecular, biofísico química, cromatografía y catálisis y electroquímica. Con un total de 800 metros cuadrados distribuidos en dos plantas, esta nueva obra facilitará la investigación y desarrollo en Santiago del Estero, con el foco puesto en la transferencia tecnológica y en la formación de recursos humanos, tanto en la provincia como en gran parte de la región NOA.

El Dr. Salvarezza sostuvo que "esta iniciativa está pensada no solo para hacer ciencia de calidad sino también para tener un importante impacto regional". En esta línea, explicó que los CIT han nacido con la definición principal de atender las necesidades de la región, y "lograr desarrollos locales con presencia de innovación y recursos humanos capaces de afrontar los desafíos tecnológicos".

Así mismo, resaltó la importancia del trabajo conjunto y articulado con la universidad, a quién definió como "socio estratégico", y celebró el involucramiento de investigadores en acciones de transferencia. "Hoy hay muchísimos jóvenes motivados por poder transferir el conocimiento que se genera desde el ámbito científico y que este pueda impactar en las economías regionales y en toda la sociedad en su conjunto", detalló.

Por su parte, la Lic. Nassif se refirió al CITSE y destacó que se trata de "una posibilidad de ser el espacio necesario y propicio para hacer ciencia y que esta tenga utilidad social, para cumplir con los objetivos de este centro, que es producir conocimiento pero también que haya una apropiación del mismo por parte de la sociedad". Y concluyó que "el desarrollo de un país es generar oportunidades para el crecimiento personal, pero también para el crecimiento colectivo, y esto último se logra con la inclusión social desde el conocimiento".

En tanto, la directora del CITSE, Dra. Anton, hizo un recorrido por todos los procesos y actores que formaron parte de la creación del centro y la construcción de su edificio. En esta línea, destacó la gestión conjunta CONICET-UNSE y convocó a que "esta relación perdure y se profundice, sea-

Dr. Roberto Salvarezza y Lic. Natividad Nassif, en el descubrimiento de placa.

Centros de Investigaciones y Transferencia

Con la ciencia y tecnología definida desde el año 2003 como una política de Estado clave para el crecimiento del país, el CONICET se ha enfocado en los últimos años fuertemente en dos ejes: la transferencia de conocimientos y la federalización de la ciencia. En esta línea, el sistema científico ha orientado y profundizado gran parte de sus líneas de investigación en los temas que son estratégicos para el desarrollo del país.

En este marco, el CONICET ha impulsado, junto a distintas universidades nacionales, un programa de creación de Centros de Investigaciones y Transferencia en diversos puntos del país. Así busca potenciar los desarrollos regionales y promover una distribución territorialmente más equilibrada de los recursos humanos y de las capacidades de investigación a nivel nacional.

El primer CIT creado a partir de este programa de fortalecimiento institucional fue el de Santiago del Estero (CITSE), mediante un convenio entre el CONICET y la UNSE en el año 2012. Sus temáticas de investigación y transferencia son Producción Agropecuaria y de Alimentos y Recursos Forestales.

mos cada vez más productivos y sigamos creciendo, por el bien del centro y en beneficio de toda la región y su gente".

También se refirió al crecimiento del centro y detalló que "hoy cuenta con 22 investigadores del CONICET, 16 de la UNSE, 8 miembros de la Carrera del Personal de Apoyo, 4 técnicos de la Universidad y 32 becarios del Consejo".

En esta primera etapa se inauguró la planta baja, de 400 metros cuadrados y dividida en dos alas. En la primera se encuentran las oficinas administrativas, dirección, espacios comunes, office, sala de reuniones y auditorio, mientras que en la segunda ala se ubican cinco laboratorios y dos depósitos.

Durante la jornada, el presidente del CONICET se reunió con los investigadores, miembros de la Carrera de Personal de Apoyo y becarios del CITSE para dialogar sobre las diferentes líneas de investigación que se están desarrollando y las temáticas que resultan estratégicas para la región. Así mismo, luego junto a las autoridades del Consejo y la UNSE, recorrió las instalaciones y laboratorios de la Universidad y el centro.

El titular del Consejo enmarcó la inauguración en un contexto de crecimiento sostenido del CONICET a lo largo de los últimos diez años, como fruto de una "decisión del gobierno nacional de fortalecer la ciencia y tecnología en el país". Y completó al respecto: "Pensando en un país donde no solo tengamos exportaciones primarias sino que podamos ser capaces de desarrollar nuestras propias tecnologías y enfrentar los desafíos que tenemos".

Estuvieron presentes, por parte del CONICET, el vicepresidente de Asuntos Tecnológicos, Ing. Santiago Sacerdote; la vicepresidenta de Asuntos Científicos, Dra. Mirtha Flawia; el miembro de Directorio y director del CIT Jujuy, Dr. Vicente Macagno; la directora del CIT Entre Ríos, Dra. Marta Rovira; el director del CIT Catamarca, Dr. Ricardo Farias; el presidente de la Fundación IBYME, Dr. Eduardo Charreau; y el director del Centro Científico Tecnológico de Tucumán, Dr. Faustino Siñeriz.

Por parte de la UNSE, el vicerrector Dr. Carlos López; los decanos de las facultades de Agronomía y Agroindustrias, Ing. José Manuel Salgado; de Ciencias Exactas y Tecnología, Ing. Héctor Paz; de Ciencias Forestales, Dr. Víctor Acosta; de Humanidades, Ciencias Sociales y de la Salud, Mg. Lic. María Mercedes Arce; y el secretario de Ciencia y Técnica, Dr. Publio Araujo. Por parte de la Provincia, la ministra de Educación, Dra. Mariela Nassif; el secretario de Desarrollo, Ciencia, Tecnología y Gestión Pública, C.P.N. Juan Carlos Costas; y el director general de Ciencia y Tecnología, Ing. Edmundo Vizgarra. También la directora del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), Prof. Isabel Mac Donald; la vice directora del CITSE, Dra. Beatriz López de Mishima; miembros del Consejo Directivo del centro, investigadores, personal del apoyo y becarios. ■

Diálogo con un investigador

Ciclo de entrevistas CONICET

"Estamos yendo a contrapelo de las necesidades de la humanidad"

El panel intergubernamental de la ONU señaló mejoras en las medidas para recuperar la capa de ozono. El investigador del CONICET Pablo Canziani dio detalles del informe.

Fuertes lluvias en el centro y norte del país, frecuentes sequías en el sur y el oeste, y eventos climáticos de gran envergadura. El clima está cambiando y se hace sentir en la Argentina y en el mundo. Pablo Canziani, investigador principal del CONICET en la Universidad Católica Argentina (UCA), integró el Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC) de la ONU – uno de los ganadores del Premio Nobel de la Paz 2007 – y participó en calidad de experto revisor del informe del Protocolo de Montreal que realiza cada cuatro años una evaluación minuciosa sobre el estado de la capa de ozono. Este año por primera vez se presentó "Cambio Climático 2014: mitigación del cambio climático", un informe del IPCC que detalla los escenarios futuros en el planeta.

¿Cuáles son las principales conclusiones del informe?

El documento que se presentó es una síntesis que informa cómo se avanzó en las medidas para recuperar la capa de ozono, cuál su estado actual, los problemas que está generando en su vinculación con el cambio climático, en particular para el hemisferio sur, y además cómo los inconvenientes emergentes de los sustitutos de los gases que dañan la capa de ozono están convirtiéndose en una problemática que se suma al de los gases de efecto invernadero.

¿Hay una crisis ambiental?

Sí, lo hay a nivel ambiental global, concretamente una de tipo socio-ambiental porque tiene que ver con el modelo de desarrollo que afecta a la atmósfera y a la humanidad. Es un modelo socioeconómico que no contempla el ambiente como una parte del funcionamiento del sistema. En realidad el ambiente es fundamental ya que si no está sano no hay ninguna posibilidad de desarrollo. Estamos yendo a contrapelo de las necesidades de la humanidad.

Continúa en la página siguiente

Diálogo con un investigador

El investigador Pablo Canziani. Foto: gentileza del investigador.

¿En qué estado actual se encuentra la capa de ozono?

De todos los múltiples problemas ambientales que hay, este es el único que está controlado y con posibilidades de revertirse. La Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y su implementación a través del Protocolo de Montreal y sus enmiendas han sido exitosos en la medida en que, si bien todavía no se detectaron las mejorías en la magnitud que estábamos esperando, se frenó el incremento de la crisis y las sustancias que la dañan comenzaron a disminuir en la atmósfera.

¿Y eso a qué se debió?

A un consenso que se logró luego de varios años de discusiones para proteger la capa de ozono, que era un problema comparativamente simple en comparación con otras cuestiones ambientales y se pudo encontrar rápidamente una solución que era viable económicamente. Este caso nos demuestra que se pueden tomar decisiones políticas nacionales e internacionales y que generan un beneficio para la humanidad en general.

¿Qué factores afectan a la capa de ozono?

Los daños los generan de manera dominante las especies halogenadas, los átomos de cloro y bromo y, en menor grado, el flúor, con tiempos de permanencia en la atmósfera muy prolongados. Estos gases, cuya permanencia depende de la estructura de la molécula, se usaron hasta su prohibición a fines del siglo XX y principios del XXI, y ya se dejaron de producir. Son moléculas que liberaban cloro y bromo en la estratósfera por interacción con la radiación ultravioleta, en un proceso lento, con un tiempo de permanencia de entre 50 y 100 o más años. Hay un impacto residual que queda debido a los stocks preexistentes a esta prohibición. Estos son los famosos CFC y los gases halones. Actualmente esos gases fueron reemplazados por los HCFC y HFC, que son moléculas similares pero hidrogenadas, y que cumplen las mismas funciones en la sociedad pero que tienen una vida generalmente inferior a los 30 años. Pequeñas emisiones de estos gases pueden generar una contribución al calentamiento global, y por ende su acumulación por uso creciente en los próximos 35 años aportaría de manera significativa al cambio climático en muy poco tiempo, tal como lo indica el presente informe.

