

CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 31 número 183 diciembre 2022 - enero 2023

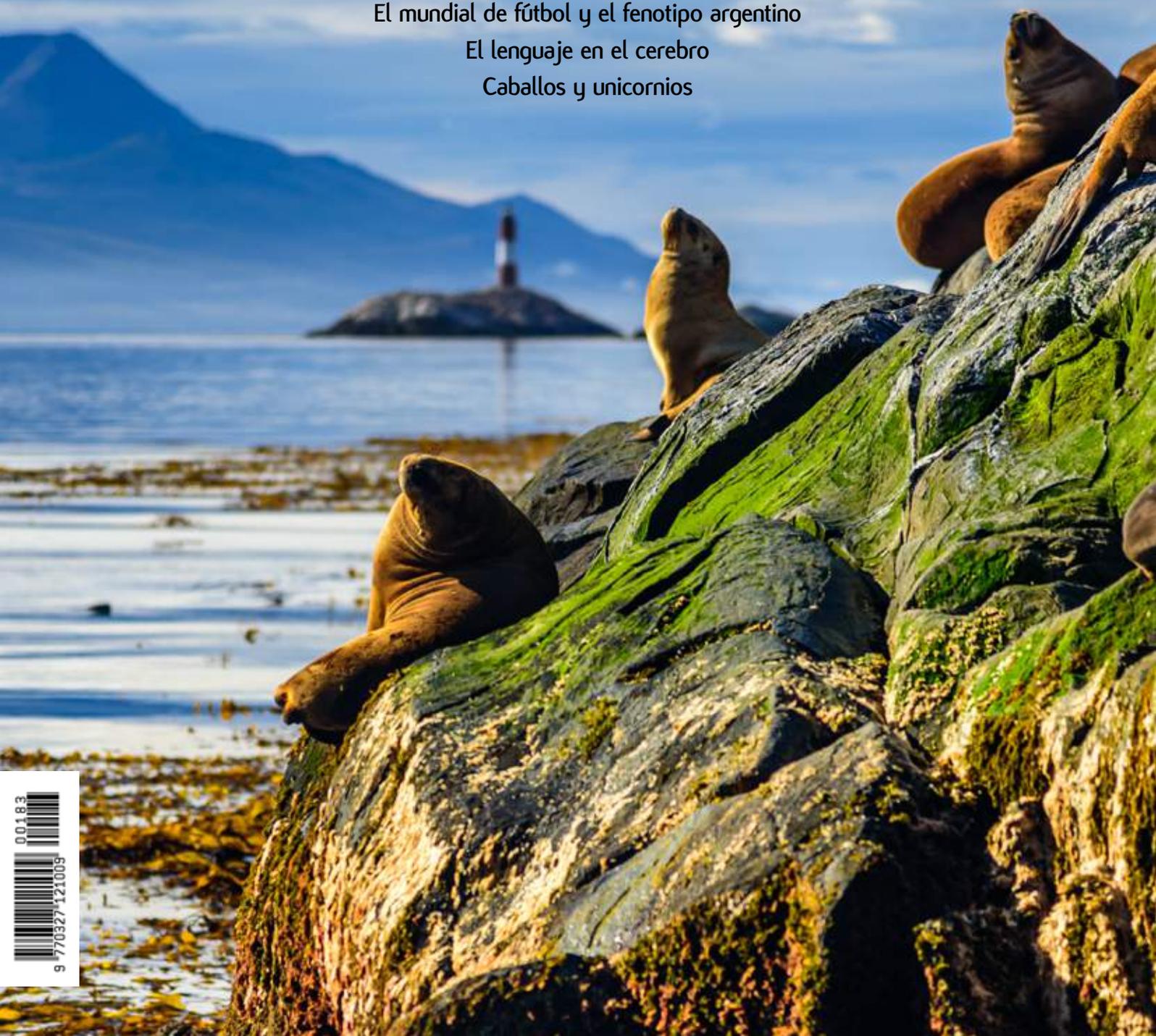
www.cienciahoy.org.ar

Fauna marina y el ser humano en el fin del mundo

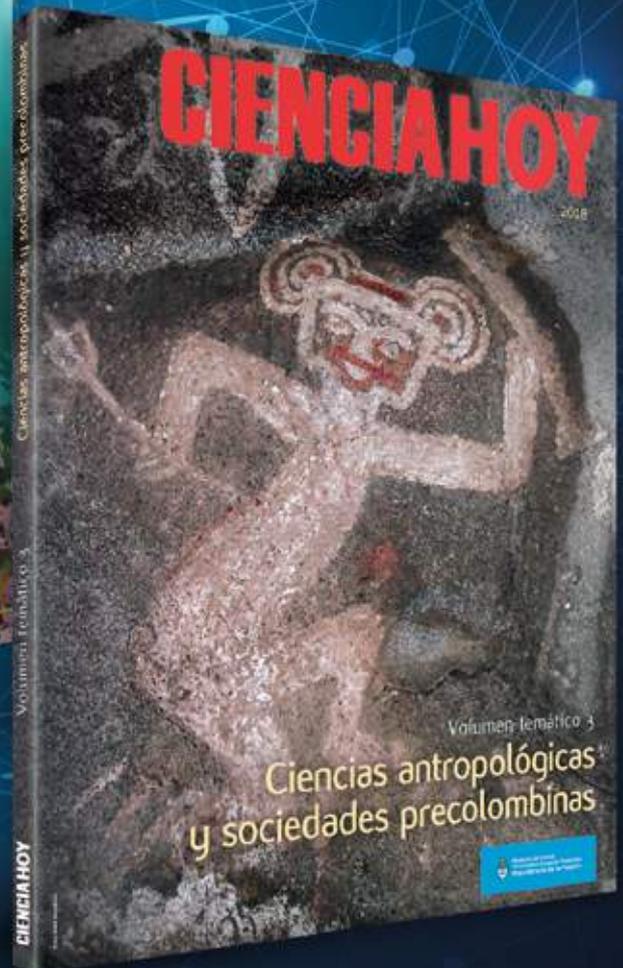
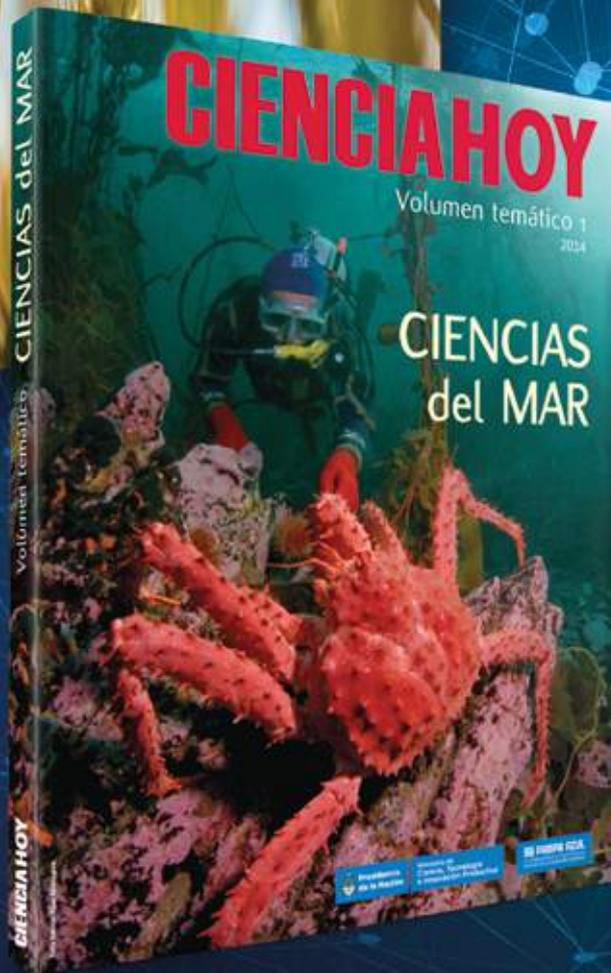
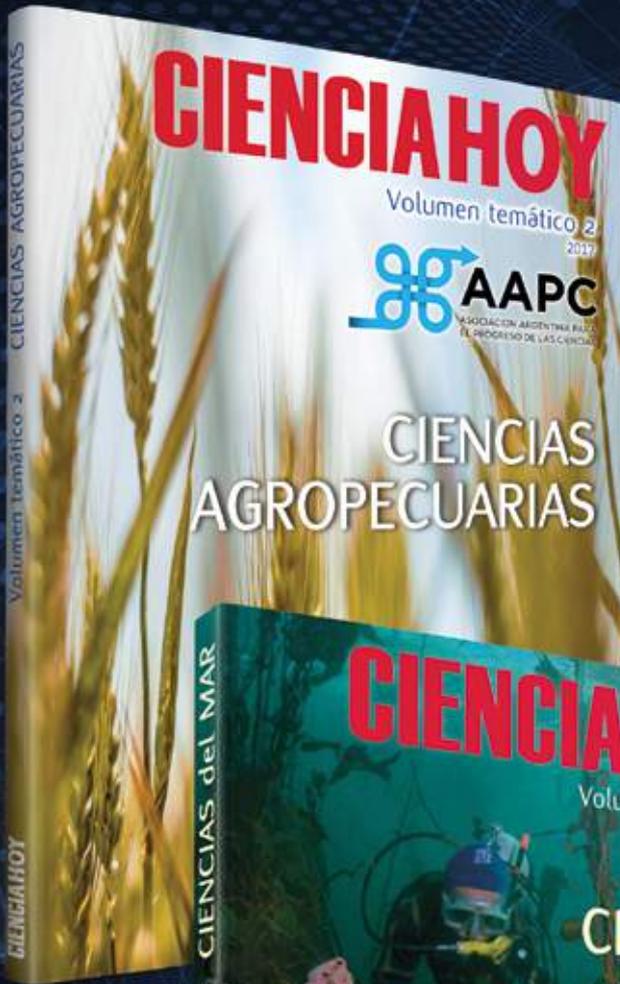
El mundial de fútbol y el fenotipo argentino

El lenguaje en el cerebro

Caballos y unicornios



CIENCIA HOY CONTINÚA CON SUS VOLÚMENES TEMÁTICOS



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

 @CienciaHoyOK  RevistaCienciaHoy  (+54 911) 4029 6033

Propietario: ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Director: Aníbal Gattone

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

Sede: Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5° A (C1193AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel.: (011) 4029 6033

Correo electrónico: contacto@cienciahoj.org.ar

cienciahoj.org.ar

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

Editores responsables

Patricia Ciccioli

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

Federico Coluccio Leskow

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján. Conicet

Cristina Damborenea

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

Alejandro Gangui

Instituto de Astronomía y Física del Espacio, UBA-Conicet

Aníbal Gattone

Universidad Nacional de San Martín

Karina V Mariño

Instituto de Biología y Medicina Experimental-Conicet

Mariano I Martínez

Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia-Conicet

Santiago Francisco Peña

Departamento de Humanidades y Artes, UNIPE-Conicet

Roberto R Pujana

Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia-Conicet

Julia Rubione

Instituto de Investigaciones en Medicina Traslacional. Universidad Austral-Conicet

Consejo científico

José Emilio Burucúa (UNSAM), Ennio Candotti (Museo de Amazonia, Brasil), José Carlos Chiamonte (Instituto Ravnani, FFyL, UBA), Jorge Crisci (FCNYM, UNLP), Roberto Fernández Prini (FCEN, UBA), Stella Maris González Cappa (FMED, UBA), Francis Korn (Instituto y Universidad Di Tella), Juan A Legisa (Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética, UBA), Eduardo Míguez (IEHS, Unicen), Felisa Molinas (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), José Luis Moreno (Universidad Nacional de Luján), Gustavo Politis (Departamento Científico de Arqueología, FCNYM, UNLP) y Fidel Schaposnik (Departamento de Física, FCE, UNLP)

Secretaría del comité editorial

Paula Blanco

Representante en Bariloche

Andrea Bellver (Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche); Av. Ezequiel Bustillo, km 9,5 (8400) San Carlos de Bariloche, Prov. de Río Negro

Suscripción digital

ARGENTINA:

Por un año, \$5400

Por dos años, \$8500

EXTRANJERO

Por un año, US\$ 15

Por dos años, US\$ 25

cienciahoj.org.ar/suscripcion/

Diseño y realización editorial

Estudio Massolo
Guatemala 4627, 6° C (C1425AAO)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Correo electrónico: estudiomassolo@gmail.com

Corrección

Mónica Urrestarazu

COMISIÓN DIRECTIVA

Omar Coso (presidente), María Semmartin (vicepresidente), Aníbal Gattone (tesorero), Alejandro Gangui (protesorero), Paulina Nabel (secretaria), Diego Golombek (prosecretario), Hilda Sabato, Cecilia Kunert, Galo Soler Illia y Karina Mariño (vocales).

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.

ISSN 0327-1218

N° de registro DNDA: en trámite

Sumario



Diciembre 2022 - enero 2023

Volumen 31 - número 183

EDITORIAL

4 La Argentina y sus Argentinas: honor deportivo y dicotomías fenotípicas

8 Cartas de lectores

HACE 25 AÑOS EN CIENCIA HOY

10 Volumen 7, número 41 - 1997

12 Grageas

ESPACIO INSTITUCIONAL DEL CONICET

14 Ciencia en tu vida

BESTIARIO

18 Caballos cimarrones

Franco Bostal, Sergio Zalba y Alberto Scorolli

Los caballos cimarrones son animales domésticos que escapan del control humano. En la Argentina fueron muy abundantes en el pasado y actualmente existen distintas poblaciones que incluyen a las del Parque Provincial Ernesto Tornquist, en las serranías de Ventana, provincia de Buenos Aires. Cuando crecen sin el control de predadores, pueden producir un serio impacto ambiental que impide cumplir el objetivo fundamental de conservar la biodiversidad, por lo que su manejo se vuelve prioritario. El carácter especialmente carismático de los caballos y su fuerte arraigo en nuestra cultura agregan una dimensión más a este desafío. El grupo de investigación de los autores estudia esta población y el ecosistema de pastizal que habita. En este artículo se expresan algunas claves para diseñar una estrategia de manejo adecuada.