¿Cómo incide el ozono en el cambio climático en el presente y a futuro?

En cuanto a la capa de ozono, el principal efecto sobre el hemisferio sur, tal como se presenta en este documento, se viene produciendo en las últimas décadas durante los meses de verano. Tiene que ver con mayores temperaturas y precipitaciones en nuestro país y sequías en el centro de Chile, Australia y norte de Nueva Zelanda principalmente. La región de la pampa húmeda, hasta el sur de Brasil, es la zona del planeta probablemente con el mayor aumento de precipitaciones del siglo XX, debido a los aportes tanto de los impactos en la circulación atmosférica del agujero de ozono antártico como de los impactos climáticos de los gases invernaderos.

¿Y qué ocurriría con los gases de efecto invernadero?

Si no se logra una reducción de ellos y se produjera un aumento acelerado, esto traería una mayor cantidad de precipitaciones. Las regiones subtropicales del hemisferio sufrirían cada vez peores estados de sequía. También se observan cambios en la circulación oceánica del hemisferio sur y en la secuestración del dióxido de carbono atmosférico en los océanos. A su vez las reducciones de emisiones de sustancias que dañan la capa de ozono, ha generado un mayor beneficio en la reducción de presencia de gases de efecto invernadero que el propio Protocolo de Kyoto. ■

* Pablo Canziani es doctor en Ciencias Físicas en la Universidad Nacional de Buenos Aires. Es director del Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, en la Pontificia Universidad Católica Argentina. Además, es investigador Independiente del CONICET y docente universitario. Autor o Co-autor de más de 50 trabajos de investigación científica. Integrante de Equipos Científicos de Misiones Satelitales de la NASA. Investigador en la Misión Satelital SAC-C de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Miembro del Comité Científico de Conducción del Programa de Procesos Estratosféricos en el Clima – Programa Mundial de Investigación del Clima. Integrante del Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático de la ONU. Responsable de Ciencia y Tecnología del Diálogo Argentino (2002-2006). Premio Dr. Mario Molina 1998 a la Divulgación en la prensa escrita de los problemas de la capa de ozono. Laureado Nobel, como Integrante del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), Premio Nobel de la Paz, 2007.

CENPAT

Ciencia forense: una contribución interdisciplinar a la justicia

Profesionales del CENPAT aplican prácticas científicas en peritajes forenses que efectúan para el Ministerio Público Fiscal del Chubut.

En toda escena del crimen quedan evidencias que permiten encontrar al autor. La mayoría de ellas son imperceptibles a simple vista y sólo pueden ser recuperadas por científicos que trabajan en distintas áreas como la genética, la antropología, la entomología y la arqueología, por ejemplo. A menudo, estas disciplinas se complementan para interpretar estas evidencias.

El Centro Nacional Patagónico (CENPAT, CONICET) provee Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STANs) al Superior Tribunal de Justicia de la Provincia del Chubut, al Foro de Superiores Tribunales de Justicia de la Patagonia y a otros estamentos oficiales y privados en materia penal. Estos servicios incluyen desde análisis de filiación y genética forense, hasta el estudio bioantropológico de restos óseos humanos en contexto forense, que pueden comprender también el análisis entomológico, es decir de los insectos y artrópodos en relación con los cadáveres.

Néstor Basso, investigador independiente del CONICET, es el director del Laboratorio de Biología Molecular del Centro donde a través de distintas técnicas y mecanismos se busca identificar el ADN presente en sustancias como sangre, semen, piel, saliva o pelo.

"Estamos brindando un servicio a la comunidad y una contribución a la justicia, cooperando en la resolución de casos, generalmente homicidios, abusos y desapariciones. Estudiamos parentescos a través de distintos test y además se realizan pruebas de ADN para identificar autores de hechos criminales", aclara el biólogo.

A la hora de investigar casos en los que se cuenta con esqueletos completos o fragmentarios, entra en juego el trabajo de los antropólogos quienes analizan restos óseos en contexto forense y humanitario para determinar el perfil biológico de una víctima. Esto permite dar cuenta de la edad al momento de la muerte, el sexo, la talla y en la medida de lo posible, la causa y estimación del tiempo de muerte.

Néstor Basso, investigador independiente del CENPAT. Foto: CONICET fotografía.

Silvia Dahinten, investigadora independiente del CONICET y directora del Laboratorio de Antropología Biológica del CENPAT explica el proceso de trabajo. "La policía científica recupera los restos óseos y evidencias asociadas. Estos son enviados al laboratorio por la fiscalía con documentación relacionada al hallazgo. Allí se establece si los huesos son humanos o no. Si lo son, se avanza con la determinación de perfil biológico y toda otra información posible. Luego, se confecciona un informe respondiendo los puntos de pericia y es remitido a la fiscalía solicitante".

Asimismo, la investigadora enfatiza la importancia de contar con los aportes de la entomología forense. Ana Paula Armani, becaria doctoral del CONICET en el mismo centro y responsable de brindar el servicio, describe la disciplina como el estudio de los insectos y artrópodos relacionados con el contexto forense, con el fin de obtener la data de muerte o determinar si hubo traslado del cuerpo cuando se trata de casos de homicidio o muerte dudosa. Armani estudia la descomposición de cuerpos y cómo es la sucesión de insectos en la región patagónica para las distintas estaciones del año, ya que los ciclos de vida de los insectos son muy influenciados por la temperatura.

"Cada ambiente tiene un grupo de insectos característicos, la entomofauna en Patagonia es distinta a la que existe en otros lugares del país. Es por eso que estamos haciendo un estudio de base para saber qué fauna hay y conocer su ciclo de vida en la zona. De acuerdo al insecto que encontramos en el cuerpo y el estadio de su desarrollo podemos calcular hace cuánto tiempo se encuentra en el cadáver y por lo tanto estimar la data de muerte", aclara.

Por su parte, Dahinten remarca la interacción de los distintos especialistas: "Los arqueólogos se encargan, cuando es solicitado, de la recuperación de los restos óseos. Antes de realizar el inventario de estos elementos, Armani analiza la fauna entomológica y después, por pedido del fiscal, se hace el estudio genético, a cargo de Basso".

Los investigadores destacan el aporte de la institución respecto a la formación de recursos humanos en las distintas ramas de la ciencia forense y las capacitaciones a la policía científica con el objetivo de mejorar la toma de muestras, etapa fundamental para poder realizar los estudios posteriores. Cuanto más precisa sea la toma de muestras, más exactas serán las estimaciones de los científicos. ■

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

María C Iglesias
Cecilia G Lastra
Centro de Formación e Investigación en la Enseñanza de las Ciencias, FCEN, UBA

La cara oculta de la Luna

La Luna tarda lo mismo en girar sobre sí misma que en dar una vuelta alrededor de la Tierra, razón por la cual nos muestra siempre la misma cara. Afirmaciones como esta son frecuentes en libros de texto y en internet. Podemos incluso encontrar actividades escolares que proponen a los alumnos realizar una dramatización utilizando dos personas, una que hace de Luna y la otra que hace las veces de la Tierra. En esta nota sugeriremos cómo hacerlo con cinco personas, una representando a la Luna y cuatro desempeñando el papel de habitantes u observadores terrestres.

En estas sencillas dramatizaciones, sin embargo, en que la Luna se desplaza mirando siempre hacia la Tierra, subyacen ciertas dificultades que podrían obstaculizar la comprensión de los mecanismos en juego. Por un lado, el uso indistinto de algunos términos como *giro*, *rotación*, *traslación*, no todos exactamente sinónimos, genera confusiones. Por otro lado, cuando los alumnos piensan en la rotación, casi inevitablemente la relacionan con el movimiento de la Tierra sobre su eje, origen del ciclo día-noche, y no tanto con el similar movimiento de la Luna. Agreguemos a esto que, si solo dos personas hacen la dramatización, forzosamente el alumno que toma la posición de la Tierra también debe rotar sobre su eje, pero no para representar el día y la noche sobre nuestro planeta (pues el Sol no está incluido en el juego), sino porque esa es la única manera posible de observar al alumno Luna durante todo su movimiento.

Entendemos que la diferencia entre la rotación y la traslación es muy evidente para nuestro planeta, y se comprende que cada movimiento tenga un efecto diferente: uno, los días; el otro, las estaciones del año. La Luna, por su lado, se desplaza o traslada alrededor de la Tierra, y también rota sobre su eje de una manera muy particular, en un movimiento llamado *sincrónico*, pues ambos completan su ciclo en el mismo lapso. Esto justifica analizar el movimiento real de la Luna y reflexionar sobre otros movimientos combinados similares, aunque con algunas diferencias sutiles.

Con la dramatización no solo se puede comprender el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra, sino también reforzar algunos antiguos conocimientos, por ejemplo, qué es una órbita, qué es la traslación, qué es la rotación, etcétera. Por esta razón no es recomendable realizar la dramatización que estamos analizando con alumnos que no hayan adquirido esos saberes.

Dramatizar en busca de una explicación

El propósito del ejercicio de dramatización es lograr que los alumnos analicen diferentes combinaciones de rotación y traslación de un cuerpo, a fin de poder realizar comparaciones. Adviértase que la actividad también presenta limitaciones, en particular porque los dos astros personificados están en el mismo plano, el del piso, lo que crearía un problema si se quisiera incorporar también al Sol (figura 1). Además, como era de esperarse, en

¿DE QUÉ SE TRATA?