BESTIARIO

23 Representaciones del unicornio, de la Antigüedad al Medioevo

Nilda Guglielmi

El unicornio es una figura especialmente rica desde un punto de vista simbólico. Este texto se concentra en la evolución y las fuentes de sus representaciones en Occidente, con un énfasis particular en la Baja Edad Media.

BESTIARIO

26 Historia natural del unicornio: los animales fantásticos en la transición del Medioevo al Renacimiento

Miguel de Asúa

En este artículo, el autor encuentra en la figura del unicornio una clave de lectura para saber hasta qué punto pueden entenderse continuidades y rupturas en las concepciones de la naturaleza renacentistas con respecto a la tradición medieval y tardoantigua.

ARTÍCULO

35 Las lagunas pampeanas del sureste bonaerense: una historia de 12.000 años

Claudio G De Francesco, Gabriela S Hassan, Silvina Stutz, Guillermina Sánchez Vuichard y Marcela S Tonello

El estudio del registro sedimentario de las lagunas y de los restos de organismos permite inferir las condiciones paleoambientales y paleoclimáticas en las que se formaron y su evolución en el tiempo. El análisis del registro de los últimos 12.000 años de las lagunas

del sureste de la provincia de Buenos Aires permite reconstruir sus historias y sus evoluciones relacionadas con los factores naturales (por ejemplo, cambio climático, variaciones del nivel del mar) y antrópicos que afectaron la dinámica de estos sistemas acuáticos. La valoración de estos ambientes naturales es de importancia dada su sensibilidad tanto a los cambios externos como a los cambios globales.

ARTÍCULO

41 El lenguaje en (casi todo) el cerebro

Lucas Federico Sterpin, Agustina Birba y Adolfo M García

La idea más diseminada sobre la base cerebral del lenguaje es que esta función se asienta en un conjunto estrecho de regiones frontales y temporales del hemisferio izquierdo. Sin embargo, esta concepción se ve problematizada por múltiples hallazgos de las neurociencias cognitivas. En este artículo nos valemos de tales descubrimientos para replantear qué entendemos por 'áreas lingüísticas del cerebro'.

ARTÍCULO

45 La fauna marina y el ser humano en el fin del mundo

Andrea Raya Rey, Samanta Dodino, Amira Salom y Ulises Balza

La relación entre humanos y naturaleza es dinámica y compleja. En muchos momentos históricos de Tierra del Fuego el interés económico prevaleció sobre otros, con graves consecuencias para la biodiversidad. Aquí analizamos pasado, presente y futuro de esta dinámica.

OPINIÓN

51 Matemática y geografía: una historia compartida Parte 2: la geografía inspira a la matemática

Pablo Miguel Jacovkis

En ocasión de su admisión a la Academia Nacional de Geografía como académico titular, en 2022, el profesor Pablo Jacovkis ofreció una disertación sobre la interrelación entre ambas disciplinas. CIENCIA HOY decidió publicarlas en cuatro partes de lectura independiente. Esta es la segunda.

ARTÍCULO

54 La filosofía y las artes liberales

Natalia Jakubecki

Este artículo se propone reconstruir la genealogía de las 'artes liberales', un conjunto de disciplinas o *artes* que tiene su origen en el mundo clásico y alcanza su apogeo durante la Edad Media, convirtiéndose en la base del desarrollo de los estudios superiores y científicos durante la modernidad.

ILUSIONES Y JUEGOS MATEMÁTICOS

61 Crossfit cerebral N.º 15

La Argentina y sus Argentinas: honor deportivo y dicotomías fenotípicas

El año 2022 será recordado en nuestro país por un acontecimiento histórico como fue la obtención del máximo honor posible en el fútbol internacional: la Copa del Mundo. El desempeño excepcional de la selección nacional coincidió con (tal vez provocó) una intensa identificación con la sociedad. Por ser el deporte más practicado, visto, estudiado, analizado, amado del país, durante los últimos meses del año hemos asistido a debates de naturaleza técnica, táctica y estratégica sobre las virtudes y los vicios de la selección argentina y de algunos de sus jugadores más representativos.

Tanto el equipo como el cuerpo técnico fueron mercedadamente elogiados por propios y ajenos, incluso por antiguos críticos, no solo por el alto nivel demostrado en el plano del juego sino también por su comportamiento honorable y por su discurso analítico, transparente y sereno. Hay quienes sostienen que la actual selección provocó una identificación casi unánime con la sociedad, no solo entre los siempre indómitos amantes del fútbol, sino que también atrajo a una gran cantidad de aficionados en general poco proclives al entusiasmo deportivo. Esto puede deberse, como se ha sostenido, a los valores que parecen transmitir tanto los futbolistas como el cuerpo técnico, tales como la humildad, la templanza, el coraje, el hambre de gloria. Para una sociedad golpeada por una crisis estructural social, política, económica y cultural, este resultado deportivo puede haber funcionado como un catalizador.

Por otra parte, la composición del plantel parece a simple vista representativa de lo que sucede cada día en cada cancha o potrero del país. Es decir, todo aquel jo-

ven adulto que juegue regularmente al fútbol probablemente haya encontrado en algún club, torneo o partido a algún futuro jugador de la selección. En este sentido, difícilmente algún argentino o habitante del país haya sentido la necesidad de reflexionar acerca de la composición étnica del equipo. Sin embargo, inesperadamente, aquel debate tuvo lugar y durante algunos días académicos, periodistas y usuarios de redes sociales dedicaron su tiempo a discutir sobre las características fenotípicas del plantel mientras este disputaba su camino hacia el título.

En efecto, la efervescencia local por el gran desempeño del equipo se vio transitoriamente enrarecida cuando el periódico norteamericano *The Washington Post* publicó un artículo intitulado ‘¿Por qué la Argentina no tiene más jugadores negros en la Copa del Mundo?’. El artículo apareció en una columna que el diario inició en 2017 y que se denomina ‘Made by history’, a la cual referimos intencionalmente primero en inglés (aunque su traducción es sencilla: ‘Hechos por la historia’) porque hace referencia a una frase del pastor y luchador por la igualdad de derechos raciales Martin Luther King Jr, quien se había dirigido a su congregación afirmando que ‘Instead of making history, we are made by history’ (‘En lugar de hacer historia, estamos hechos por la historia’).

La columna está curada por profesores universitarios de historia y antropología, y recibe aportes espontáneos de quienes deseen expresarse en ella con conocimiento. El artículo al que nos hemos referido en el párrafo anterior estaba firmado por Erika Denise Edwards, autora de un libro intitulado *Hiding in Plain Sight: Black Women, the Law and the Making of a White Argentine Republic* (‘Ocultándose a la vista: mujeres negras, la ley y la creación de una Re-

pública Argentina blanca', Universidad de Carolina del Norte en Charlotte, 2020) y actualmente profesora asociada en la Universidad de Texas en El Paso.

El libro de marras es el resultado de su tesis doctoral y está basado en su experiencia como estudiante extranjera en la Argentina y, más precisamente, en la ciudad de Córdoba. La tesis principal de su obra es que la ausencia de gente negra en la Argentina no se debe a su escasez (aunque algo contradictoriamente menciona el censo de 2010 que pone la cifra absoluta en casi 150.000 personas, o sea algo menor al 0,4% de la población), sino a un anhelo de modernidad de las clases dirigentes locales de la primera mitad del siglo XIX, ejecutado con firmeza durante la segunda mitad. Estas clases dirigentes, cuya inspiración era naturalmente Europa, tenían en el horizonte a Gran Bretaña, Francia y Alemania, que actuaban además como espejo en donde reflejarse. El concepto que la autora adelanta es que, a partir del siglo XIX, durante la construcción de nuestra nación, la *negritud*, lo mismo que el mestizaje, era un obstáculo al desarrollo y al progreso (aquí la autora cita a Sarmiento y su *Civilización y barbarie*, 1845), y que por lo tanto debía ser 'borrada' del tejido social.

La autora descalifica lo que llama mitos locales para explicar esta ausencia: por un lado, su rol activo en las guerras y, en segundo lugar, como consecuencia del primero, el hecho de que las mujeres negras no tuvieron más alternativas que casarse, cohabitar o mantener relaciones con hombres de origen europeo, 'blanqueando' así a su descendencia. Un tercer mito, desde su punto de vista, habría sido el efecto de las epidemias del siglo XIX. Edwards sostiene, en cambio, que la suerte social dependía de su 'blancura'. La población afroargentina no se habría esfumado de la historia argentina por los 'mitos' enunciados, sino porque de ello dependía su supervivencia en la sociedad. Argumenta que las mujeres negras actuaron, consciente o inconscientemente, para tener hijos que pudiesen ser vistos con más aceptación por una sociedad que se veía a sí misma como blanca.

Como decíamos, la columna de Edwards generó un gran revuelo. Inmediatamente, los medios se hicieron eco de la pregunta del título y las redacciones y las redes sociales, principalmente, se vieron inundadas por apoyos por un lado y críticas por el otro a las tesis expuestas. Las conclusiones rimbombantes de la autora se vieron amplificadas por las circunstancias en que fueron enunciadas. Sin embargo, la legítima pregunta de por



qué la Argentina tiene menor proporción de población de origen africano en comparación con el resto de América requiere a su vez su propia crítica.

Más allá de los argumentos del artículo, varios de ellos ciertamente especulativos y otros tantos imprecisos, lo que sabemos es que la proporción de población afroargentina al compararla con otras realidades americanas siempre fue relativamente más baja porque ni en Buenos Aires ni en el interior se desarrollaron economías de trabajo intensivo como las plantaciones de algodón o azúcar características de Brasil, el Caribe o el sur de los Estados Unidos, que recurrían al trabajo esclavo o forzado a gran escala. La población esclava y, tras la independencia, simplemente de origen africano, cumplía en el actual territorio argentino, en general, tareas domésticas o, una vez comenzado el desarrollo agropecuario pampeano y litoral, se empleaba como mano de obra rural dispersa, donde convivían personas de origen indio, europeo, africano, y derivaba en altos grados de mestizaje —la odisea de Martín Fierro empieza cuando mata 'a un negro', sin ir más lejos—.

Como leíamos en un artículo publicado en *CIENCIA HOY* (141: 27) hace algunos años: '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 ejér-

cito, 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'. En efecto, se encuentran negros en la literatura del siglo XIX en las pulperías, en las calles, en el ejército, y no pareciera que hablaran con algún dialecto particular, que frecuentaran lugares separados o exclusivos o que fueran devotos de otras religiones. No es tan difícil de deducir por qué, considerando que ni ellos ni sus antepasados vivían en comunidad (como sucedía en las plantaciones).

Esto último se explica, además, por un rasgo particular de la trata esclavista atlántica y es que, si bien eran traídos de regiones y etnias vecinas de la costa atlántica del continente africano, la captura apuntaba específicamente a niños, jóvenes y hombres con cierta textura física apta para el trabajo duro, y se buscaba aislar al cautivo de su familia y de su pueblo para que fuera más vulnerable y dócil y se neutralizaran potenciales rebeliones organizadas. Entonces, difícilmente fuera trasladada una familia entera (más difícilmente un pueblo entero) y, en el caso de que eso sucediera, no siempre comparti-

rían barco o destino. Tras el paso de las generaciones, el resultado podía ser que, una vez abolida la práctica infame de la esclavitud en el Río de la Plata, los libertos (tal vez ya de segunda o tercera generación) no encontrarán lazos familiares ni comunitarios de su lugar de origen a su alrededor, sino que sus vínculos sociales fueran con la sociedad abierta.

Este punto también es importante porque nos libera de la dicotomía ramplona que opone dos constructos llamados *whiteness* y *blackness*. Así como ser 'blanco' es algo extremadamente diverso y variable (desde un celta irlandés hasta un eslavo croata y desde un escandinavo noruego hasta un godo castellano, ni hablar de la población americana como nosotros), también ser 'negro' abre un inmenso abanico de posibilidades (porque no es lo mismo ser de origen zulú que etíope). Deberíamos decir, incluso, que en términos genéticos, la población negra africana es mucho más diversa que todo el resto del espectro cromático. Uno de los problemas al dividir al *Homo sapiens* en razas es que cantoneses, bengalíes o suecos, por ejemplo, tienen menos diferencias genéticas entre sí que las que encontramos entre yorubas y bantúes. Incluso las poblaciones aborígenes de Oceanía y América tienen más familiaridad genética con la realeza

europea en comparación a la que tienen los pigmeos con cualquier otro grupo de población negra.

Podríamos decir incluso que la humanidad es negra y que será más negra aún conforme continúe el mestizaje, ya que es ahí donde se encuentra mayor diversidad genética. Si a esto le sumamos los cruces entre indígenas, europeos, africanos, mesorientales, etcétera, que han tenido lugar en la Argentina desde tiempos coloniales y que se intensificó aún más tras las grandes olas inmigratorias del siglo XIX y XX, el planteo de la profesora Edwards resulta realmente estrecho de miras. ¿Dónde empieza la *blackness*, en qué grado de pigmentación? ¿Los cabileños, caracterizados por su piel blanca, serían *whites* o *blacks*? ¿El criterio es cromático, cultural, idiomático, religioso, social? No queda claro si en el centro del análisis se pone la pigmentación de la piel o alguna otra dimensión no suficientemente explicitada. Si el criterio es identitario, entonces pertenece es-



Foto Beatriz Sivrent. Flickr.com

trictamente al plano político y en ese plano deberá ser legítimamente considerado, con la precaución de evitar sostenerlo con supuestos estándares científicos. Si el criterio es cromático o fenotípico, entonces la autora del artículo probablemente no haya prestado suficiente atención a la diversidad étnica y fenotípica argentina. Frente a la gran cantidad de colectividades presentes en la Argentina, uno podría incluso concluir que la cantidad de estudios dedicados a la población de origen africano es desproporcionada (sobrerrepresentada) con relación a los escasos estudios que encontramos sobre comunidades muy presentes en la historia argentina, como polacos, mocovíes, sirios, vascos, armenios, bávaros, rumanos, occitanos, escoceses, guaraníes, calabreses, judíos sefardíes, galeses, griegos, etcétera.

Es probable, entonces, que el debate haya sido mal planteado. La Argentina está conformada por personas de orígenes étnicos bien diversos que, a diferencia de otras realidades americanas (incluyendo, especialmente, Norteamérica, donde la distinción étnica es parte constitutiva de sus tradiciones sociales y políticas), desarrollaron una sociedad bastante más homogénea en términos identitarios. Para ser más precisos: desde las guerras de independencia, que fueron enfáticamente abolicionistas y derivaron en igualdad ante la ley para todos sin distinción étnica o de origen, la Argentina nunca desarrolló legislación excepcional en función o en perjuicio de tal o cual grupo étnico. El debate sobre la negritud y el mestizaje, en todo caso, no estaba anclado necesariamente en una dimensión racial sino social. Es cierto que muchos de nuestros próceres pensaban que África era sinónimo de atraso social, político, económico, etcétera, pero ese diagnóstico no respondía en general a fundamentos biológicos racistas, aunque uno encuentre, ciertamente, perspectivas de ese tipo también. En cuanto europeos de origen, el objetivo era reproducir en América las virtudes de la civilización occidental, que era la propia, y aun así Manuel Belgrano y tantos otros llegaron a plantearse la posibilidad de instaurar una monarquía incaica. No es descabellado que intentaran imitar ese modelo. En términos de hoy, se lo podrá considerar 'etnocéntrico', pero es difícil no encontrar los mismos mecanismos 'etnocéntricos' en todas las civilizaciones, incluyendo las propias sociedades africanas, sobre todo cuando advertimos que la captura y venta de esclavos en el continente era perpetrada por otros pueblos africanos, ajenos a cualquier tipo de familiaridad identitaria de carácter cromático. El argumento racial no sería, entonces, el más pertinente para comprender la historia de la Argentina reciente.

Para retomar al caso puntual de la selección nacional, como decíamos, allí se encuentran perfectamente representados los niños y jóvenes que juegan en cualquier

cancha o potrero del país. Al ser un deporte que se desarrolló inicialmente en las ciudades portuarias del Río de la Plata y el litoral por influencia inglesa y que paulatinamente se extendió por el resto del país, no produce ninguna sorpresa que al menos el 80% de los jugadores sean oriundos de aquellas regiones y tampoco que sean de origen español, italiano, francés o incluso irlandés. Por otra parte, el mestizaje ha sido una práctica tan común y extendida en estas latitudes que es altamente probable que entre los jugadores de la selección (tanto como entre los miembros del comité editorial y de la comunidad de lectores de nuestra revista) encontremos en sus genotipos presencia de ancestros noreuropeos, mediterráneos, indígenas, africanos, orientales. Un estudio sobre la ancestralidad de la población argentina a partir de datos de ADN demuestra esta mezcla genética, donde se observa disparidad entre los genes asociados a herencia paterna y materna. Nuestros genes paternos son 94,1% de origen europeo mientras que los maternos provienen mayoritariamente de nativos americanos, 53,7% para ser precisos. Por otro lado, los genes de origen africano representan alrededor del 4%, un orden de magnitud más que lo reportado por el censo.

El camino de formación de un deportista es, por su propia naturaleza, enteramente meritocrático en cada etapa de formación, y en el fútbol en particular desde infantiles hasta la mayor, pasando por todas las divisiones juveniles. Lo mismo sucede en Francia (y en otras selecciones europeas o norteamericanas), donde parece suscitar menos debate el hecho de que la inmensa mayoría del plantel de la selección sea de origen africano (incluso varios de ellos nacidos o con padres nacidos en África). Los buenos entrenadores eligen a los mejores jugadores, sin importar sus condiciones cromáticas, genotípicas, fenotípicas, culturales o de cualquier otra índole. El deporte, como la ciencia, tiene la cualidad de premiar al talento y al esfuerzo y sancionar la búsqueda de atajos o de excepciones extradeportivas, como lo serían los cupos étnicos que tímidamente se empiezan a sugerir en ciertas intervenciones públicas. En la mayoría de los casos, incluso, los futbolistas tienden a provenir de orígenes sociales desfavorecidos para la práctica del deporte, que se convierte en un vehículo de progreso personal y de neutralización de diferencias étnicas.

Así como este comité ha discutido ya en 2021 ('Dilemas en el camino a la igualdad', editorial, CIENCIA HOY, 177) la cuestión de la igualdad natural, los cupos y la llamada 'discriminación positiva' en la ciencia, creemos que es una buena oportunidad para reivindicar la dignidad del trabajo científico y su familiaridad con el honor y la gloria deportiva, la cual solo puede ser alcanzada a bordo de la virtud y no de la segregación y la pequeñez. 



Cartas de lectores

El arte de curar: placebo

El editorial del número 182 trae un tema muy interesante para ahondar y buscar más textos. Están las medicinas tradicionales (la china se enseña como carrera de grado en universidades, por ejemplo) y las medicinas alternativas que también son enseñadas (la UBA tiene cursos de homeopatía). El efecto placebo en cualquier ensayo clínico es hasta del 40%. Eso, llevado a una población susceptible (que paga por el milagro) es mucho mayor. Hace un tiempo me vi en medio de unas pruebas de homeopatía para vacas, con la idea de reducir el uso de antibióticos (selección de resistencias + efecto sobre el ambiente + sobre el producto final, sea carne o leche). Al ver los protocolos norteamericanos para estas prácticas, llegué a la conclusión de que la práctica es coherente si se suprime el tratamiento con placebo. El problema es que el operario acuerda llevar a cabo la práctica (que incluye mejorar en bienestar del animal afligido, separarlo del rodeo —sin competencia—, prestarle atención) si hay un elemento curador (el placebo). Hay que recordar el artículo que muestra correlación entre el éxito profesional de un médico (varón) y su apariencia física. Esto es cierto para las prácticas médicas con contacto con pacientes (ginecología, por ejemplo, versus patología), lo que indica que la predisposición del paciente es fundamental. Con todo esto, no deja de ser peligroso adoptar estas prácticas y alejarse de la medicina. El no uso de vacunas (o de antibióticos cuando es necesario) está trayendo nuevos problemas de la mano de estas medicinas alternativas.

Francisco Cordera
La Pampa

El arte de curar: ¿defensa de las medicinas alternativas?

No entiendo bien cuál es el objetivo, aparte de servir de publicidad a la publicación de un libro, del editorial del número 182 de la revista. No entiendo si pretende decirnos que hay curanderos, que la gente va a los curanderos, que hay médicos malos, que la ciencia no tiene la cura para todas las enfermedades, o que lo que sabe un curandero vale lo mismo que lo que sabe un médico. No es ninguna novedad que hay curanderos. Tampoco es novedad que la gente va a los curanderos ni que la ciencia no tiene la cura para todos los males. Que hay médicos malos. ¡Caramba! ¡Qué ganas de hacer una lista! Ahora, que el saber de un curandero vale lo mismo que el saber de un médico eso sí sería novedoso, y falso. El autor insinúa que vale lo mismo el saber científico y el saber de los 'practicantes del arte de curar'. ¿Y en qué se basa para insinuar eso? En que hay gente que va al médico y también al curandero. Y que antes también había gente que iba al médico y al curandero; incluso famosos. El epígrafe, que no parece haber sido escrito por el autor (lo cual nos lleva a pensar que la confusión es mayor, o plural), dice: 'Existen zonas grises pobladas por muy diversas prácticas curativas que algunos consideran pseudocientíficas o supersticiosas pero que dialogan y se mixturán con la medicina oficial y diplomada'. Las prácticas supersticiosas existen. Y no son menos supersticiosas porque algunos no las consideran de esa manera. Sería como decir que cuantos más terraplanistas la Tierra es menos esférica. En fin, lo que no se entiende es si se describe toda esta confusión entre superstición y ciencia con el fin de corregirla o de fomentarla. En realidad, no parece preocuparle. Vivimos una época donde es tanto el conocimiento y está tan al alcance de cualquiera que deberíamos estar viendo cómo desaparecen las prácticas supersticiosas, sean de la índole que sean. Sin embargo, eso no ocurre. Sino que, por el contrario, al mismo tiempo que las supersticiones mayores pierden intensidad, surgen un sinnúmero de otras creencias que ganan adeptos y que, a fuerza de contagio y ambigüedad, logran ir ocupando espacios, como esta publicación, que le deberían ser foráneos. A mí me da tristeza. Y más tristeza me da cuando recuerdo

que uno de los puntos más altos de esta publicación solían ser, casualmente, los editoriales. De hecho, a modo de ejemplo, me permito mencionar el editorial del número 178 titulado: ‘A 25 años del *affaire* Sokal: ciencia, imposturas y condicionamientos’.

Diego F García Canto

El Chaltén

El autor Diego Armus responde:

Cuando acepté la invitación a escribir una nota que retomara algo de lo dicho en un libro que acababa de publicar con la editorial Fondo de Cultura Económica no lo hice para facilitar su difusión —como indica el segundo lector— sino porque me parecía que a través de CIENCIA HOY las ideas centrales que habían motivado ese proyecto podían llegar a un público lector más familiarizado con narrativas e interpretaciones producidas por las así llamadas ciencias duras y no tanto por las humanidades y ciencias sociales.

Desde hace ya varias décadas, desde la historia, la sociología, la antropología y la crítica literaria, se discute, y con mucha seriedad, la medicina como un conjunto de saberes y prácticas donde la biología se entrelaza con la sociedad, el medio ambiente, la historia y la cultura. Y no lo hacen en clave posmoderna. Aun los no suficientemente informados sobre este vibrante campo de estudios, con apenas unos minutos buscando en Google, comprobarán que hay algo más que el lamentable *affaire* Sokal, al que hace referencia la carta del segundo lector.

Esa producción académica se ha ocupado de la salud y la enfermedad como problema. Inevitablemente discute y contextualiza los triunfos de la medicina. Pero no solo ellos. Las incertidumbres de la medicina prebacteriológica oficial y diplomada primero y, luego, de la más moderna biomedicina, también son parte de esa agenda de investigación.

No buscan celebrar esos, por decirlo de algún modo, fracasos, sino subrayar que las relaciones entre medicina y sociedad son muy complejas, cambian con el tiempo y tienen una historia multiseccular, tanto en la Argentina y en el resto del así llamado Occidente como en China, India o África, donde otras medicinas han sido o son hegemónicas.

Entre las muchas evidencias de esa complejidad caben destacar al menos tres asuntos que están en el centro de los argumentos del artículo que el comité de CIENCIA HOY decidió publicar como editorial.

Los listo en caso de que una lectura apresurada no los haya identificado.

El primero: la medicalización de la sociedad nunca es completa; en otras palabras, no todo el mundo cree con la misma fuerza y convicción que la medicina oficial trae respuestas eficaces a sus malestares.

El segundo: los médicos diplomados nunca han sido los únicos oferentes de atención a la salud. Por eso, vale la pena detenerse en la galería de prestadores de atención de la salud a los que mucha gente ha recurrido y recurre con muy diversas expectativas y que, en no pocos casos, dialogan con la medicina oficial. Igualmente hay y hubo médicos diplomados que buscan ese diálogo con saberes que juzgan algo ajenos a sus áreas de competencia profesional, pero le reconocen cierta eficacia.

El tercero: poner el foco en esos diálogos y mezclas no implica celebrarlas o cuestionar las tremendas contribuciones realizadas por la medicina y la salud pública. Busca, en cambio, complejizar la mirada autorreferente y excluyente de la medicina alopática. En este empeño, intentar entender más y mejor las razones que llevan a los enfermos a recurrir a quienes practican muy variadas ‘artes de curar’ y, también, conocer más y mejor a esos prestadores de atención de la salud —presentes en el siglo XIX y también en el siglo XXI— permite descubrir un mundo de experiencias vitales que quienes se dedican a las ciencias sociales y las humanidades —y también un importante número de médicos— juzgan relevantes al momento de estudiar cómo la gente cuida su salud.

En síntesis, frente a las incertidumbres y la falta de respuestas eficaces de la medicina oficial o las dificultades para acceder a los servicios provistos por la salud pública, la gente busca respuestas de todo tipo, y con notable frecuencia en prestadores de atención híbridos, que circulan en una zona gris donde se superponen muy variadas tradiciones que pueden o no brindarles calma y algún sosiego a sus malestares. Son esos híbridos los que practican las ‘artes de curar’.

Espero que esta respuesta a sus comentarios les motive alguna curiosidad y les permita ir más allá de los archiconocidos y gastados argumentos que asocian muchas prácticas de atención que por salir del mundo de la medicina alopática son recurrentemente calificadas como ‘curanderiles’ o propias de la charlatanería. En ese caso, no tienen que comprar el libro. Con mucho gusto les envío una versión digital. Podrán asomarse a la larga galería de practicantes híbridos que, gusten o no, han estado y están en la vida de la Argentina moderna.

**HACE
25
AÑOS**
en CIENCIA HOY



PROTEÍNAS ANORMALES EN LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER

LAURA MORELLI Y EDUARDO M CASTAÑO

En la enfermedad de Alzheimer, que afecta a gran parte de la población de más de sesenta y cinco años, se observa degeneración del tejido nervioso cerebral. Las manifestaciones clínicas características son pérdida progresiva de la memoria, dificultad en el aprendizaje, desorientación, cambios de personalidad, etcétera. En este artículo se explican los cambios bioquímicos que ocurren en el cerebro de los enfermos de Alzheimer, probablemente responsable de las alteraciones mentales que estos evidencian.

El Alzheimer es la quinta causa principal de muerte en la Argentina. En los pasados 25 años, los criterios para detectar la enfermedad han mejorado hasta el punto de que es posible un diagnóstico presuntivo entre 15 y 20 años antes de que se manifiesten los primeros síntomas clínicos. Las proteínas mencionadas en este artículo se usan ahora como 'biomarcadores' o indicadores biológicos de la enfermedad en su 'fase silenciosa' o preclínica, la cual puede preceder hasta en dos décadas la de los síntomas externos observables. **CH**



www.ri.conicet.gov.ar

CINCUENTA AÑOS DE CAMPOMAR

El Instituto de Investigaciones Bioquímicas Fundación Campomar fue fundado en 1947 por Jaime Campomar en memoria de sus padres, Juan Campomar y María Scasso. Se constituyó como entidad civil y, de acuerdo con el contrato de creación, 'su objeto será realizar investigaciones básicas en el campo de la bioquímica, así como la formación de investigadores y técnicos en la materia'. En este artículo se provee una breve reseña de la actividad realizada por el instituto desde su fundación hasta la fecha.