Cómo despertar la curiosidad y el interés por la astronomía en el ámbito escolar por caminos no convencionales.

la dramatización no se respetan los tamaños, ni las distancias, ni los tiempos del sistema Tierra-Luna. Por ello, sugerimos que los ejercicios de este tipo se realicen después de que los alumnos se hayan familiarizado con los tamaños y movimientos reales de los astros dramatizados.

Una crítica que suele merecer la forma tradicional de empleo de dramatizaciones en la escuela es que, por lo general, no se asigna un tiempo para discutir con los alumnos las limitaciones del trabajo, y por esa razón la mirada reflexiva suele estar ausente. El buen enfoque es realizar diferentes dramatizaciones, registrar observaciones y analizar los resultados. Así, conviene discutir en qué casos es posible reconocer un movimiento de traslación o de rotación, y qué debemos tener en cuenta para establecer que se trata de uno o del otro.

La actividad que presentamos es de tipo grupal. Conviene formar tres grupos de cinco participantes cada uno y darles consignas diferentes. En cada grupo, a un alumno se le asigna la función de personificar a la Luna, y a los otros cuatro el papel de habitantes de la Tierra. Los tres grupos reciben instrucciones precisas, divididas en dos partes: una que es común a todos y una específica para el grupo. También reciben tres hojas de papel, marcadas respectivamente con las letras A, B y X. Las instrucciones se detallan a continuación (la figura 2 ayuda a comprenderlas):

Figura 1. Uno de los grupos de trabajo durante la dramatización del movimiento de la Luna llevada a cabo como parte de un curso de posgrado para docentes. La participante de la derecha, que representa la Luna, tiene un papel con la letra A pegado en su pecho y uno con la B en su espalda; se desplaza alrededor de cuatro compañeros, quienes deben registrar cuántas veces ven esas dos letras en cada órbita o ciclo que efectúa la primera.

Instrucciones comunes a los tres grupos

Pegar el papel con la X sobre una pared, a un metro y medio del suelo, para que sirva de referencia al alumno que se mueve alrededor de sus compañeros. Dibujar con tiza en el suelo los números 1, 2, 3 y 4, formando una circunferencia. El 3 debe ser el más cercano de la X y el 1, el más alejado. Cuatro alumnos se ubican el centro del círculo, cada uno mirando en la dirección de uno de los números escritos en el suelo (es decir, cada alumno está girado 90° con respecto a su vecino). Ellos representan a los observadores fijos. El alumno que se mueve se coloca la letra A en el pecho y la B en la espalda, y debe dar una vuelta completa alrededor de sus cuatro compañeros, comenzando por el 1 y siempre orientado con relación a la X de la pared de la forma que se indica en las instrucciones específicas para cada grupo.

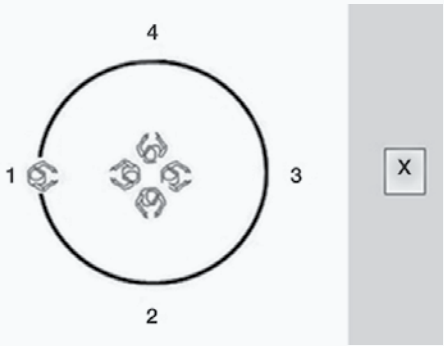


Figura 2. Esquema básico de la forma de organizar el ejercicio de la dramatización.

Instrucciones específicas para el grupo 1 (además de las comunes)

El alumno que se desplaza debe hacerlo de manera tal que en cada posición de su recorrido en coincidencia con los números 1, 2, 3 y 4 escritos en el piso quede mirando hacia la X puesta en la pared. Los alumnos que representan observadores fijos deben anotar en un cuadro de registro las veces que ven las letras A y B en cada vuelta que completa el alumno que se mueve. Deben hacerlo solo cuando este último está en alguno de los cuatro números, no si lo ven de reojo o de costado.

Instrucciones específicas para el grupo 2 (además de las comunes)

El alumno que se desplaza debe iniciar su recorrido en el número 1 mirando de frente hacia la X puesta en la pared; luego debe dirigirse al número 2 de tal manera que, al llegar, su hombro derecho apunte hacia la X. Luego, debe ir al número 3 de tal manera que, al llegar, quede de espaldas a la X. Al llegar al número 4 debe quedar con el hombro izquierdo apuntando hacia la X. Finalmente, al estar de regreso en el número 1 debe quedar otra vez de frente a la X de la pared. Los alumnos observadores fijos deben anotar en un cuadro de registro las veces que ven las letras A y B en cada vuelta que completa el alumno que se mueve. Deben hacerlo solo cuando este último está en alguno de los cuatro números, no si lo ven de reojo o de costado.

Instrucciones específicas para el grupo 3 (además de las comunes)

El alumno que se desplaza debe iniciar su recorrido en el número 1 mirando de frente hacia la X puesta en la pared; luego debe dirigirse al número 2 de tal manera que, al llegar, su hombro izquierdo apunte hacia la X. Luego, debe ir al número 3 de tal manera que, al llegar, quede de espaldas a la X. Al llegar al número 4 debe quedar con el hombro derecho apuntando hacia la X. Finalmente, al estar de regreso en el número 1 debe quedar otra vez de frente a la X de la pared. Los alumnos observadores fijos deben anotar en un cuadro de registro las veces que ven las letras A y B en cada vuelta que completa el alumno que se mueve. Deben hacerlo solo cuando este último está en alguno de los cuatro números, no si lo ven de reojo o de costado.

Para enriquecer la actividad, sugerimos que los cuatro alumnos que simulan ser observadores terrestres no dispongan de las instrucciones dadas al alumno Luna sobre el movimiento que debe realizar. Además, recomendamos que cada alumno Luna lea varias veces esas instrucciones antes de realizar la dramatización, y que luego los grupos intercambien sus instructivos, para que cada uno experimente las tres opciones propuestas. Es importante que el docente indique a los alumnos qué papel desempeña cada uno en la dramatización.

Los cuadros de registro en los que cada grupo de alumnos observadores fijos anota sus observaciones del alumno que se mueve son como indica la tabla.

Grupo	Veces que vieron la A por cada vuelta que realizó el alumno que se mueve	Veces que vieron la B por cada vuelta que realizó el alumno que se mueve
1	1 vez	1 vez
2	4 veces	ninguna
3	2 veces	2 veces

Algunas preguntas útiles para guiar la discusión a partir de los resultados finales podrían ser:

- ¿Qué representan las letras A y B, y los cuatro alumnos ubicados en el centro del círculo? En ese momento del ejercicio debería ser obvio, pero nunca está de más refrescar los propósitos de la actividad. Recordemos que en las instrucciones jamás se mencionan a la Luna o a la Tierra.
- ¿Qué movimientos estuvimos representando en cada caso? ¿En qué casos podemos hablar de un movimiento de rotación, uno de traslación o uno que combina ambos a la vez? ¿Cómo nos damos cuenta? Aquí resultará conveniente ayudar a los alumnos a advertir que la rotación es el movimiento alrededor del propio eje y que, para nuestro caso, ese movimiento hace que los hombros del alumno Luna apunten hacia direcciones diferentes en cada estación (1, 2, 3 o 4). Esto se evidencia fácilmente en los grupos 2 y 3. El alumno Luna del grupo 1, en cambio, no rota jamás en todo su movimiento de traslación por las cuatro estaciones marcadas en el piso.
- Para cada caso, ¿cuántas veces se rota por cada traslación completa? ¿Coinciden los sentidos de rotación y de traslación? ¿Son a favor o en contra del sentido de las agujas del reloj?
- ¿Cómo es el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra para que a nuestro satélite natural le veamos siempre la misma cara?

La actividad puede enriquecerse aun más incluyendo a un alumno

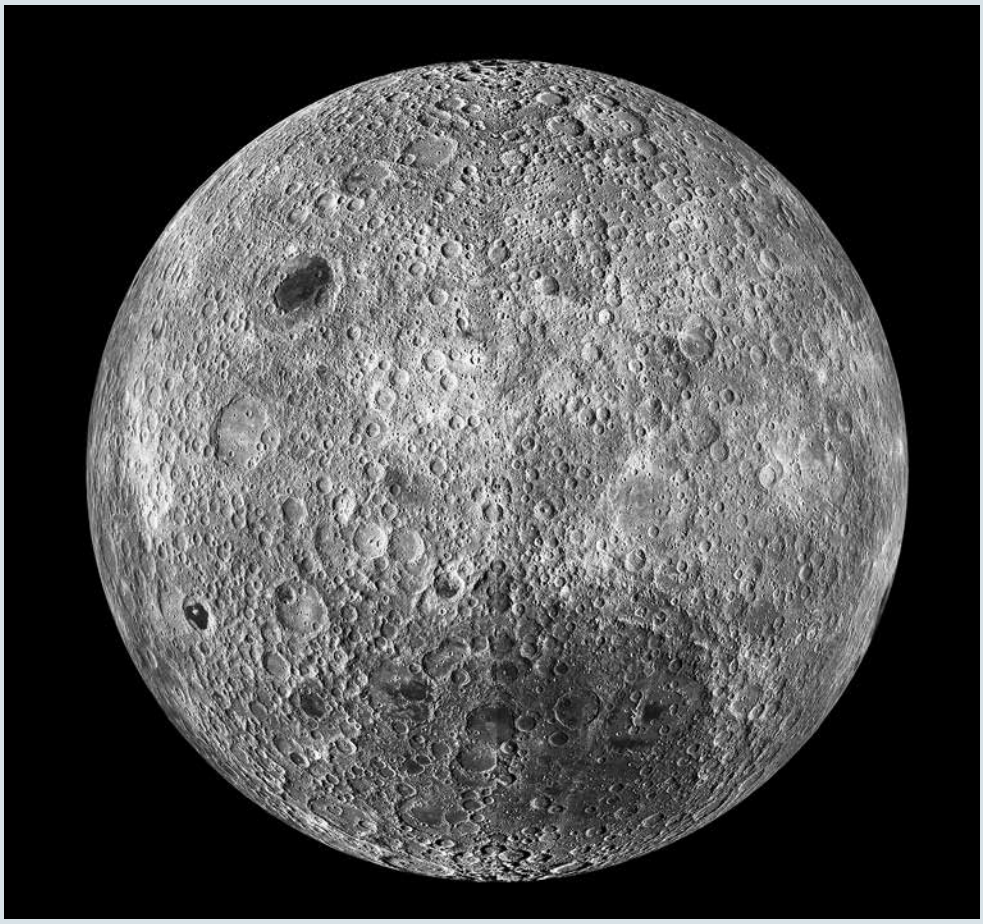


Figura 3. La otra cara de la Luna. Si bien nadie pudo ver esta imagen desde la Tierra, la humanidad se ingenió para obtenerla por otros medios. Lunar Reconnaissance Orbiter, NASA.