Wikimedia Commons

DER EINSTEINTURM

JOSÉ X MARTINI

Un testimonio del Berlín de los años 20, que sobrevivió por más de cinco décadas a los dos totalitarismos germanos del siglo XX, expresa las fuerzas y debilidades de la cultura alemana de la primera mitad de la centuria.

Foto Walther Ishikawa



CARACOLES DE LOS RÁPIDOS EN YACYRETÁ

MANUEL G QUINTANA Y ANA C MERCADO LACZKÓ

Las variedades autóctonas de un singular caracol acuático con reproducción clonal se extinguen debido a la pérdida de su hábitat por acción humana.



Wikimedia commons

UN MANUSCRITO DE EINSTEIN EN EL BRASIL

ALFREDO TIOMNO TOLMASQUIM E ILDEU DE CASTRO MOREIRA

En 1925 Einstein visitó en un viaje la Argentina, el Uruguay y el Brasil. En este último país entregó un manuscrito con el contenido de su charla a la Academia Brasileña de Ciencias. Este manuscrito recientemente recuperado, un documento de su viaje y un recuadro sobre su visita a nuestro país reflejan el momento histórico de este acontecimiento.



Wikimedia Commons

UN AUTOR CLÁSICO GRIEGO: ARQUÍLOCO

GERARDO LOSADA

Partiendo de una determinada concepción de lo clásico como presupuesto de análisis, este artículo comenta la poesía de Arquíloco, reconstruye su vida a partir de ella, la ubica en el contexto de la literatura griega y nos introduce en algunos aspectos de la sociedad en la que vivía este poeta y soldado del siglo VII a. C.





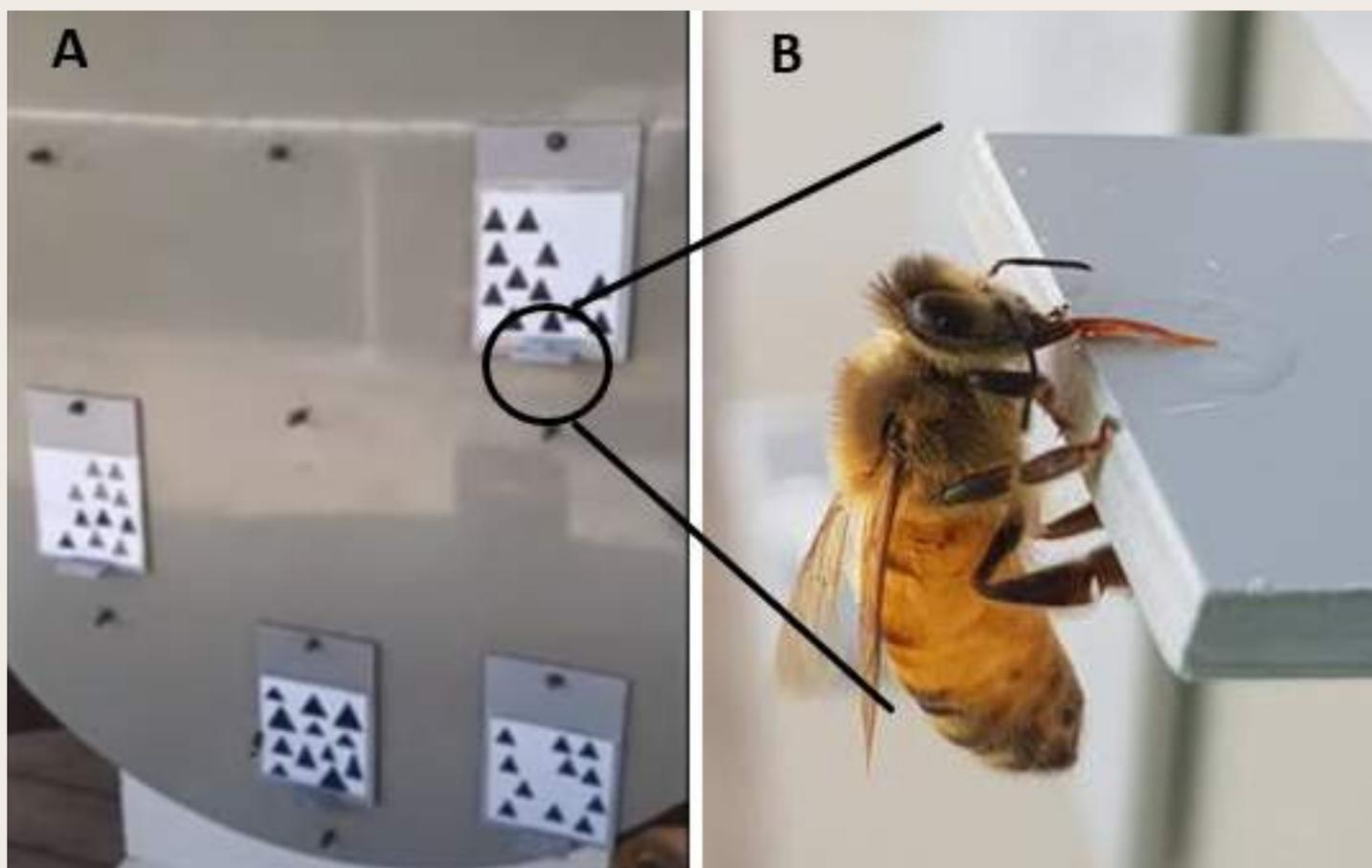
Las abejas melíferas pueden diferenciar entre números pares e impares

Los seres humanos podemos aprender a clasificar los números como pares o impares y para realizar esta clasificación usamos distintas alternativas, como memorizar la regla de que los números que terminan en 1, 3, 5, 7 o 9 son impares, mientras que los que terminan en 0, 2, 4, 6 u 8 son pares. O podemos dividir un número por 2, donde cualquier resultado de un número entero significa que el número es par; de lo contrario, debe ser impar.

Esta capacidad de poder ordenar los números en pares e impares, también llamada clasificación de paridad, se considera como un concepto numérico abstracto y de alto nivel en humanos. Sin embargo, un estudio reciente publicado en la revista *Frontiers in Ecology and Evolution* demostró que las abejas pueden aprender a hacer esta clasificación.

Las abejas son una clase de insectos sociales que tiene la particularidad

de vivir en colonias que, en verano, pueden llegar a tener 50.000 individuos (o más). Tantos individuos logran convivir en armonía gracias al 'orden' que existe en la colonia. Este 'orden' se logra gracias a, entre otras sustancias, la feromona real que libera solamente la única reina de la colonia. Esta feromona determina una gran cantidad de actividades, entre ellas, la presencia de una única reina en la colonia, que todas las abejas obreras nunca lleguen a



A. Se muestran las cartas con triángulos. En uno de los dos grupos, las abejas que libaban de las cartas que tenían un número par de triángulos recibían agua azucarada, mientras que las abejas que lo hacían de las cartas con número impar de triángulos recibían agua con sabor amargo. A la inversa, en el otro grupo las abejas que recibían agua azucarada elegían cartas con número impar de triángulos y las abejas que elegían cartas con número par de triángulos recibían agua con sabor amargo. **B.** Detalle de cómo una abeja liba el agua azucarada de una plataforma.

ser reinas, que se dediquen al cuidado de las crías. Otra particularidad única que tiene este grupo de insectos es que logran geoposicionarse (¡pero sin GPS!). Lo hacen triangulando la posición de una flor en el campo, la colmena a la que pertenecen y un árbol o un galpón o algún otro objeto que se encuentre cerca de su colmena. Luego, una vez de regreso en la colmena las abejas pecoreadoras realizan una danza que determina con exactitud la ubicación de una flor de girasol en un campo de girasoles.

Volviendo al experimento en cuestión, se sabe que los humanos demuestran sesgos de precisión, velocidad, lenguaje y relación espacial al categorizar números como impares o pares. Por ejemplo, tendemos a responder más rápido a números pares con acciones realizadas con nuestra mano derecha, y a números impares con acciones realizadas con nuestra mano izquierda. Más aún, en general somos más rápidos y más precisos al categorizar números como pares en comparación con impares. Y la investigación ha encontrado que los niños suelen asociar la palabra 'par' con 'derecha' e 'impar' con 'izquierda'. Estos estudios sugieren que los humanos pueden haber aprendido sesgos y/o sesgos innatos con respecto a los números pares e impares, que pueden haber surgido a través de la evolución, la transmisión cultural o una combinación de ambas.

En este sentido, comprender si otros animales pueden reconocer (o pueden aprender a reconocer) los números pares e impares y cómo lo pueden hacer podría decirnos más sobre nuestra propia historia con la paridad. Sobre la base de esta inquietud, los investigadores diseñaron un experimento donde se entrenó a las abejas para que puedan aprender a diferenciar entre números pares e impares.

Para poder enseñar a las abejas la posibilidad de clasificar los números

en pares e impares, los investigadores armaron dos grupos de abejas. Uno de los grupos de abejas fue entrenado para asociar *números pares* con agua azucarada y *números impares* con un líquido de sabor amargo (quinina). El otro grupo fue entrenado para asociar *números impares* con agua azucarada y *números pares* con un líquido de sabor amargo (quinina). En cada uno de los grupos de abejas, se entrenó a cada abeja de manera individual usando comparaciones de números pares e impares (con tarjetas que presentaban formas impresas del 1 al 10) hasta que eligieron la respuesta correcta con el 80% de precisión (ver figura).

Sorprendentemente, los respectivos grupos aprendieron a ritmos diferentes. Las abejas entrenadas para asociar números impares con agua azucarada aprendieron más rápido. Su sesgo de aprendizaje hacia los números impares era lo contrario de los humanos, que clasifican los números pares más rápidamente.

Estos resultados a los que arribaron los investigadores mostraron que los cerebros en miniatura de las abejas eran capaces de comprender los conceptos de pares e impares. Entonces, un cerebro humano grande y complejo que consta de 86.000 millones de neuronas y un cerebro de insecto en miniatura con alrededor de 960.000 neuronas podrían clasificar los números.

¿Cómo se podría explicar esta capacidad que demostraron tener las abejas?

Todavía no se sabe cómo las abejas pudieron realizar la tarea de clasificación. Las explicaciones pueden incluir procesos simples o complejos. Por ejemplo, las abejas pudieron haber:

1. detectando elementos emparejados (pares) para diferenciar de los elementos no emparejados (impares);
2. realizando cálculos de división, aunque las abejas no

han demostrado previamente la división, y

3. contado cada elemento y luego aplicado la regla de categorización impar/par a la cantidad total.

Los investigadores explicaron que, al enseñar a otras especies animales a discriminar entre números pares e impares y a realizar otras operaciones matemáticas abstractas, se puede aprender más acerca de cómo surgieron las matemáticas y el pensamiento abstracto en los humanos.

Estos resultados tan interesantes nos llenan de preguntas como las siguientes: ¿es el descubrimiento de las matemáticas una consecuencia inevitable de la inteligencia?, ¿o las matemáticas están relacionadas de alguna manera con el cerebro humano?, ¿son las diferencias entre humanos y otros animales menores que lo que pensábamos anteriormente?, ¿son las abejas tan inteligentes como los humanos? Las respuestas quizá lleguen luego de numerosos estudios futuros; lo que sí queda demostrado es que las abejas son unos animales increíblemente interesantes y llenos de misterios. 

Francisco José Reynaldi

freynaldi@yahoo.com

Más información en HOWARD SR, GREENTREE J, AVARGUÈS-WEBER A, GARCÍA JE, GREENTREE AD & DYER AG, 2022, 'Numerosity categorization by parity in an insect and simple neural network', *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10:805385. doi:10.3389/fevo.2022.805385

CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Revelan la existencia de un nuevo dinosaurio que vivió en la Patagonia hace 70 millones de años

Así lo determinó un estudio sobre colecciones de huesos que hasta ahora no habían sido identificadas con ninguna especie.

Un nuevo estudio de científicos del CONICET sobre diferentes colecciones de huesos halladas en la localidad de Salitral Moreno, ubicada al sur de la ciudad de General Roca (Provincia de Río Negro), reveló la existencia de un nuevo dinosaurio que habitó la Patagonia argentina a fines del período Cretácico, hace unos 70 millones de años. La nueva especie, un anquilosaurio de tamaño pequeño, fue bautizada como Patagopelta cristata. La investigación fue publicada en la revista *Journal of Systematic Palaeontology*.

“El estudio adquiere relevancia dado que Patagopelta es la primera especie de anquilosaurio descrita para el territorio continental de la Argentina, lo que llena el vacío existente para este grupo y suma un nuevo tireóforo a los escasísimos restos incompletos e indeterminados conocidos para nuestro país de este tipo de dinosaurios ornitisquios”, señala Facundo Rigueti, primer autor del trabajo y becario doctoral del CONICET en el Centro de Estudios Bio-

médicos, Ambientales y Diagnóstico (CEBBAD, Universidad Maimónides) la Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Aunque en este caso, el equipo que estudió los restos fósiles encontrados en Salitral Moreno no fue responsable del descubrimiento de los huesos, el trabajo permite terminar de poner en valor los hallazgos realizados por diferentes grupos de investigación desde los años '80 en adelante. Aunque los huesos no permiten reconstruir a un animal completo, ni proceden de un mismo individuo, fueron suficientes para que los especialistas pudieran comprender que se encontraban frente a una nueva y única especie.

Los anquilosaurios son un grupo de dinosaurios cuadrúpedos herbívoros, protegidos por corazas en la cabeza y todo el lomo y cola del animal, que cuentan con un amplio registro fósil para el Cretácico del hemisferio norte, pero muy escaso en el hemisferio sur, donde solo se han hallado unas pocas especies en Australia, Chile, Antártida y Marruecos.

Patagopelta es un nodosaurido, una de las dos grandes familias, junto con la de los anquilosauridos, en las que se dividen tradicionalmente los anquilosaurios. Los nodosauridos se

caracterizan por llevar grandes espinas en la zona del cuello y hombros, así como por carecer de las mazas o garrotes caudales presentes en el grupo de los anquilosauridos.

El elemento mejor conservado de Patagopelta es el fémur, que está completo y muestra todas las características propias de los nodosauridos, y uno de los restos más importantes y distintivos es una porción de la armadura del cuello, la cual tiene espinas y crestas particulares de este ejemplar. Este es el motivo por el cual se lo bautizó Patagopelta cristata, que significa coraza crestada de Patagonia.

Por otro lado, uno de los elementos más abundantes colectados en Salitral Moreno corresponde a las piezas individuales que componen la extensa armadura protectora, llamados osteodermos -escudos de hueso formados bajo la piel- similares a los escudos que hoy en día se pueden ver en el lomo de los cocodrilos y yacaré. Estos elementos, dispuestos en hileras paralelas a lo largo del dorso y cola del animal, le conferirían protección al anquilosaurio mientras vivió.

Un animal de tamaño pequeño

“Para tratarse de un dinosaurio acorazado, Patagopelta tiene un tamaño extremadamente pequeño. Por el tamaño del fémur, de solo 25 centímetros de largo, estimamos que el animal debió medir entre dos y tres metros de largo, mientras, en general, los anquilosaurios son animales de tamaño mediano o grande, con una longitud promedio de entre cuatro y cinco metros”, señala Sebastián Apesteguía, coautor del estudio e investigador del CONICET en la Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Los nodosauridos son un grupo de anquilosaurios que evolucionó en el hemisferio norte, pero hacia finales del cretácico, un puente continental se estableció entre Sudamérica y Norteamérica, lo que permitió el intercambio biológico entre hemisferios. Mientras hacia el norte emigraron dinosaurios de cuello largo como los titanosaurios, del norte hacia el sur ingresaron



Reconstrucción digitalizada de Patagopelta. Los anquilosaurios de la familia nodosauridae, como Patagopelta, se estima que vivían en humedales. Créditos: Gabriel Díaz Yantén.

dinosaurios de pico de pato y anquilosaurios nodosáuridos, además de lagartos y mamíferos como las comadrejas o zarigüeyas. “Es por eso en Sudamérica que tan solo esperamos hallar animales como Patagopelta en rocas de fines del Cretácico, justo antes de que tuviera lugar la extinción global de los dinosaurios”, afirma Apesteguía.

De acuerdo con el diagnóstico de los especialistas es posible que el pequeño tamaño de Patagopelta esté vinculado con algún evento de enanismo. “Una hipótesis es que se deba al

evento biológico conocido como ‘regla de la isla’ o enanismo insular, que implica debido a la escasez de recursos sólo los ejemplares más pequeños tienen posibilidades de sobrevivir en las islas, dado que demandan menos manutención al ambiente. Y efectivamente, a finales del Cretácico, el norte de la Patagonia se vio invadido por un brazo del océano Atlántico conocido como Mar de Kawas, que restringió el paso a muchas especies, varias de las cuales se adaptaron a la vida en las islas del norte de la Patagonia. Es

probable que esto se relacione con el enanismo en anquilosaurios y también en los titanosaurios saltosaurinos de esa época”, explica Rigueti.

De hecho, algunos años atrás, el mismo equipo de investigación describió huellas de anquilosaurios enanos, posiblemente afectados por causas similares, caminando por el fondo de un brazo de mar cretácico poco profundo en Bolivia. En este sentido, esta nueva especie de anquilosaurio enano amplía la discusión sobre la masa corporal y los aspectos paleobiológicos de los anquilosaurios. ■

CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Un medicamento para tratar infecciones arroja resultados alentadores para combatir la enfermedad de Parkinson

Estudios *in vitro*, liderados por especialistas del CONICET, indican que un derivado del antibiótico tetraciclina demeclociclina cuenta con potencial para prevenir la muerte celular que causa esa condición neurodegenerativa y sientan bases para la realización de estudios preclínicos.

Especialistas del CONICET en Tucumán demostraron en estudios *in vitro* que un derivado de la tetraciclina demeclociclina (DMC) – un antibiótico para tratar múltiples infecciones – tiene efectos neuroprotectores sobre las neuronas dopaminérgicas que se ven afectadas en la enfermedad de Parkinson (EP), una patología de muerte neuronal progresiva que afecta al 1% de la población mayor a 65 años y que, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, su prevalencia podría duplicarse en 2030. Los resultados del trabajo se describen en la revista *Cells*.

“Estamos dando a conocer al mundo una nueva molécula, proponiéndola como un prometedor fármaco para ser estudiado en modelos animales”, afirma Rodrigo Tomas-Grau, coautor del estudio y becario posdoctoral del CONICET en el Instituto de Investigación en Medicina Molecular y Celular Aplicada (IMMCA, CONICET-UNT-SIPROSA), con base en Tucumán.

La EP fue descrita y caracterizada hace más de 200 años; sin embargo, al día de hoy no existe un fármaco capaz de detener o siquiera enlentecer el proceso de muerte neuronal. Solamente están disponibles los de carácter paliativo que actúan aliviando los síntomas de la enfermedad. Este contexto, naturalmente adverso, demanda que la comunidad científica desarrolle nuevas estrategias terapéuticas para mejorar la calidad de vida de los pacientes y por consiguiente la de su grupo familiar.

Hace ya más de veinte años que investigadores de la Universidad de Cambridge, en el Reino Unido, identificaron una proteína presente en las células dopaminérgicas, denominada alfa-sinucleína (αS), que agregada bajo determinadas condiciones se convierte en un “potente” tóxico que impulsa el avance de la EP.

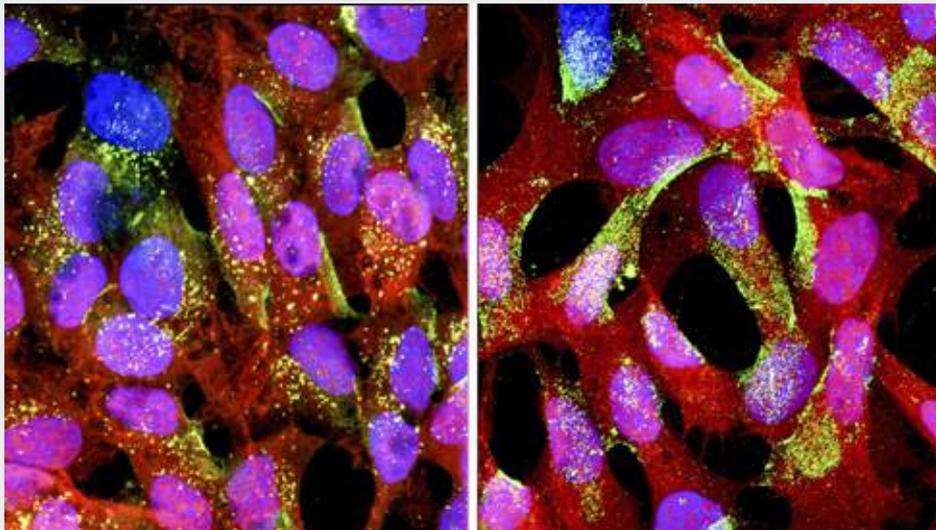
En este marco, y a través de una estrecha colaboración entre especialistas del IMMCA y del Instituto del Cerebro de Paris, en Francia, trabajaron sobre un fenómeno que originalmente se descubrió de manera “absolutamente fortuita”, señala Tomas Grau. Descubrieron que doxiciclina, un antibiótico de amplio espectro, era capaz de inhibir la muerte neuronal causada por los agregados tóxicos de la αS, pero con una dificultad: su actividad antibiótica invalidaría su prescripción para tratamientos neuroprotec-

tores por la resistencia bacteriana que podría generar. Para superar esta dificultad, los especialistas del CONICET de Tucumán y colegas de Francia y España se centraron en otro antibiótico de la familia de las tetraciclinas llamado demeclociclina (DMC).

Mediante el empleo de técnicas de síntesis química, los especialistas del CONICET, en conjunto con sus colaboradores franceses, lograron sintetizar una nueva molécula hasta antes desconocida en el mundo: un derivado de DMC, denominado demeclociclina reducida (DDMC). Con ella, en estudios *in vitro* no solo demostraron que tiene un efecto protector de las neuronas dopaminérgicas al reducir de manera significativa la agregación de las proteínas αS, sino que además no tiene actividad antibiótica.

Florencia González Lizárraga, becaria posdoctoral del IMMCA y coautora de este descubrimiento, señala que el nuevo trabajo forma parte de un “ambicioso proyecto de investigación” financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica (ANPCyT), y que contó con un subsidio de la Asociación France Parkinson. Y agrega: “En el IMMCA nos encargamos de estudiar los modelos biofísicos y celulares para determinar el efecto neuroprotector de DDMC”.

Los especialistas que firman el nuevo trabajo científico también comprobaron, en estudios



En estudios *in vitro*, los especialistas del CONICET comprobaron que un derivado de un antibiótico cuenta con potencial para prevenir la muerte celular que causa la enfermedad de Parkinson. Créditos: Gentileza equipo del IMMCA.

in vitro, que DDMC disminuye procesos inflamatorios que contribuyen al proceso neurodegenerativo de la EP y que están asociados a la activación de células inmunes (macrófagos del cerebro) como resultado de la agregación de la proteína aS.

El equipo científico destaca además que los resultados de la investigación sugieren que DDMC puede ser un candidato prometedor como fármaco para el desarrollo de estudios preclínicos de la enfermedad de Parkinson en modelos animales. En ese sentido, Tomas-Grau afirma: “El

siguiente paso será probar la seguridad y eficacia de la droga en ratones transgénicos que poseen características de la enfermedad. Sólo después de haber sorteado exitosamente muchos de estos ensayos en organismos modelo de la enfermedad, podría ser candidata para ensayos en humanos”. Y agrega: “El camino es largo, pero dada la abundante evidencia del efecto neuroprotector de tetraciclinas, creemos que justifica seguir trabajando en esta dirección”.

El estudio fue liderado por Rosana Chehín, doctora en Bioquímica e investigadora del CONICET en el IMMCA, y Bruno Figadère, de BioCIS (CNRS-Universidad de Paris-Saclay), en Francia. Del trabajo también participaron Diego Ploper, Benjamín Socías y César Ávila, investigadores del CONICET en el IMMCA; Rita Raisman-Vozari, Pierre Besnault, Aurore Tourville y Patrick P. Michel, del Instituto del Cerebro de Paris (ICM, CNRS-INSERM-Universidad de la Sorbona); Clémence Rose, Blandine Seon-Méniel y Laurent Ferrié, de BioCIS (CNRS/Universidad de Paris-Saclay); Rosa M. Mella, Patricia Villacé y Clarisa Salado, de Innoprot SL-Parque Tecnológico de Bizkaia, en España; y Jean-Michel Brunel, del INSERM y de la Universidad Aix-Marseille. ■

19 Y 20 DE DICIEMBRE DE 2001

Se estrenó institucionalmente la película del CONICET “Maelström 2001”

Es un largometraje que narra cómo un físico del Consejo reconstruyó la protesta social del 20/12/2001 ocurrida en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para determinar la responsabilidad de los asesinatos provocados durante la represión policial.

En el Auditorio del Centro Cultural de la Ciencia (C3) el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) realizó el estreno institucional de “Maelström 2001”, un largometraje de la productora CONICET Documental de la Dirección de Relaciones Institucionales en conjunto con el equipo técnico

del Programa Nacional de Ciencia y Justicia del Consejo. La apertura estuvo encabezada por la presidenta del Consejo, Ana Franchi, el investigador del CONICET en la Comisión Nacional de Energía Atómica, Rodolfo “Willy” Pregliasco y el director de la película, Juan Pollio.

La presidenta del CONICET, Ana Franchi expresó: “Lo importante de la película es lo relacionado con la divulgación, hace casi 21 años ocurrieron los hechos y quizás las generaciones más jóvenes no han tenido contacto con estos hechos terribles que ocurrieron en un gobierno democrático. Entonces la posibilidad de poder proyectar esta película y que gente joven la vea

es con la idea de no repetir estos hechos que nos costaron 39 muertes de compañeras y compañeros. Divulgar esto es fundamental”.

Además, Franchi destacó la participación de los científicos “Willy” Pregliasco y de Lucas Micheletti: “Su aporte ha sido importantísimo para poder tener esas pocas condenas y es ahí donde la ciencia y la tecnología aportan a temas que parecía que no importaban desde la ciencia, sin embargo diversos investigadores e investigadoras están trabajando desde el Programa Nacional de Ciencia y Justicia del CONICET temas relacionados con la justicia y lo hacen muy bien y esto es muy importante para la parte pericial y

la formación de personal, la posibilidad de interactuar entre científicos y científicas de distintas disciplinas con los poderes judiciales y las fuerzas es fundamental. Claramente lo que muestra esto es que el CONICET tiene decidido que uno de sus pilares fundamentales es la defensa de los derechos humanos como una decisión de una institución nacional de ciencia y tecnología que tiene 64 años que a veces ha tenido participaciones complejas como mostramos el 24 de marzo donde casi no se investigó a las personas que habían sido asesinadas o desaparecidas en nuestro propio organismo, pero que ahora tiene una política que va hacia una defensa total de los derechos humanos. Una institución de ciencia y tecnología que no esté comprometida con la vida de la población no tiene sentido”.

Durante su intervención Pregliasco expresó: “Una vez presentado el trabajo en las audiencias públicas de la causa, viene la gente de CONICET Documental con la idea de hacer una producción. Discutimos que no se podía hacer un documental sobre lo que nosotros hicimos, porque lo que pasó el 20 es mucho más grande. Entonces, creo que se hizo una excelente interpretación, fueron más allá y sacaron un largometraje con un valor agregado artístico y testimonial. En la película muestran nuestro trabajo como investigadores el cual tiene que ver con recuperar la verdad de los hechos. La verdad no es una verdad objetiva, es una verdad que llama a ser interpretada, que interpela y llama a hacer una semiótica y este es el punto que obliga a interactuar con otra gente que surge de la

interacción con el sistema judicial y con el resto de la sociedad”

Y agregó: “La película se articula por los familiares, de alguna manera es el ejercicio de la memoria lo que hace que el juicio sea posible y nosotros seamos convocados. Por otro lado, se articula con lo que viene haciendo el Centro de Estudios Legales y Sociales (CELS), que es el reclamo de justicia pero no solo desde el poder judicial, sino con la interpretación de los hechos y lo que nos queda a nosotros como sociedad de lo que pasó el 20 de diciembre de 2001. Finalmente reflexionó: “Desde este lugar hablamos mucho de cómo articular la ciencia con la sociedad y se plantea de un lado al científico como sujeto que investiga y del otro lado a la sociedad. Yo creo que es hora de pensarlo de otra manera, que el científico sea también un sujeto social, que tengan el predicado de investigar, sí, pero que de alguna manera formen parte de una sociedad que construye memoria, investiga la verdad y pelea por la justicia”.