LIMITACIONES Y ELEMENTOS PARA REFLEXIONAR CON LOS ALUMNOS

Si bien la dramatización descripta incluye solo dos cuerpos astronómicos, en la mente del docente (y quizá en la de algunos alumnos) posiblemente el Sol también ocupe un lugar. Casi siempre que se considera el movimiento de la Luna se lo hace con referencia a las fases lunares, para las que la posición del Sol es importante.

La órbita de la Luna alrededor de la Tierra define un plano en el espacio, y hasta ahí nuestra dramatización no presenta inconvenientes. Pero si se piensa también en el Sol, surge naturalmente el plano de la órbita de la Tierra a su alrededor (llamado *plano de la eclíptica*). Entonces se debe considerar seriamente si ambos planos coinciden o son diferentes. La respuesta es que el plano de la órbita de la luna y la eclíptica no coinciden: se cortan con un ángulo pequeño, de unos 5º. Este hecho limita la posibilidad de hacer una dramatización con los tres astros, pues los alumnos no se pueden desplazar en un espacio de tres dimensiones sino solo por el plano del piso. Si no se reflexiona en grupo sobre este hecho, será difícil que los alumnos comprendan por qué no se producen eclipses cada dos semanas, justamente cuando el alumno Luna se interpone entre el alumno Sol y el resto, o cuando el alumno Sol y el alumno Luna quedan en lados opuestos de los observadores terrestres. Y que adviertan que en la fase de Luna nueva, por ejemplo, la posición de la Luna en el cielo se halla muy cerca de la del Sol, cuyos rayos le pasan por arriba o por abajo pero no llegan a ser obstruidos. Pero para el ejercicio planteado en esta nota, sin embargo, que no incluye al Sol ni entra a considerar las fases lunares, la posición relativa de los planos orbitales es irrelevante

Otra cuestión difícil de tener en cuenta en la dramatización es la escala del fenómeno real, es decir, sus dimensiones y distancias. Si se quisiera representar las dimensiones reales habría que considerar que el tamaño de la Luna no alcanza a ser un tercio del de la Tierra: por ello, ni el alumno más bajo de la clase podría actuar como alumno Luna. Además, los alumnos Tierra se tendrían que ubicar en un extremo de una cancha de fútbol y el alumno Luna, en el otro. Por último, este último alumno debería moverse con lentitud extrema, para realizar un ciclo completo en aproximadamente un mes. Para los archivos: el diámetro de nuestro planeta es 12.700km, el de la Luna 3500km y la distancia que los separa ronda los 400.000km (cifras redondas aproximadas). El ciclo de la Luna alrededor de la Tierra o mes sidéreo es de aproximadamente 27,5 días. Recordemos que, al no incluirse al Sol, la única referencia con la que contamos es el cielo estrellado.

adicional como observador fijo, pero ubicado fuera del círculo y alejado del centro (de la Tierra) una distancia mayor que el tamaño de la órbita del alumno Luna. Este nuevo observador fijo pero no terrestre también debe registrar las veces que ve a las letras A y B. Supongamos, por ejemplo, que se ubica del lado de la posición 1. En el caso del grupo 1, verá siempre la letra B, pero en los casos de los grupos 2 y 3, verá una vez la A y una vez la B.

Se podría preguntar: ¿por qué creen que los resultados son distintos de los obtenidos por los observadores terrestres? Los registros obtenidos por el observador no terrestre, ¿son diferentes en todos los casos? Se fomenta así una discusión que favorece adoptar una visión externa al sistema Tierra-Luna, en contraposición con el marco de referencia vivencial que tienen los cuatro alumnos ubicados en el centro del círculo, por morar sobre la superficie de nuestro planeta.

Otras actividades sugeridas

Observar la Luna durante varias horas de un mismo día y durante un mes completo, para verificar su verdadero movimiento alrededor de nuestro planeta.

Consultar libros y manuales escolares (también sitios de internet) y analizar críticamente la manera en la que presentan el movimiento de la Luna. CH

Alejandro Gangui

Doctor en astrofísica, Escuela Internacional de Estudios Avanzados, Trieste.
Investigador independiente del Conicet.
Profesor adjunto, FCEN, UBA.
Miembro del Centro de Formación e Investigación en la Enseñanza de las Ciencias, FCEN, UBA.
gangui@df.uba.ar
cms.iafe.uba.ar/gangui

María C Iglesias

Profesora universitaria en ciencias biológicas, FCEN, UBA.
Asistente didáctico-disciplinar en ciencias naturales, Escuelas Intensificadas en Ciencias, GCBA.
Ayudante de cátedra, FCEN, UBA.
miglesias@cefiec.fcen.uba.ar

Cecilia G Lastra

Estudiante del profesorado en ciencias físicas, FCEN, UBA.
ceciliaglastra@hotmail.com

Jaime García

NÚMERO 36, enero-junio de 2015

GUÍA del cielo NOCTURNO

Luego de la fecha, una notación abreviada permite una rápida referencia sobre el tipo de evento descripto:

NOT **Notable,** interesante, espectacular. Para no perderse.

EFE **Efemérides planetarias** (equinoccios, conjunciones, oposiciones, etcétera).

OCL **Ocultación** de una estrella o planeta por la Luna u otro planeta.

ECL **Eclipse** de Sol o Luna.

MET **Lluvia de meteoros.**

MAP **Mapa del cielo** referente al encuentro celeste que se describe.

OBS **Observación** destacada o favorable de objetos de cielo profundo, como cúmulos, nebulosas o galaxias.

BIO **Datos biográficos** de un astrónomo cuyo natalicio se recuerda.

HIS **Suceso de interés histórico** (por ejemplo, aniversario de un descubrimiento).

Dado que nuestro objetivo es que la guía sirva para todo el país, el lenguaje se mantiene deliberadamente ambiguo. Por ejemplo, oeste significa el sector del cielo comprendido entre el oeste-sudoeste y el oeste-noroeste. Las alturas sobre el horizonte también son aproximadas. A modo de orientación: muy bajo (0 a 15°), bajo (15 a 30°), media altura (30 a 60°), alto (60 a 90°).
Del mismo modo, las distancias angulares y posiciones relativas deben tomarse como valores aproximados que pueden variar de un sitio a otro, sobre todo cuando de la Luna se trate. Por el mismo motivo, evitamos dar horas precisas y nos referimos en términos de primeras horas de la noche, una hora antes de la salida del Sol, etcétera.
Cuando se indican, los tiempos están dados en hora local (Argentina y Uruguay), correspondiente al huso horario -3 horas.

VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO
Hacia mediados de enero tendrá su máxima elongación este, con lo que se lo verá vespertino, durante el crepúsculo. Luego se irá acercando rápidamente al Sol desapareciendo, en la luz crepuscular, para tener su conjunción con el Sol a fines de enero. Reaparecerá matutino a principios de febrero, en el cuadrante este, emprendiendo su mejor lapso de visibilidad, en el semestre, durante el resto de febrero y casi todo marzo. Al comienzo de abril desaparecerá en el crepúsculo para ir a su conjunción con el Sol, el 10 de ese mes. En mayo, pasará a ser vespertino pero con poca visibilidad, alcanzando su elongación este de unos 21° el día 7 de ese mes, luego se perderá en la luz crepuscular camino hacia su conjunción inferior con el Sol, que ocurrirá el 30 de ese mismo mes, para pasar a ser matutino en junio, pasando por su máxima elongación oeste el 24 de junio.

VENUS
El planeta más brillante del cielo comenzará el año visible en el crepúsculo vespertino pero recién para mediados de abril será visible hasta después de finalizado el crepúsculo. Pasará por su máxima elongación este el 6 de junio. Venus se encontrará con tres planetas durante este semestre, en tres diferentes conjunciones. La primera, el 10 de enero, con Mercurio; la segunda, con Marte, el 22 de febrero y la tercera, con Júpiter, el 30 de junio.

MARTE
El planeta rojo será visible durante el anochecer en enero y febrero, primero en la constelación de Aquarius, el aguador, y luego en Pisces, los peces. Con posterioridad, estará presente en el crepúsculo vespertino acercándose, paulatinamente, al Sol, durante marzo, abril y mayo. En abril pasará a la constelación de Aries, el carnero, y en mayo y junio estará en Taurus, el toro. Finalmente, desaparecerá en el fulgor solar al aproximarse a su conjunción con nuestra estrella central, el 14 de junio.

JÚPITER
Será muy visible bien entrada la noche como el astro más brillante del cielo, en ese horario y hasta su puesta, en el primer mes del año, en la constelación de Leo, el león, y pasará por su oposición el 6 de febrero. Posteriormente, se lo apreciará más alto por el noreste a la puesta del Sol, para finalmente vérselo hacia el noroeste en el ocaso, hacia fines de junio.