Por su parte, el director de la película, Juan Pollio expresó: “En nombre del CONICET Documental quiero agradecer al Consejo y al Programa Nacional de Ciencia y Justicia por habernos dado el privilegio de trabajar con estos materiales, de haber sostenido este proyecto que es muy importante, nuevo y diferentes y que llevé mucho tiempo desarrollar y en especial quiero agradecer a quienes dieron su testimonio y a los familiares de las víctimas”.

“Maelström 2001” plasma el proceso que realizó el investigador del CONICET en la Comi-

sión Nacional de Energía Atómica, Rodolfo “Willy” Pregliasco, para reconstruir con imágenes de diversas fuentes —como fotografías de cronistas y videos de cámaras de seguridad de la Policía Federal, señales de televisión y documentalistas— las circunstancias en las que se produjeron cinco asesinatos y resultaron heridas varias personas durante la protesta social del 20 de diciembre de 2001 que tuvo lugar en la Ciudad de Buenos Aires.

De esta manera, inspirado en el cuento de Edgar Allan Poe “Un descenso al Maelström”, el físico creó el panóptico, un programa que ordena espacial y temporalmente el caos de imágenes producidas en esa jornada. Esta herramienta permitió, a lo largo del juicio, ubicar a las víctimas y testigos y relacionar las órdenes policiales transmitidas por radio para reconstruir lo acontecido.

Estuvieron presentes en el evento, autoridades e integrantes del CONICET, del Programa Nacional de Ciencia y Justicia, del Centro Cultural de la Ciencia, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, del Ministerio Público Fiscal, del Banco Nacional de Datos Genéticos, de la Agencia I+D+i, de la Fundación Innova-T, de organismos de Derechos Humanos, de Instituciones de Ciencia y Tecnología y de Defensa y Seguridad. También, del equipo de la productora CONICET Documental, comunidad científica, familiares de las víctimas de la represión, especialistas que realizaron el proceso de investigación, trabajadores y trabajadoras del Polo Científico y público en general. ■



Se estrenó institucionalmente la película “Maelström 2001”, un proyecto audiovisual del CONICET.

Caballos cimarrones

Los caballos domésticos son animales que ocupan un lugar preferencial en la cultura criolla, en la historia de la Argentina y en el afecto de una parte importante de la sociedad moderna. En cambio, los caballos cimarrones, también llamados baguales, ferales o asilvestrados, son mucho menos conocidos o directamente ignorados por la mayoría de los habitantes de nuestro país. El conocimiento de la existencia de poblaciones en áreas naturales, de su biología y ecología, y de su potencial impacto ambiental y sobre la biodiversidad, permanece fuera del alcance de gran parte del público, incluso de los amantes de los caballos.

Los humanos hemos domesticado distintas especies de mamíferos a lo largo de la historia para usarlos con distintos fines. Entre ellos podemos mencionar a perros, gatos, vacas y caballos. Además, hemos seleccionado rasgos de su anatomía, aptitud física o temperamento que nos resultaban particularmente atractivos o convenientes, logrando a través de los siglos animales muy diferentes de los originales.

Llamamos cimarrones a aquellos animales domésticos que escapan del control de las personas, sobreviven y se reproducen por su cuenta, y forman poblaciones que se mantienen en el tiempo. En este proceso, conocido como feralización, los animales revierten a comportamientos instintivos y a una organización social que recuerda la de sus ancestros silvestres.

Como en otros équidos, las poblaciones de caballos cimarrones se organizan en tropas o harenes compuestos por uno o dos machos (o padrillos), varias hembras adultas, juveniles de ambos sexos y crías. Los machos compiten por las hembras, y los que no tienen harenes se organizan en grupos de solteros de hasta cinco machos que rondan las tropas en busca de una oportunidad para obtener sus propias hembras.

En la Argentina existieron parientes silvestres de los caballos durante el Pleistoceno, especies fósiles que llegaron desde América del Norte hace aproximadamente dos millones y medio de años y ocuparon el subcontinente sudamericano. Estos équidos se extinguieron hace aproxi-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Poblaciones de caballos cimarrones en el Parque Provincial Ernesto Tornquist y otras áreas protegidas, los problemas asociados a su presencia y la necesidad de un manejo adecuado.



madamente 10.000 años. Las evidencias muestran que los primeros habitantes humanos y estas especies fósiles convivieron durante 4000 años. De hecho, el exterminio por parte de los humanos prehistóricos, que los cazaban para alimentarse, se cita entre las causas posibles de su extinción, junto con los cambios en el clima y las modificaciones asociadas en la vegetación.

La domesticación del caballo comenzó mucho más tarde, hace unos 5000 años en Eurasia, y no fue hasta el siglo XV cuando el caballo moderno se introdujo en América de la mano de los colonizadores europeos. Desde entonces el proceso de feralización se dio en múltiples lugares y ocasiones, y aún hoy persisten poblaciones de caballos cimarrones en distintos lugares del continente, incluida la República Argentina.

Los caballos cimarrones pueden ocupar grandes áreas. Frecuentemente sus predadores son escasos o inexistentes, y así sus poblaciones crecen hasta volverse muy abundantes. Pueden entonces producir un serio impacto sobre los ambientes en que se desarrollan, afectando la estructura y la composición de la vegetación y las comunida-

des de fauna silvestre que dependen de ella. Más allá de su abundancia, sus efectos se asocian con su gran peso, con el hecho de tener extremidades terminadas en cascos y por su fisiología alimentaria de digestión en el ciego, que requiere un alto consumo de biomasa vegetal y un mayor tiempo de pastoreo diario, en comparación con los rumiantes.

En la Argentina y en otros países como Australia, Canadá, los Estados Unidos y Nueva Zelanda, son considerados una especie exótica invasora (EEI). Una EEI es una especie que se encuentra fuera de su distribución geográfica original, usualmente llega por acción humana voluntaria o accidental, y puede causar impactos considerables sobre la biodiversidad, las actividades humanas y/o la salud. Los caballos están incluidos en la lista oficial de EEI elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la nación porque son originarios del continente euroasiático y tienen la capacidad de formar poblaciones espontáneas en ambientes naturales de nuestro país, afectando la biodiversidad (www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/242964/20210414).



Caballos cimarrones en el parque Tornquist y el pastizal serrano al que modifican con su presencia.



Tropa harén de caballos cimarrones en el parque Tornquist.

Al incluirlas en esta categoría, las autoridades de aplicación adquieren la responsabilidad expresada en instrumentos legales de carácter nacional y de las jurisdicciones provinciales, así como en acuerdos internacionales, de controlar sus poblaciones para evitar, reducir o mitigar el impacto que producen (www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/normativa).

Actualmente existen poblaciones de caballos cimarrones en distintas regiones de nuestro país, incluyendo Cuyo, la Patagonia y La Pampa, varias de ellas dentro de áreas naturales protegidas como los parques nacionales Los Glaciares y Bosques Petrificados de Jaramillo, en la provincia de Santa Cruz. La mayor población conocida, y también la más estudiada, se encuentra en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET) en el suroeste de la provincia de Buenos Aires. El parque fue creado en 1937 y cubre unas 6700 hectáreas de pastizales naturales, incluyendo los cerros más altos de la provincia. Dentro del parque Tornquist se conservan comunidades naturales que están críticamente amenazadas en el resto de la región, y un conjunto de especies endémicas cuya supervivencia depende de la continuidad de las acciones de conservación de la reserva

(ver CIENCIA HOY, 5 (30): 25-34). El parque protege, además, la cabecera de la cuenca hidrográfica del río Sauce Grande que abastece de agua potable a más de 300.000 personas en la región. La presencia documentada de caballos en el área se remonta hasta las primeras décadas del siglo XX. En 1942 se liberó dentro de la reserva un pequeño grupo de caballos criollos donados por Emilio Solanet. Con el tiempo los caballos domésticos se volvieron cimarrones. Su población creció paulatinamente hasta aproximarse a la capacidad de carga del ecosistema, alcanzando una densidad de 35 caballos/km², en 2002, y superando así cualquier dato conocido para poblaciones de caballos cimarrones a nivel mundial. En ese punto los caballos sobrepasaron la capacidad del pastizal para proveerles alimento en calidad y cantidad suficientes. La mortandad por inanición fue alta y, al mismo tiempo, el efecto de los caballos sobre la vegetación alcanzó niveles inéditos, provocando un fuerte impacto sobre la biodiversidad. Algunos de esos efectos se hicieron visibles, entre ellos la reducción de la altura del pastizal, de más de 30 o 40cm a un césped que apenas se despegaba del suelo, y la intensificación de los procesos erosivos. Otros solo se revelaron a



través de estudios detallados que mostraron, por ejemplo, el empobrecimiento de las comunidades vegetales, con la retracción de especies nativas y el avance de plantas exóticas oportunistas, incluidos los pinos invasores, y el aumento de la depredación de nidos de aves de pastizal, que se triplicó debido a la falta de sitios de anidación a salvo de predadores. En 2006 y 2007, las autoridades del área protegida efectuaron un manejo de la población de caballos cimarrones reduciendo a la mitad el tamaño poblacional. Se capturaron mediante corrales 220 animales bajo la supervisión del cuerpo de veterinarios equinos del Ejército, institución que se ocupó, además, de relocalizar los animales que se encontraban en buenas condiciones de salud. Lamentablemente este manejo no contó con una estrategia de comunicación apropiada ni con acciones de seguimiento sistemático de la población ni del sistema ecológico intervenido.

Los ecosistemas de pastizal de todo el mundo han evolucionado en presencia de distintas especies de herbívoros que aprovechan los pastos como alimento, por ejemplo las cebras en África y los guanacos en Sudamérica. Durante millones de años de evolución conjunta (coevolución) y a través de presiones de selección recíprocas, las hierbas y los pastos de estos ecosistemas desarrollaron mecanismos de tolerancia ante estos animales que incluyen, por ejemplo, la capacidad de rebrotar luego de ser consumidos. Sin embargo, no todos los herbívoros son iguales, como tampoco lo son sus efectos sobre la vegetación. Así, la introducción de especies de otras áreas geográficas puede ocasionar efectos negativos sobre los pastizales, como ocurre con el ganado (vacas, ovejas), sobre todo cuando la carga es alta. Los grandes ungulados gregarios, con pezuñas o cascos, originarios de otros continentes, producen serias modificaciones en los pastizales. Esto no sucede con herbívoros sudamericanos como el guanaco, con anatomía, porte y comportamiento diferentes, y que posee almohadillas plantares blandas que minimizan el impacto de su pisoteo.

Sin embargo, debemos entender que, así como los herbívoros invasores resultan agentes de degradación ambiental, un ecosistema de pastizal sin ningún herbívoro es una situación poco natural e indeseable para la conservación, ya que estos animales juegan un papel crucial en mantener las funciones ecosistémicas y la heterogeneidad ambiental, motores cruciales del mantenimiento de la biodiversidad. Es por esto que en la situación descrita para el parque Tornquist, el grupo al que pertenecen los autores de este trabajo propone a fines de la década de 1990 una estrategia de manejo de la población de caballos cimarrones basada en el concepto de manejo adaptativo. El manejo adaptativo permite evaluar la respuesta del sistema ante cada intervención y ajustar nuevas acciones en respuesta a estos resultados. Por otro lado, el manejo de

las especies invasoras nunca se plantea como un objetivo en sí mismo sino como una intervención orientada a recuperar componentes y funciones de los ecosistemas que se ven afectadas por su presencia. Así, en el caso de los caballos cimarrones, nuestro grupo de investigación plantea reducir el número de animales y monitorear la recuperación del ecosistema a través del seguimiento de indicadores. Se genera un círculo virtuoso en el cual las acciones son seguidas por observaciones de ciertos parámetros seleccionados, y a partir del resultado obtenido se evalúan las medidas implementadas para mantener o corregir el rumbo y eventualmente cambiar las ideas previas e hipótesis de trabajo. El objetivo del manejo no es nunca quitar caballos cimarrones *per se*, sino permitir la recuperación de la estructura y función del pastizal y de las poblaciones de plantas, animales y otros organismos que lo forman. El ciclo se completa con la recuperación de las poblaciones de herbívoros nativos, en el caso del parque Tornquist los guanacos, actualmente limitados a unos pocos ejemplares que representan una de las últimas poblaciones de la especie en la provincia de Buenos Aires, donde alguna vez fueron muy abundantes y resultaron piezas ecológicas clave.

¿Es posible que la convivencia de bajos números de caballos cimarrones con una población saludable de guanacos resulte compatible con la conservación de la biodiversidad del pastizal serrano? La ciencia no tiene todavía una respuesta a este interrogante y seguramente la mejor manera de saberlo es manejando la población de caballos y aprender haciendo.

Pero ¿qué se puede hacer con los caballos que se extraen de un área? A nivel internacional las poblaciones de caballos cimarrones tradicionalmente han sido controladas con métodos letales, fundamentalmente con disparo con fusil bajo protocolos controlados. Esto se ha vuelto inaceptable para muchos sectores del público y ha generado conflictos con las autoridades responsables del manejo. Una alternativa es la captura viva mediante arreos y usando corrales móviles, y la posterior relocalización de los individuos. En muchos casos, como en Australia, los Estados Unidos y Nueva Zelanda, los caballos capturados son ofrecidos en adopción a particulares bajo estrictas condiciones. Estos caballos suelen ser domados/amansados y usados con fines recreativos, terapéuticos e incluso deportivos, y en algunos casos mantenidos como cimarrones en santuarios creados para tal fin.

El control de fecundidad es otra alternativa propuesta frecuentemente por grupos que impulsan la protección de los caballos. Una forma de regular la reproducción es mediante la captura y posterior esterilización de machos o hembras. Este método es de difícil aplicación a campo, sobre todo en ambientes con topografía ondulada o quebrada. Por otro lado, implica arreos e inmovilización de los animales, generando situaciones de riesgo

y estrés cuanto menos equivalentes a las intervenciones orientadas a la extracción de animales vivos. Como alternativa se propone la administración de vacunas anticonceptivas mediante dardos con fusil de aire comprimido, que es usual en algunos sitios en los Estados Unidos, pero que resulta impracticable en grandes extensiones. El control de fecundidad, en todo caso, no resuelve a corto plazo el efecto de los animales sobre el ecosistema, los caballos castrados o expuestos a anticonceptivos siguen alimentándose y pisoteando el pastizal, por lo que la meta de conservación no puede alcanzarse con estas técnicas únicamente, sino que requiere además una reducción de la densidad.

Con frecuencia la opción de manejo es no manejar, no hacer nada. Esta alternativa es preferida por algunos grupos que defienden el derecho de los caballos cimarrones a una existencia 'libre y natural'. En esta situación, inaceptable para la conservación, la perpetuidad de la biodiversidad es puesta en riesgo, y también el bienestar de los caballos, que suelen morir por desnutrición.

Uno de los principales roles de la biología de la conservación es encontrar soluciones a los problemas y conflictos socioambientales. El manejo de invasiones biológicas se encuadra en este marco, y es por eso que nuestro grupo de investigación genera conocimiento científico con la finalidad expresa de colaborar con las instituciones a cargo de conservar la biodiversidad dentro y fuera de las áreas protegidas, incluyendo herramientas técnicas, como

planes de manejo, que son desarrolladas en conjunto con guardaparques y otros profesionales y agentes de conservación, y transferirlas a los sectores involucrados en la toma de decisiones.

El manejo de poblaciones de caballos cimarrones ha sido muy controversial en todos los países donde estos animales habitan y, sin embargo, resulta una condición ineludible para la conservación de los ecosistemas afectados por su presencia. Los caballos domésticos son una especie animal muy valorada por parte de la sociedad, que tiene un fuerte vínculo con ellos por las actividades recreativas, deportivas, tradicionales, o por ser animales de compañía. Son símbolos de libertad, de cultura criolla, y héroes olvidados de la historia bélica del país. Si bien los caballos cimarrones no son estrictamente animales domésticos, las personas extienden su valoración a ellos. Esto ha generado conflictos y protestas ante las autoridades que suelen dificultar la implementación del manejo. Los caballos claramente merecen nuestro respeto y consideración, y cualquier intervención de manejo de sus poblaciones debe desarrollarse sobre el principio del bienestar animal.

Debemos reconocer que en áreas naturales protegidas o con valores de biodiversidad, los caballos cimarrones constituyen un grave problema de conservación que requiere un adecuado manejo. Enfrentamos el enorme desafío de llevarlo a cabo de manera participativa y basándonos en evidencia para lograr proteger la biodiversidad que es patrimonio de todos. 

LECTURAS SUGERIDAS

KRISTENSEN MJ Y FRANGI J, 1995, 'La sierra de la Ventana: una isla de biodiversidad', *CIENCIA HOY*, 5 (30): 25-34.

SCOROLLI A, 2016, 'Manejo de caballos cimarrones en Argentina', *Mastozoología Neotropical*, 23: 325-333.

SCOROLLI A, BORGHINI CE, APRILE G Y LARTIGAU JM, 2019, 'Equus ferus caballus', en SAYDS-SAREM (eds.), *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista roja de los mamíferos de Argentina*. cma.sarem.org.ar

ZALBA SM, 2005, 'El manejo científico: un terreno común para la investigación, la gestión de áreas protegidas y el conocimiento local', *Parques Nacionales*, 2 (2): 41-43.



Franco Bostal

Licenciado en ciencias biológicas, Universidad Nacional del Sur (UNS).
Becario doctoral del Conicet.
franco.bostal@uns.edu.ar



Sergio Zalba

Doctor en biología, UNS.
Profesor titular de Biología de la Conservación, GEKKO, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, UNS.
Investigador principal del Conicet.
szalba@criba.edu.ar



Alberto Scorolli

Doctor en Biología, UNS.
Profesor adjunto de Zoología de Vertebrados, GEKKO, UNS.
scorolli@criba.edu.ar



Representaciones del unicornio, de la Antigüedad al Medioevo

Entre los muchos seres míticos que pueblan el mundo onírico de Gustave Moreau, aparece con especial frecuencia la figura del unicornio. Asombra verlo acompañando a mujeres sensuales y enjoyadas puesto que, tradicionalmente, era una bestia que simbolizaba pureza y castidad.

Tal vez la necesidad de opuestos, la luz-sombra que fascinó al pintor, determinó la elección de esta dócil y mítica criatura junto a mujeres que expresan lánguida sensualidad en un ámbito paradisiaco. Tal vez lo atrajo la gran carga simbólica del unicornio, que –llegado hasta nosotros con pacífica y clara connotación– fuera una criatura de simbología múltiple, proteica.

Diversas mitologías acogieron la figura de este animal: de ordinario, caballo blanco y gallardo con un solo cuerno estriado en la frente, esa imagen ideal se transformó muchas veces y su color pasó del amarillo al pardo oscuro, y el animal tomó apariencia de cabra o de ciervo.

Diversos ámbitos estructuraron su figura y su carga simbólica. Por un lado, sabemos que Grecia recogió tradiciones de la India a través de Ctesias, médico griego del rey Artajerjes (reinó c. 405 a. C.). Tal vez el griego vio los



El Unicornio de Gustave Moreau. Museo Moreau, París. www.wikioo.org

¿DE QUÉ SE TRATA?

El unicornio fue una figura muy presente en la cultura antigua y medieval, y siempre tuvo un lugar de privilegio en los bestiarios. Este artículo recorre los orígenes y transformaciones de su imagen simbólica y legendaria.

bajorrelieves de Persépolis, las representaciones en las ruinas de Nínive en que aparecen cuadrúpedos —especie de asnos— con un solo cuerno. El autor afirma que tan singular bestia habitaba en la India. Otro griego, Megástenes, escribió, después de una misión diplomática cumplida ante Seleuco I, su *Indica*, cuyos cuatro tomos implicaron la más completa descripción de la India conocida por los griegos.

La criatura que describe no se asemeja a la de su antecesor pues le atribuye patas gruesas y cola corta, como la de un perro. Se parecería más al rinoceronte, aunque su cuerno crece entre las cejas y no sobre la nariz. El aspecto del unicornio ha variado según las diversas tradiciones y se lo ha acercado a diferentes animales. Una estatuilla tibetana del siglo XVII (en la actualidad en el museo Rietberg de Zúrich), por ejemplo, representa a la gacela que, quieta y mansamente, asiste al primer sermón de Buda en Benarés. Lleva entre sus orejas un cuerno que simboliza el Nirvana.

La hipótesis más plausible es que esta criatura haya nacido en Oriente, aunque no siempre se acepta que haya sido natural de la India. Algunos ubican su hábitat primero en China: sería el *chi-lin* con cuerpo de ciervo, cascos de caballo, cola de buey, cabeza de lobo, voz musical. Longevo, alcanzaba mil años de edad y cumplía un papel análogo al que le corresponde a la cigüeña en Occidente:

traía al mundo a los niños; según algunos, solo a los varones. En Extremo Oriente se conocen las danzas del unicornio, que se celebran a mediados de otoño y parecerían ser una transposición del dragón, símbolo propiciatorio de la lluvia.

El animal fue introducido en el bagaje científico occidental probablemente a través de Aristóteles y Plinio. El sabio griego acepta su existencia al conocer al *oryx*, antílope de pezuña hendida. En el mundo romano, en que fue definitivamente introducido por Aeliano en *De animalium natura* (*Sobre la naturaleza de los animales*), fue aceptada su existencia sin dudas. César, al escribir su *Sobre la guerra de las Galias*, lo ubica en los bosques de Hircania.

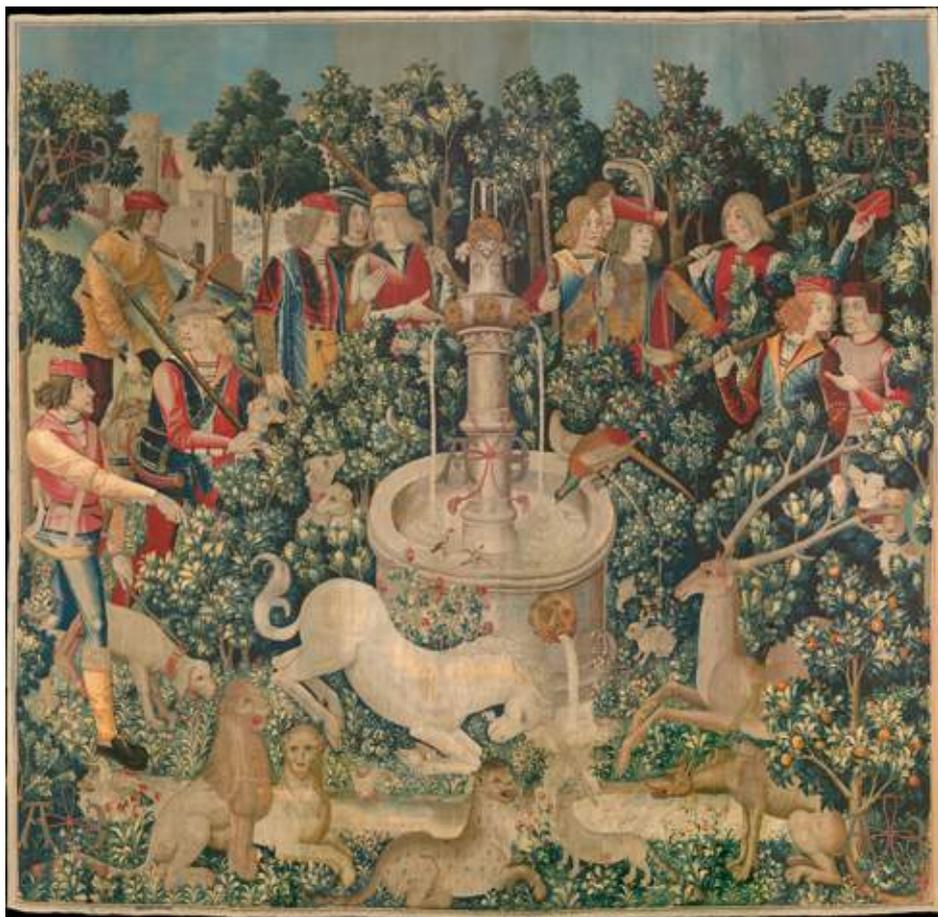
También la tradición bíblica incorporó al unicornio. En las versiones modernas se habla de toros y búfalos, allí donde la Vulgata escribe *rhinoceros* (es decir, el de un cuerno en la nariz). En Números (23.22) se lee: ‘El Dios que de Egipto le ha sacado / Es para él la fuerza del unicornio’. En todos los textos bíblicos se teme la fuerza del animal y, en particular, la agresión de su cuerno. Los Salmos (22 [Vulgata 21], 22) suplican: ‘Salva de la boca del león y de los cuernos de los unicornios mi pobre vida’. En todos los pasajes se alude a la fuerza y la pujanza del animal.

El *Fisiólogo* —el primer bestiario medieval (siglo II d. C.)— hace del unicornio una bestia fiera e indómita, que solo puede ser apresado por una doncella.

El unicornio recibe con el cristianismo simbología múltiple. Representa al Cristo —‘Él es el «Hijo del unicornio»’—, la unidad de la Iglesia y de los cristianos, la castidad.

Pero los Padres de la Iglesia también representaron en él a quienes se negaban a aceptar el yugo de la fe, a los paganos e incluso a los judíos (el único cuerno del animal representaría el ahincado monoteísmo hebreo). Pero, por fin, fue aceptado como símbolo positivo por los escritores cristianos. Pudo ser rayo solar, flecha espiritual, imagen, por tanto, de la Encarnación. Ese unicornio místico aparece, con frecuencia, representado en el regazo de la Virgen, a veces, mientras recibe el mensaje del arcángel Gabriel.

Esta representación mística se opone a la que muestra a hombres o mujeres salvajes junto al animal o cabalgando sobre él. De ordinario, ese disfraz era artificio de juegos de mesa, pero la representación aludía a la fuerza indomeñable del unicornio, en ese caso, so-



Encuentro del unicornio, de la serie de tapices flamencos *La caza del unicornio* (1495-1505). www.metmuseum.org

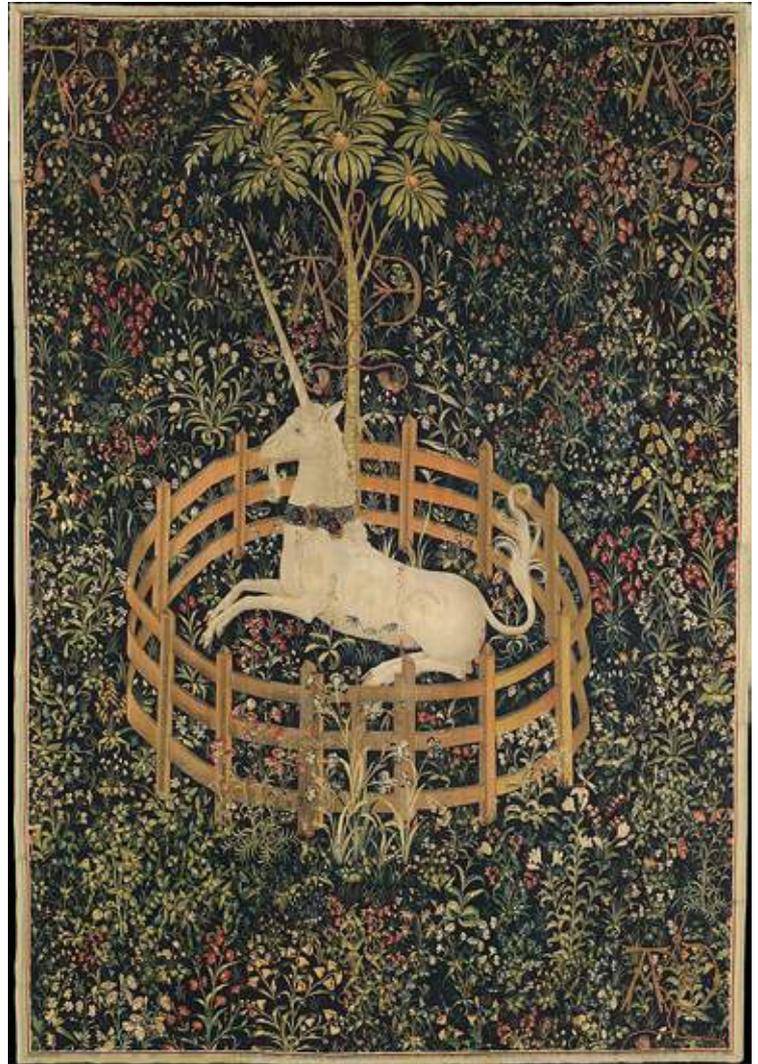


Monoceros en el bestiario MS. Bodl. 764, folio 22r (Inglaterra, c. 1225-1250). es.wikipedia.org

bre todo, como vigor natural y sexual. Fue primero creación literaria, solo más tarde el arte lo tomó como sujeto frecuente. A veces, apareció junto al ciervo; en la simbología alquímica era el espíritu que se encontraba con el alma (ciervo) en medio de la floresta que simbolizaba el cuerpo.