SATURNO
Será visible durante todo el primer semestre del año. En enero saldrá bien tarde, después de la medianoche, y paulatinamente irá naciendo más temprano, hasta llegar a su oposición con el Sol el 10 de mayo, pasando a verse toda la noche, por unos días, para luego ocupar la primera mitad de la noche, en la constelación de Libra, la balanza.

URANO
Será visible en la primera mitad de la noche, en los primeros meses del año. A mediados de marzo desaparecerá en el crepúsculo vespertino, pasando por su conjunción con el Sol el 6 de abril. Luego reaparecerá matutino, en el cuadrante noreste, a partir de mayo. Permanecerá en la constelación de Pisces (los peces) durante todo el semestre.

NEPTUNO
Visible al principio de la noche durante enero hasta paulatinamente desaparecer en el crepúsculo vespertino para pasar por su conjunción con el Sol, el 26 de febrero. Luego pasará a ser matutino, comenzando a ser visible a partir de abril, alejándose paulatinamente del amanecer. Permanecerá en la constelación de Aquarius, el aguador, durante todo el semestre.

2015	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Mercurio	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo matutino	Crepúsculo matutino	No visible	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo matutino
Venus	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo vespertino	Del anochecer a 20h	Del anochecer a 20:30h	Del anochecer a 21h
Marte	Del anochecer a 22h	Del anochecer a 21h	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo vespertino	Crepúsculo vespertino	No visible
Júpiter	De 22h al amanecer	Toda la noche	Del anochecer a 3:30h	Del anochecer a 1:30h	Del anochecer a 23:30h	Del anochecer a 22h
Saturno	De 2:30h al amanecer	De 0:30h al amanecer	De 22:40h al amanecer	De 20:30h al amanecer	Toda la noche	Del anochecer a 6h
Urano	Del anochecer a 0h	Del anochecer a 22h	Crepúsculo vespertino	No visible	De 5h al manecer	De 3h al amanecer
Neptuno	Del anochecer a 22h	Crepúsculo vespertino	No visible	De 4h al amanecer	De 2h al amanecer	De 0h al amanecer

ENERO

DJ 2457024 (ENERO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida	Puesta
(1) 5:45	(1) 20:10
(15) 5:57	(15) 20:09

5 1:55

13 6:48

20 10:15

27 1:50

4 EFE La Tierra pasará por su perihelio, momento en la órbita de la Tierra alrededor del Sol en que ambos se encuentran más próximos, a 0,9833 unidades astronómicas, o sea 147.099.713 kilómetros, a las 5:59.

5 La Luna llena de enero se producirá a la 1:56, en la constelación de Gemini, los gemelos.

10 NOT EFE La conjunción entre los planetas Venus y Mercurio, con solo 0° 38' 36" (poco más de un diámetro lunar) se producirá a las 19:01:20. Visibles durante el crepúsculo del atardecer, se reunirán en la constelación de Capricornus, la cabra, a poca altura sobre el horizonte del cuadrante oeste. A las 20:30 estarán a menos de 10° sobre el horizonte, más abajo que Marte, que destaca por su color rojizo. Es una buena oportunidad para ver a Mercurio, para quienes aún no han conseguido observarlo.

11 Solsticio de invierno boreal, verano austral en Marte. El año marciano dura unos 668 días marcianos equivalentes a 684 días de la Tierra. En nuestro planeta, la duración de cada estación es igual a la de las demás, ya que su órbita en torno al Sol es prácticamente circular y su velocidad, por lo tanto, varía muy poco. En Marte, en cambio, eso no ocurre, pues su órbita es mucho más excéntrica y, en consecuencia, la velocidad varía mucho entre el perihelio y el afelio. Para el hemisferio norte marciano, el verano se produce próximo al afelio, mientras que el invierno ocurre durante el perihelio. Así, el verano boreal es mucho más prolongado, mientras que el invierno es mucho más corto, pues la velocidad orbital es mayor en el perihelio que en el afelio. Esto hace que el clima del hemisferio norte difiera bastante del que soporta el sur: el primero es más templado que el segundo.

14 EFE El planeta Mercurio en su máxima elongación este. Visible antes al anochecer, a este pequeño y esquivo planeta se lo podrá percibir durante el crepúsculo vespertino con una separación del Sol de casi 19° (exactamente serán 18,9° a las 17h).

19 EFE Los planetas Marte y Neptuno (el más alejado del Sol) estarán en conjunción, a tan solo 13' de separación, en la constelación de Aquarius, el aguador, a las 20:10, durante el crepúsculo vespertino. Dado que Neptuno solo puede apreciarse con telescopio o con un buen binocular, es una buena oportunidad para observarlo. A simple vista solo se percibirá al rojizo Marte.

20 OBS La Luna nueva se produce a las 10:15, y permite aprovechar la noche oscura para apreciar, además de los planetas Venus, Mercurio y Marte, al comienzo, a Júpiter, casi toda la noche y a Saturno, bien más tarde, a objetos celestes débiles o, también, objetos de cielo profundo, como nebulosas brillantes y oscuras, cúmulos galácticos y globulares y galaxias. Entre los bellos objetos visibles en una noche de verano, podemos destacar nada menos que la región de Orión.

Foto tomada por Rogelio Bernal Andreo, en octubre de 2010, de la constelación de Orión. Muestra las nebulosas que rodean el complejo de la nube molecular de Orión. También capturó a la supergigante roja Betelgeuse (arriba a la izquierda) y al famoso cinturón de Orión (Tres Marías) compuesto por las estrellas OB Alnitak, Alnilam y Mintaka. En la parte inferior derecha se puede encontrar a la estrella Rigel. La forma de media luna roja es el Bucle de Barnard. La fotografía apareció como la imagen astronómica del día, el 23 de octubre 2010. Wikimedia Commons

En el llamado puñal, encima del asterismo de las Tres Marías, es posible encontrar la gran nebulosa de Orión, Messier 42, envolviendo al joven grupo Trapecio, y junto a ella a M43, todo esto visible con un pequeño telescopio o, incluso, con unos binoculares (a partir de 7 x 50 – 7 aumentos y 50mm de apertura). Pero toda la constelación está sumergida en nebulosas oscuras, brillantes y de reflexión. Un ejemplo de las oscuras es la desafiante Cabeza de Caballo IC 434 o Barnard 33, que recuerda al trebejo de ajedrez. Para observarla será necesaria una apertura del orden de los 150mm. Las letras M corresponden la lista que compilara el astrónomo francés Charles Messier (1730-1817) y que resultó el primer catálogo de objetos difusos que se haya confeccionado. Para los que prefieren recorrer cúmulos galácticos o abiertos, está disponible, además de M41, en Canis Majoris, el can mayor, toda la zona de Puppis, la popa del navío Argos, donde limita con la cola de este can. Allí destacan NGC 2451, NGC 2477, M93 y también M46 y M47 ya más próximos a la cabeza del perro.

21 A las 18 horas Mercurio pasará por su perihelio. Es bueno recordar que uno de los resultados exitosos de la teoría de la relatividad general, que Albert Einstein (1872-1955) formulara en 1916, es la explicación del fenómeno observado de la rotación del perihelio de Mercurio. Al estar muy cerca del Sol, el pequeño planeta sufre la acción del potencial gravitacional de nuestra estrella central que modifica la orientación del eje mayor de su elipse orbital, de modo que rota alrededor del foco y, como producto de esto, se modifica la posición del perihelio, momento en que la distancia entre Mercurio y el Sol es mínima. Esto no puede ser explicado por la teoría de gravitación de Isaac Newton, llamada *clásica*, y la introducción de las ideas geométricas y dinámicas de la relatividad general permite no solo explicar el fenómeno sino realizar efemérides precisas acerca de él.

30 Mercurio estará en conjunción inferior con el Sol a las 11 horas. La conjunción inferior se produce cuando un planeta interior a la órbita terrestre se alinea con la Tierra y el Sol, pero ubicado entre ambos.

FEBRERO

DJ 2457055 (FEBRERO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida	Puesta
(1) 6:14	(1) 20:00
(14) 6:27	(14) 19:49

3 20:11

12 0:51

18 20:48

25 14:15

1 EFE Conjunción entre los planetas Venus y Neptuno. En la madrugada de este día, 1 de febrero, será posible observar la conjunción entre estos dos planetas. El momento de mayor proximidad se habrá producido con ambos bajo el horizonte, a las 12:56, sin embargo, aún estarán a unos 46,8 minutos de arco de separación, poco más de un diámetro lunar, al anochecer. Para observar esta conjunción será necesario, como mínimo, utilizar binoculares (7 x 50, por ejemplo) pues el brillo de Neptuno es de magnitud 7,8. De todos modos, para apuntar el binocular contamos con el fantástico brillo de Venus, que por esos días estará en magnitud -3,4. Neptuno aparecerá a la derecha y abajo de Venus.

3 EFE Noche de Luna llena, ya que se producirá este día a las 20:11, con la Luna en la constelación de Cancer, el cangrejo.

6 El gigante del Sistema Solar, el planeta Júpiter, estará en oposición al Sol a las 14 horas, pasando por el momento de mejor visibilidad. Para observar a Júpiter no es necesario un gran instrumento. Galileo, en 1609, utilizó un telescopio con una apertura de unos pocos centímetros y le fue suficiente para percibir a cuatro de sus satélites naturales: Io, Europa, Ganímedes y Calixto. Con un telescopio refractor de 6cm de apertura ya se le aprecian las bandas de su superficie y puede distinguirse la mancha roja, un torbellino muy estable que se destaca entre las nubes del planeta gaseoso. Un fenómeno interesante para observar es la danza de esos satélites que producen ocultaciones y tránsitos o proyectan sombras sobre el planeta. Existe un software gratuito de Sylvain Rondi, en internet, que permite calcular cuándo se producen esos fenómenos así como mostrar la configuración del sistema joviano en cada momento. La dirección de *Jupiter version 2* es *http://astrosurf.com/rondi/jupiter/index.htm*. Además, para los teléfonos inteligentes hay disponible un software gratuito similar, de Sean Dague, llamado *Where is Io*.

7 a 8 MET

Máximo de la lluvia de meteoros alfa Centauridas (ACE). Esta lluvia de meteoros presenta actividad entre el 28 de enero y el 21 de febrero, pero alcanza su máximo de unos 6 meteoros por hora contándolos a su paso por el cenit, el 8 de febrero a las 9:30. El punto del cual parecen emerger los meteoros se localiza próximo a la estrella Rigil Kentaurus (alfa Centauri), ubicado en las coordenadas ascensión recta (AR) = 14h y declinación (dec) = -59°. Las lluvias de meteoros son popularmente conocidas como lluvias de estrellas, por parecer que se trata de estrellas y no de ínfimas partículas que se introducen en la atmósfera y brillan por fricción. Como casi todas las lluvias australes, es más lo que no se sabe que lo que se sabe, por lo que la International Meteor Organization (IMO) pide a los observadores especial vigilancia a estas lluvias. En esta oportunidad, la Luna habrá pasado por su fase llena (el cambio de fase ocurrirá el 3 de febrero a las 20:11), por lo que la observación se verá muy dificultada por el brillo lunar.

18 OBS

La Luna nueva de febrero, que tendrá lugar a las 20:48, será una nueva oportunidad para continuar con la exploración el cielo de verano, siempre refiriéndonos a objetos difusos o de cielo profundo. Además de los ya mencionado en la Luna nueva de enero que continúan visibles, aunque un poco más temprano, en las noches de febrero, podemos ahora detener nuestra vista en el cuadrante sur y nos encontraremos con la brillante Vía Láctea austral, especialmente toda la región del navío Argos, antigua constelación mitológica griega relacionada con la aventura de Jasón y los Argonautas (entre quienes estaba nada menos que Hércules) en busca del Vellocino de Oro (el vellón del carnero alado Crisomallo). Esta constelación fue dividida, en épocas más recientes, en Carina (la quilla del navío), Vela (el velamen) y Puppis (su popa), donde se destacan la región de eta Carina, con su bella nebulosa NGC 3372, y los brillantes cúmulos galácticos NGC 3293 y 3532. Además, en el asterismo del Rombo, el brillantísimo cúmulo galáctico llamado las Pléyades australes. Todo esto accesible con binoculares o pequeños telescopios. En Vela, se encuentra un bello y destacado cúmulo globular, NGC 3201.

22 NOT EFE

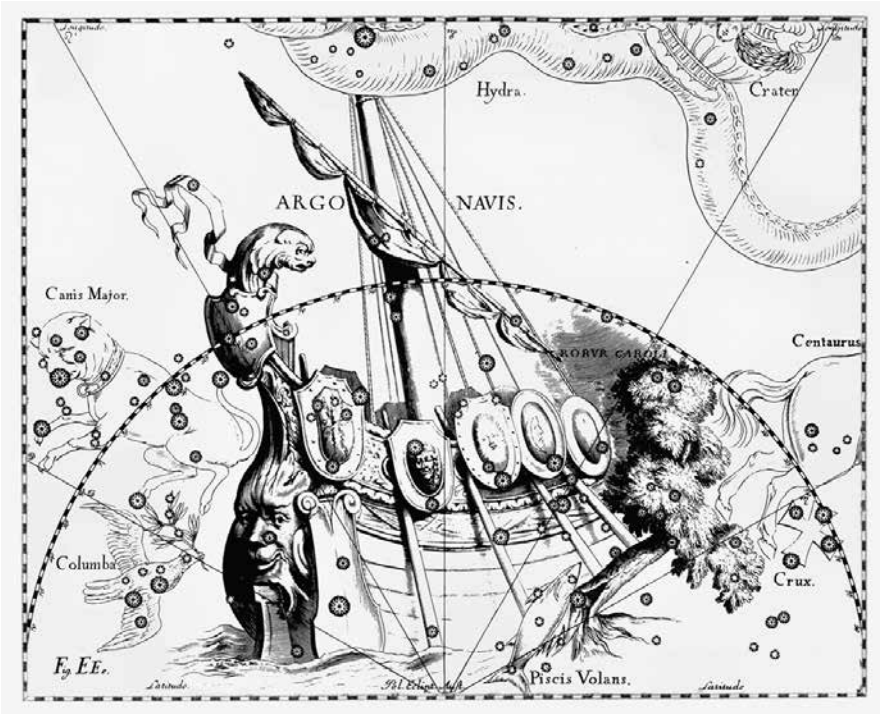
Conjunción entre Venus y Marte. Las conjunciones son eventos poco frecuentes en los cuales dos o más cuerpos celestes aparecen muy próximos en el cielo. Estos dos planetas brillantes, los más próximos a la Tierra, serán visibles con una separación de menos de medio grado (el diámetro de la Luna llena) en el crepúsculo vespertino. Para observarlo mire hacia el oeste poco después de la puesta del Sol del 22 de febrero. La máxima aproximación se producirá a las 10:23 y será de 0° 24' 30".

24 EFE

El planeta Mercurio en su máxima elongación oeste. Visible antes del amanecer, este pequeño y esquivo planeta será bien visible para los madrugadores o trasnochadores con una separación del Sol de casi 27° (exactamente serán 26,74° a las 13h).

26

El planeta Neptuno en conjunción con el Sol, a la 1, por lo que permanecerá invisible por varios días, pasando de vespertino a matutino.



La constelación antigua de Argo Navis, el navío Argos, dibujada por Johannes Hevelius en su atlas celeste *Uranometria*, de 1690.

Salida	Puesta
(1) 6:41	(1) 19:31
(15) 6:53	(15) 19:12

5 15:07

13 14:49

20 06:37

27 04:44

1 En algún momento de marzo, la sonda Messenger, de la NASA, impactará Mercurio. La última corrección orbital que puso a la nave espacial muy cercana a la superficie del planeta ha demorado hasta marzo la indefectible colisión que dará fin a tan importante misión. Esta sonda fue lanzada el 3 de agosto de 2004 y entró en órbita del planeta Mercurio el 17 de marzo de 2011.

4 EFE Los planetas Venus y Urano estarán en conjunción, por los que se los verá muy próximos en el cielo del atardecer, con solo 5,9' de separación. Desde una zona muy oscura se los podrá apreciar a simple vista ya que el brillo de Urano está en el límite de la percepción del ojo (magnitud 6,3). Pero será mejor valerse de un binocular para poder percibirlos sin contratiempos. Urano se verá a la izquierda de Venus, en la constelación de Pisces, los peces.

5 Noche de Luna llena, ya que se producirá este día a las 15:07, con la Luna en la constelación de Leo, el león.

6 El planeta Mercurio pasará por su afelio, punto en su órbita de mayor distancia al Sol, a las 17 horas.

11 EFE Los planetas Marte y Urano se encontrarán en conjunción a las 9:37, en la constelación de Pisces, los peces, separados por tan solo 17". Dado que la mayor aproximación se produce durante el día, sugerimos realizar la observación al anochecer de ese mismo día. Será necesario utilizar un binocular o un pequeño telescopio, dado que el brillo de Urano no permite apreciarlo a simple vista durante el crepúsculo.

15 MET Máximo de la lluvia de meteoros gamma Nórmidas (GNO). Esta lluvia de meteoros presenta actividad entre el 25 de febrero y el 28 de marzo, pero alcanza su máximo de unos 6 meteoros por hora contándolos a su paso por el cenit, el 15 de febrero a las 9:30. El punto del cual parecen emerger los meteoros se localiza próximo a la estrella gamma de la constelación de Norma, la regla, ubicado en las coordenadas ascensión recta (AR) = 16h y declinación (dec) = -50º. Como ocurrirá próxima a la Luna nueva (el cambio de fase se produce el 20 de marzo a las 6h37m), la observación puede verse favorecida por la baja luminosidad lunar, preferiblemente después de la medianoche, cuando el punto radiante estará bien alto sobre el horizonte.

20 A las 19h46m21s se producirá el equinoccio de otoño para nuestro hemisferio. El equinoccio se produce cuando el Sol, en su trayectoria aparente en el cielo, llamada eclíptica, cruza el ecuador celeste, que es la proyección del plano ecuatorial de la Tierra en el cielo, en este caso de sur a norte.

20 OBS ECL La Luna nueva de marzo se producirá el día 20 a las 6:37. Este día se producirá un eclipse total de Sol, a las 6:47, que solo será visible en el Ártico, por lo tanto, no lo podremos ver desde América del Sur. Pero, en la noche, tendremos oportunidad de aprovechar el cielo oscuro y sumergirnos con nuestros instrumentos en búsqueda de bellos objetos, además, claro está, de aprovechar los planetas visibles: Venus, Marte, Júpiter y Saturno. En cuanto a objetos difusos, será bueno apuntar nuestro telescopio hacia la región de la constelación de Leo, el león, que culmina a eso de las 23 horas, mirando hacia el norte. Allí nos encontraremos con una gran cantidad de galaxias, accesibles a instrumentos medianos (entre 115 y 150mm de apertura). Destacan las espirales M95, M96, NGC 3521 y el bello triplete formado por M65, M66 y NGC 3628. Por el lado de las galaxias elípticas, el sitial de honor lo lleva M105.

21 NOT OCL La Luna ocultará al planeta Marte a las 19:15. El evento solo será visible parcialmente al oeste y sur de la Argentina y al sur de Chile. Para Buenos Aires, Marte se acercará a tan solo un minuto del limbo lunar. Para el oeste y sur de la Argentina (latitudes más australes que 25°), se podrá apreciar la desaparición del planeta por detrás del disco lunar, pero no la reaparición, ya que el fenómeno se produce con la Luna de 1 día de edad y es muy poco lo que permanece sobre el horizonte.

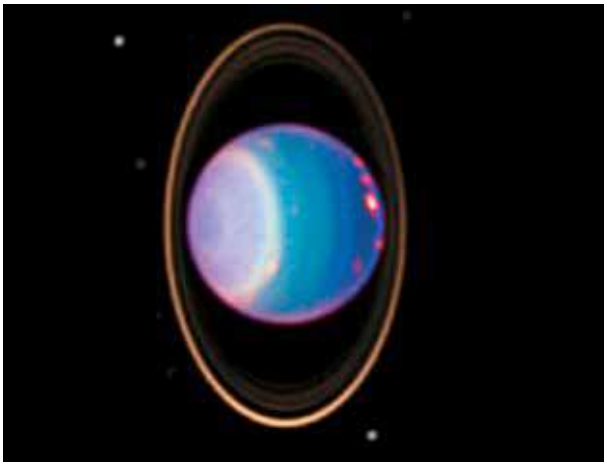


Imagen de Urano realizada por el telescopio espacial Hubble que muestra las bandas de nube, sus anillos y algunas de sus lunas. Hubble Telescopio Espacial - NASA Marshall Space Flight Center.

ABRIL

DJ 2457114 (ABRIL 1 9:00 HORA LOCAL)

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

4 9:06

12 0:46

18 15:58

25 20:56

1 Durante abril, la nave espacial Dawn de la NASA tiene prevista su primera inserción orbital al planeta enano 1 Ceres, que es el mayor cuerpo del Cinturón Principal de Asteroides que se desarrolla entre las órbitas de Marte y Júpiter. Será la primera vez que una sonda espacial sea posicionada en una órbita en torno a un planeta enano. La nave tiene propulsión iónica y los ingenieros de navegación de la NASA tienen previstos ajustes en la trayectoria durante los primeros meses de 2015, lo que no nos permite informar, aquí, el cronograma final del acercamiento y puesta en órbita.

4 ECL La Luna llena de abril se producirá a las 9:06, con la Luna en la constelación de Virgo, la virgen. Este mismo día ocurrirá un eclipse total lunar a las 9:02, pero no será visible en nuestro país pues la Luna estará bajo el horizonte.

6 EFE El planeta Urano estará en conjunción con el Sol a las 11 de la mañana. La conjunción de un planeta exterior significa la alineación entre él, el Sol y la Tierra, o sea, es el máximo acercamiento aparente al Sol, visto desde la Tierra. Obviamente, el Sol se ubicará entre Urano y la Tierra.

10 EFE El planeta Mercurio estará en conjunción superior con el Sol a la 1. La conjunción superior se produce cuando Mercurio se aproxima al Sol pero se encuentra más allá de él, en contraposición a la conjunción inferior, que se produce cuando Mercurio está entre el Sol y la Tierra.

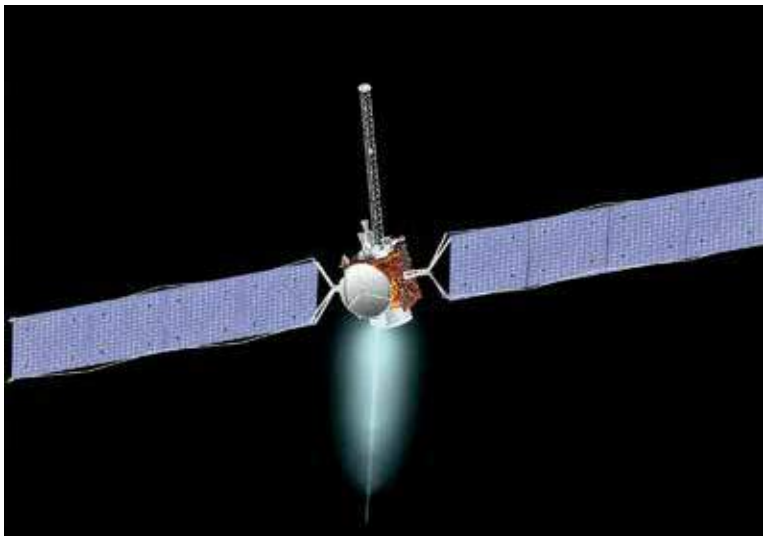
17 al 19 NOT Como todos los años, en abril, realizaremos nuestro Encuentro de Astronomía Observacional Star Party Valle Grande 2015, en el Valle Grande, San Rafael, Mendoza. Normalmente participan más de cien aficionados, estudiantes y profesionales en estos encuentros orientados a la observación astronómica, bajo uno de los cielos más privilegiados de nuestro país. Este año se celebrará la undécima edición del encuentro y, como siempre, contará con la participación de aficionados y profesionales de otros países de Sudamérica. En las diez ediciones que ya lleva (2000, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014) siempre el cielo estuvo despejado. Los aficionados concurren con sus telescopios, lo cual enriquece las posibilidades de observación, así como de la apreciación de los diferentes tipos de instrumentos, bajo ideales condiciones de observación, tanto por lo oscuro como por lo transparente del cielo. Si está interesado en participar, puede informarse mejor visitando la página del encuentro *http://institutocopernico.org/starparty.php*

18 El planeta Venus pasará por su perihelio, punto de su órbita alrededor del Sol en que se encuentra más próximo a este, a las 10 de la mañana.

18 OBS La Luna nueva tendrá lugar a las 15:58. Durante esa noche oscura será bueno apuntar nuestro telescopio hacia la región de la constelación de Virgo, la virgen, que culmina a eso de las 23 horas, mirando hacia el norte. Allí nos encontraremos con una gran cantidad de galaxias, accesibles a instrumentos medianos (entre 150 y 200mm de apertura). Algunas espirales accesibles a estas aperturas son M90, M58 y NGC 5068. Ya las elípticas e irregulares tienen varias representantes bien conspicuas, como M87, M49 o M60.

19 El planeta Mercurio pasará por segunda vez en el semestre por su perihelio, a las 17 horas. Esto se debe a que el período de traslación orbital de este planeta es de solo 88 días, por lo que completa 4 órbitas mientras la Tierra completa una.

Sonda Dawn. Nasa.gov / Wikimedia Commons



24 **MET** En esta fecha se produce el máximo de la lluvia de meteoros pi Puppidas (PPU), que están activas entre el 15 de abril y el 28 de abril, aunque su máximo se produce el 23 a las 20 horas. Su radiante se centra en la coordenadas celestes AR = 7h20m y dec = -45°. La actividad de este radiante recién comenzó a detectarse en 1972, con una notable cantidad de meteoros de corta duración con una tasa cenital de unos 40 meteoros por hora, en 1977 y 1982, ambos años en que su cometa progenitor, 26P/Grigg-Skjellerup, pasaba por su perihelio. En otras ocasiones, antes de 1982, se había detectado poca actividad pero, en 1983, se reportó una tasa cenital de 13 meteoros por hora, tal vez sugiriendo que el material haya comenzado a extenderse aún más a lo largo de la órbita del cometa, como se espera por la teoría. El paso del cometa por el perihelio, en marzo de 2008, no produjo ninguna actividad meteórica significativa en abril, pero la interferencia lunar ese año era muy importante, y afectaba la posible detección de la actividad de meteoros débiles que era lo que estaba previsto. El cometa pasó por su perihelio nuevamente en julio de 2013. Las pi Puppidas se ven mejor desde el hemisferio sur, y las observaciones útiles deben realizarse principalmente antes de la medianoche, ya que el punto radiante está muy bajo después de esa hora, aunque el máximo este año ocurre a las 2 de la madrugada. La Luna pasará por su cuarto creciente el 25 de abril a las 20:56, poniéndose cerca de la medianoche, con lo que tendrá poca interferencia en esta lluvia y se podrá realizar un importante registro para colaborar con las entidades colectoras de observaciones de meteoros, como la IMO, ya que aún no existen datos telescópicos o de video reportados en detalle.

30 **EFE** **NOT** Mercurio pasará próximo al cúmulo galáctico M45, más conocido como Pléyades. Si bien ocurrirá a las 22:29, ubicándose 1,6° al sur de ellas, a esa hora ambos están por debajo del horizonte, de modo que se lo deberá observar al atardecer, cuando ambos estén visibles sobre el horizonte oeste.

MAYO

DJ 2457144 (MAYO 1 9:00 HORA LOCAL)

Salida	Puesta
(1) 7:30	(1) 18:12
(15) 7:41	(15) 18:00

4 0:43

11 07:37

18 1:14

25 14:20

4 La Luna llena de mayo se producirá a las 0:43, con la Luna en la constelación de Libra, la balanza.

6 **MET** La lluvia de meteoros eta Aquaridas (ETA), que está activa entre el 19 de abril y el 28 de mayo, tendrá su máximo el 6 de mayo. Esta lluvia está asociada a los restos que va dejando a su paso el cometa 1P/Halley, por lo cual presenta una interesante tasa horaria cenital de 60 meteoros. Su radiante se centra en AR = 22h24m y dec = -1°, y es una de las lluvias más notables del hemisferio sur, pues presenta esporádicos bólidos muy brillantes. Si bien en 2007 prácticamente mostró escasos meteoros, entre 2008 y 2011 su actividad se incrementó fuertemente y se supone que este año debería decrecer. Será bueno, aunque difícil, verificarlo, pues la Luna interferirá mucho, ya que la Luna llena habrá ocurrido el 4 de mayo, a las 0:43. Debe observarse avanzada la noche.

7 **EFE** El planeta Mercurio pasará por su máxima elongación este a las 2:00, esto implica que será el momento más favorable para verlo durante el anochecer de este día, pues estará separado del Sol por 21,17°. Mercurio será algo brillante, alcanzando la magnitud 0,47 y estará en la constelación de Taurus, el toro.

18 **OBS** La Luna nueva se producirá a la 1:14. Se pueden aprovechar las noches oscuras de esta fase lunar para escudriñar el cielo profundo, y mayo es el mes en que la constelación de la Cruz del Sur (Crux) culmina a las 21 horas. Así que tendremos bien a tiro al bello cúmulo galáctico kappa Crucis, el famoso joyero, que encierra sus gemas estelares brillantes y de diferentes colores, accesible a cualquier instrumento. También tenemos a la notable constelación trapezoidal de Corvus, el cuervo, en cuyo límite con la constelación de Virgo, la virgen, reside una de las más notables galaxias espirales vistas de canto, la famosa galaxia del Sombrero, M104. Más hacia el cenit, la constelación de Hydra, con su muy bella y accesible galaxia espiral barrada M83 y el cúmulo globular M68.

22 **EFE** El planeta Saturno estará en oposición con el Sol a las 22. Esta particular alineación se produce cuan-

do el planeta exterior se ubica en posición opuesta al Sol respecto de la Tierra. En tal posición es posible observar al planeta durante toda la noche, pues sale cuando el Sol se pone y su visibilidad se extiende entre ambos crepúsculos, cruzando todo el cielo nocturno desde el cuadrante este hasta el oeste. Este año Saturno presenta sus anillos bien inclinados respecto de nuestro plano de observación, permitiendo apreciar toda su belleza. Para percibirlos no será necesario ningún gran instrumento, ya que un telescopio de 6 o 7cm de apertura es suficiente para distinguirlo. Ya con un telescopio algo mayor, de 10 o 15 cm de apertura, se podrá apreciar la llamada división de Cassini entre los anillos más notables y aparecerán, nítidamente, sus satélites naturales más brillantes, Titán y Rhea. La oposición es tres días después de la Luna nueva, que se producirá el día 18, por lo que las condiciones de observación serán óptimas, pues el cielo estará completamente oscuro cuando Saturno esté alto sobre el horizonte, cerca de las 22, ofreciendo el mejor contraste pata percibir los más finos detalles de los anillos y del disco planetario, que es la cambiante atmósfera de este planeta gigante gaseoso. Un fenómeno interesante para observar, si contamos con un telescopio de mayor diámetro, es la danza de sus satélites naturales, de los cuales podremos percibir Tethys, Encelado y Dione, próximos a los anillos y más brillantes que magnitud 12.

30 Mercurio estará en conjunción inferior con el Sol a las 14 horas. La conjunción inferior se produce cuando un planeta interior a la órbita terrestre se alinea con la Tierra y el Sol, pero se ubica entre ambos.

La famosa galaxia del Sombrero (M104) es una galaxia espiral cercana brillante. La prominente franja de polvo y el halo de estrellas y cúmulos globulares dan a esta galaxia su nombre. Algo muy enérgico está pasando en el centro del Sombrero, pues se ha detectado mucha luz en rayos X de él. Esta emisión de rayos X, junto a velocidades estelares centrales inusualmente altas, causa que muchos astrónomos especulen que un agujero negro se encuentre en el centro del Sombrero, un agujero negro de mil millones de veces la masa del Sol. NASA/ESA Wikimedia Commons

Salida	Puesta
(1) 7:52	(1) 17:51
(15) 7:59	(15) 17:50

2 13:21

9 12:43

16 11:06

24 8:04

2 Noche de Luna llena pues el cambio de fase tendrá lugar a la 13:21.

6 EFE Venus pasará por su máxima elongación este; esto quiere decir que será el momento de su máxima separación del Sol, alcanzando algo más de 45° (exactamente, 45,438° a las 16h). Esto permitirá ver a Venus más tiempo después de la puesta del Sol, hasta entrada la noche, ya que se pondrá a las 21:05. Venus estará en la constelación de Cancer, el cangrejo.

13 El planeta Venus, que continuará en la constelación de Cancer, pasará muy próximo al muy brillante cúmulo abierto M44, conocido como el pesebre o el panal de abejas, a tan solo un diámetro lunar, a las 13:38. Se lo podrá observar, fácilmente, a simple vista o con binoculares, al comienzo de la noche.

14 Marte estará en conjunción con el Sol a las 12 horas, lo cual hará que permanezca invisible, desde la Tierra, hasta el semestre siguiente, en que lentamente pasará a ser matutino.

16 OBS La Luna nueva de junio tendrá lugar en este día, exactamente a las 11:06. Cada Luna nueva se abre la posibilidad de explorar el cielo en busca de disfrutar de los objetos más tenues. Para este mes sugerimos ocuparnos de los cúmulos, tanto los galácticos como los globulares. Para los primeros, nada mejor que apuntar nuestro telescopio a la constelación de Norma, la regla, que culmina a las 22:30. Allí nos encontraremos con el brillante cúmulo galáctico NGC 6067, aunque también tenemos a NGC 6134, 6152 y el pequeño y disperso NGC 6087. Para cúmulos globulares, en cambio, conviene apuntar a la constelación de Ophiuchus, el serpentario, que culmina a las 23:30. Allí están M10 y M12. Pero el cúmulo globular más brillante del cielo y por lo tanto fuera de toda comparación es Omega Centauri que, en esa noche, culminará a las 20.

18 Equinoccio de primavera boreal en Marte.

21 Este año tendremos el solsticio de invierno, para nuestro hemisferio, el 21 de junio exactamente a las 13h39m01s. El solsticio de invierno se produce cuando el Sol alcanza la menor altura posible sobre el horizonte norte al mediodía solar que, por cierto, no coincide con la hora civil de las 12 del mediodía, sino con el momento cuando el Sol cruza el meridiano del lugar, que se determina uniendo los puntos cardinales norte y sur.

Fred Hoyle. Wikimedia Commons

24 EFE NOT El planeta Mercurio pasará por su máxima elongación oeste a las 17 horas; esto implica que será el momento más favorable para verlo durante el amanecer de este día, pues estará separado del Sol por 22,47°. Mercurio será algo brillante, alcanzando la magnitud 0,7, y estará en la constelación de Taurus, el toro, entremezclado en el cúmulo de las Hyades, próximo a la rojiza Aldebarán.

24 BIO En un día como hoy, pero un siglo atrás, nacía el científico, profesor universitario y escritor de ciencia-ficción inglés Fred Hoyle (1915-2001). Se trató de un astrónomo muy controvertido, principalmente por su rechazo a la teoría del Big Bang, a la que él así bautizó con sorna, pero también por haber cuestionado dos premios Nobel de Física. Entre su destacada contribución a la astronomía, además de su extensa labor de divulgación con excelentes libros, cabe mencionar su teoría de la *nucleosíntesis*, que explica cómo se gestaron los elementos químicos más pesados que el helio, en el interior de las estrellas y en las explosiones de supernovas que, hasta ahora, es la mejor explicación y la más aceptada por la ciencia.

30 EFE NOT Los planetas más brillantes, Venus y Júpiter, estarán en conjunción el 30 de junio a las 19:30:08, separados por tan solo 0° 20' 16", bastante menos del diámetro aparente de la Luna llena. Se los podrá observar a unos 18° sobre el horizonte del cuadrante oeste, en ese horario.

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

Suscríbase al conocimiento

Si lo apasiona la ciencia y el descubrimiento... no puede dejar pasar esta oportunidad

SUSCRIPCIÓN por 6 (seis) números

☐ **ARGENTINA: $ 260** ☐ **EXTRANJERO: US$ 40 + ENVÍO**

Complete si paga con tarjeta de crédito. No omita su firma y envíe copia de esta hoja con sus datos por e-mail a *contacto@cienciahoy.org.ar* o por fax a (011) 4961-1824 o 4962-1330.

Complete con sus datos:

Deseo suscribirme a partir del Nº _____

Nombre: _____

Dirección: _____

Localidad: _____ Prov: _____

C.P.: _____ Teléfono: _____

E-mail: _____

COSTO DE ENVÍO
Países limítrofes de la argentina: **US$ 33**
Resto de América: **US$ 54**
Resto del mundo: **US$ 60**

American Express ☐ Visa ☐

Tarjeta Nº: _____

Código de seguridad: _____ Vencimiento: _____

Banco emisor: _____

Tipo de tarjeta (gold, plateada, etc): _____

Nombre (*como figura en la tarjeta*): _____

Tipo y número de documento: _____

Firma: _____

Como titular de la tarjeta mencionada deseo que el importe de ☐ $260 ☐ US$ 40 (marcar lo que corresponda) correspondiente a la suscripción de la revista Ciencia Hoy se debite automáticamente en mi cuenta.

Complete si paga con cheque, giro postal, transferencia o depósito. Emita el cheque a nombre de la Asociación Civil Ciencia Hoy y mándelo con copia de esta hoja con sus datos. Si hace una transferencia o depósito, hágalo a la caja de ahorro 4191884-2 003-7 de la Asociación Civil Ciencia Hoy, CUIT: 33-62775953-9, en el Banco de Galicia, CBU: 0070003030004191884279. Mándenos copia del comprobante de pago y de esta hoja con sus datos por e-mail a *contacto@cienciahoy.org.ar* o por fax a (011) 4961-1824 o 4962-1330.

Cheque de Banco: _____ Nº _____ Giro Postal Ordinario Nº _____

CIENCIAHOY

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

También puede obtener una copia de esta hoja pidiéndola por e-mail a contacto@cienciahoy.org.ar o entrando a la página http://cienciahoy.org.ar/suscripcion-la-revista-ciencia-hoy/

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