La Edad Media representó con frecuencia a esta criatura. Dos tapicerías célebres la incorporan entre sus figuras: *La dama del unicornio* (siglo XV, museo de Cluny, París) y *La caza del unicornio* (siglo XV, museo Metropolitano, Nueva York). Solo en uno de los cinco paneles de *La dama...* aparece el animal como parte principal de la composición; en los demás figura como portaestandarte. Mucho se ha discutido acerca de la significación general de la tapicería y en particular del unicornio.

La caza... presenta, en cambio, al unicornio como personaje central. En uno de sus paneles, el animal hunde su cuerno en el agua que surge de la fuente, mientras las demás criaturas del bosque esperan para poder beber sin temor. La tradición pretendía que su cuerno tenía la capacidad de anular el efecto de todo veneno. Por ello, ese cuerno (realmente defensas de narval) servía de anuncio para los apotecarios, y los príncipes poseían copas en las cuales podían beber sin temor a ser envenenados. *La caza...* tal vez fue realizada para celebrar el matrimonio de Luis XII de Francia con Ana de Bretaña (8 de enero de 1499). El último panel representa al animal en un prado florido, dentro de un cercado, con rico collar de pedrerías. Dentro del vallado crece un granado, símbolo de la fertilidad; fuera quedan los lirios, imagen de la pureza. Se ha querido ver en esta escena la consumación del matrimonio. El unicornio fue, pues, criatura familiar a la imaginación medieval y renacentista.



El unicornio cautivo, de la serie de tapices flamencos *La caza del unicornio* (1495-1505). www.metmuseum.org

Los viajeros occidentales que transitaban por Oriente lo describieron y, a veces, ante el rinoceronte —con el que lo confundieron— se asombraron porque no correspondía a la bella estampa que la tradición le atribuía. Se descreyó de la realidad del unicornio recién en el siglo XVII. Pero como lo irreal es siempre más fuerte que lo cotidiano, su figura siguió tentando a los artistas con su gentileza, con su difícil domesticación, con su fuerza. Vehículo de disímiles valores, polarización de opuestos, con su místico mensaje: 'Mi Padre y yo somos uno solo'. **CH**



Nilda Guglielmi

Doctora en historia, UBA y Université d'Aix en Provence, Francia.
Investigadora superior del Conicet.
Académica de número, Academia Nacional de la Historia.
Profesora titular de Historia Medieval, UBA.
guni1801@gmail.com

Historia natural del unicornio

Los animales fantásticos en la transición del Medioevo al Renacimiento

Reproducción de un artículo del autor publicado en CIENCIA HOY, 5 (26), 1994.

Una de las polémicas más características de la historia de la ciencia se centró alrededor de la siguiente pregunta: ¿cuán novedoso fue, desde el punto de vista del desarrollo del pensamiento científico, el Renacimiento? Esta cuestión fue inaugurada por Pierre Duhem (1861-1916), físico, filósofo e historiador de la ciencia francés, quien, con sus estudios sobre Leonardo y su monumental obra en diez volúmenes *Système du monde*, inauguró la investigación sistemática de la ciencia medieval. Duhem descubrió que muchos de los principios de la mecánica cuya formulación se atribuía a los hombres de los siglos XVI y XVII ya habían sido formulados o esbozados por la escuela parisina del siglo XIV; a partir de allí desarrolló su concepto de los ‘precursores’. Este enfoque fue discutido y rechazado por Alexander Koyré (1892-1964), historiador de la filosofía y de la ciencia ruso que desarrolló su actividad en Francia y los Estados Unidos durante las décadas intermedias de nuestro siglo.

Si Duhem defendía la ‘continuidad’ de la marcha de la ciencia, Koyré argumentó a favor de la ‘discontinuidad’, en otras palabras, de la irreductible novedad de la ciencia renacentista y, fundamentalmente, de la de la temprana Edad Moderna. Los estudios de AC Crombie, Annelise Maier, y los de la escuela norteamericana de Marshall Claggett, Edward Grant y sus discípulos, han difuminado desde entonces la cuestión. En un coloquio dedicado al tema que tuvo lugar en la reunión de la History of Science Society (Santa Fe, Nuevo México, 11-14 de noviembre de 1993), los expertos más reconocidos en el período Medioevo-Renacimiento acordaron que la pregunta ha ido perdiendo progresivamente su sentido. Existe, es verdad, una cierta continuidad entre los períodos, pero también es posible hablar de una real novedad, sin temor a equivocarse. Lo interesante no sería elegir una u otra opción, como si se tratase de una disyunción exclusiva, sino establecer en qué sentido podemos hablar de una transición paulatina o brusca.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Este artículo se propone explorar, en torno de la figura del unicornio, cómo convivían diversas lecturas de la naturaleza durante el Renacimiento.



Si bien esta problemática se desarrolló clásicamente alrededor de las ciencias físicas, aquí nos ocuparemos de un terreno poco frecuentado, como es la cuestión del conocimiento de los animales. Focalizaremos el problema de la transición en el caso de un animal –para nosotros– fantástico: el unicornio. Esta elección se debe a que este trabajo apunta a revelar la inadecuación histórica de la perspectiva favorecida por George Sarton (1884-1956) y la historia de la ciencia anterior a los años 50 –lamentablemente aún vigente en algunos medios locales–, según la cual el Medioevo sería un período caracterizado por la credulidad en los animales fantásticos, superstición de la cual el Renacimiento, con su ‘vuelta a la naturaleza’, habría liberado a la humanidad.

La estrategia de este artículo consiste, entonces, en considerar lo siguiente:

- (a) de qué modo se hablaba del unicornio durante la Edad Media y el Renacimiento, prestando atención a los textos dedicados al conocimiento de la naturaleza y a los géneros literarios a los que esos textos pertenecen, y
- (b) de qué modo se representaban los unicornios en las ilustraciones de dichos textos.

Este enfoque está guiado por dos preguntas: en primer lugar y desde el punto de vista de los textos, ¿en qué sentido es posible hablar de ‘continuidad’ entre el siglo XII y el XVII?; en segundo lugar, al considerar las ilustraciones, nos preguntaremos si los modos de representación de la naturaleza guardan relación con el significado de los animales fantásticos en la historia natural medieval y renacentista.

El unicornio en la Antigüedad y la Edad Media

La mención más antigua del unicornio que ha llegado a nosotros está en la *Indica* de Ctesias, un médico griego que actuó en la corte persa durante el siglo V a. C., quien habla de un asno salvaje de la India, de tamaño similar al caballo y con un cuerno tricolor. En la *Historia de los animales*, de Aristóteles (384-322 a. C.), se establece una relación entre el número de cuernos y la forma de la pezuña de los animales: aquellos con dos cuernos deben tener pezuña partida, los que tengan un solo cuerno deben tener casco entero, como el *asno de la India*. Existe, sin embargo, un animal con un solo cuerno y pezuña partida: el *oryx*. En otro tratado, Aristóteles explica la relación entre el carácter bicorne y la pezuña partida: dado que los cuernos están hechos del mismo material que las pezuñas, ambos deben dividirse simultáneamente. Los animales unicornes solípedos se explican así: siendo la divi-



Figura 1. Unicornio en bestiario iluminado. Ms. li. 4.26. University Library, Cambridge, siglo XII.

sión del casco causada por la falta de material, en el caso de que haya casco entero, el exceso de material que se utiliza en llenar la hendidura es quitado de los cuernos, con lo cual estos animales son unicornes. Aristóteles no explica el caso del animal unicornes y fisípedo. En síntesis, Aristóteles –probablemente el ‘zoólogo’ de mayor influencia hasta el siglo XVII– explica la existencia de los animales unicornes sobre la base de una hipótesis fundada en la homogeneidad de la materia de los cuernos y los cascos.

Plinio (23/24-79 A. D.), en su famosa *Naturalis historia* –una obra en treinta y siete libros que sentaría las bases de lo que sería con el tiempo el género de la historia natural–, también se ocupa de los animales unicornes. En el libro octavo se refiere a un animal parecido al buey (*bos unicornis*) con un cuerno y casco entero y en el mismo párrafo se menciona al *monoceros*, el cual tiene el cuerpo de un caballo, la cabeza de un ciervo, las patas de un elefante, la cola de un jabalí y un cuerno de tres pies de largo en la frente; este animal no puede ser capturado vivo. Plinio habla de un tercer animal unicornes, el *rhinoceros*, que es un enemigo natural del elefante, posee un cuerno en la frente que afila contra las rocas y ha sido mostrado en el circo a los romanos por Pompeyo. Solino (siglo III), autor de otra enciclopedia sobre la naturaleza que depende mucho de la de Plinio, repite la descripción de este último de un buey con un cuerno y casco entero, le atribuye un cuerno de cuatro pies y lo denomina *monoceros*. Como se ve, Solino funde en uno lo que en Plinio eran dos animales separados (el *bos unicornis* y el *monoceros*). Además, Solino menciona separadamente el *rhinoceros*.

Isidoro de Sevilla (560-636), autor de una enciclopedia de gran influencia en la temprana Edad Media (las Eti-

mologías), utiliza tres nombres —*rhinoceros*, *monoceros*, *unicornus*— para referirse a un único animal, que tiene —según podemos entender al leer su texto— algunas características del *monoceros* de Plinio y un rasgo del *rhinoceros* (la enemistad con el elefante). Pero Isidoro agrega que el animal solo puede ser capturado por una virgen, en cuyo regazo cae dormido y pierde su fiereza. La fuente del relato de la captura por la doncella es el *Fisiólogo*, un texto originado en los primeros siglos de nuestra era, probablemente en Oriente, con relatos de animales (muchos de ellos fantásticos) a los que se les añade una interpretación alegórico-religiosa. En la versión latina del *Fisiólogo*, hay un capítulo sobre el *monoceraton*, el cual sería un animal con un cuerno, parecido a un cabrito y muy valiente, que simboliza a Cristo, siendo la captura por la virgen una alegoría de la Encarnación.

Resumiendo lo dicho hasta aquí, vemos que la *Historia natural* de Plinio dio origen a dos tradiciones, la del *monoceros* y la del *rhinoceros*, ambas continuadas por Solino. Isidoro mezcló las características de ambos animales en un único ser que denominó indiscriminadamente *rhinoceros*, *monoceros* o *unicornus*.

Tomás de Cantimpré (1200-1270/72), autor de una famosa enciclopedia medieval (*Sobre la naturaleza*), retoma la tradición de Plinio y Solino mencionando al *monoceros* y al *rhinoceros* (al que denomina *unicornis*), pero agrega un tercer animal con un solo cuerno, el *asno de la India* de Aristóteles, abundando en la interpretación alegórico-religiosa.

Alberto Magno (1200-1280) tomó sobre sí la tarea de comentar la totalidad de la obra de Aristóteles reingresada a Occidente durante los siglos XII y XIII. Su comentario sobre los tratados del sabio griego acerca de los animales constituye la más significativa contribución del tardo Medioevo a la interpretación de este sector del conocimiento. Consta de diecinueve libros en los que se revisa la obra aristotélica, con interpolaciones respecto de las propias observaciones de Alberto sobre la fauna germánica, sus objeciones y muchos agregados de fuentes médicas árabes, además de un ‘diccionario de los animales’, extraído en su mayor parte de la enciclopedia de Tomás de Cantimpré. Alberto se enfrenta con el problema de reconciliar el texto aristotélico —que habla de un animal unicorne solípedo (*asno de la India*) y uno fisípedo (*oryx*)— con el texto de Isidoro, que habla de un animal llamado *unicornis* en latín y *rhinoceros* en griego (y que deriva, en última instancia, de la tradición de Plinio). Su solución consistirá en identificar al *unicornis* o *rhyrnocerontis* con el *oryx*, sin dar razones para ello. En ese mismo pasaje, Alberto nos cuenta que tiene en sus manos un cuerno de unicornio de diez pies de longitud y un palmo y medio de diámetro en la base.

En el libro XXII de su *Comentario* —perteneciente al ‘diccionario de los animales’—, Alberto incluye los animales mencionados por Tomás de Cantimpré (*monoceros*,

asno de la India y *unicornis*) y reproduce las descripciones de aquel —suprimiendo las referencias alegórico-religiosas— pero sin confrontar las descripciones de la enciclopedia de Tomás con las aristotélicas. En el libro del ‘diccionario’ dedicado a los animales acuáticos, Alberto se refiere a un monstruo marino con un cuerno, denominado *monoceros*, que es suficientemente grande como para hundir un barco, pero no lo hace debido a su timidez, huyendo ante la vista de las embarcaciones, lo cual está tomado también de Tomás. Lo significativo es que Alberto no alude a los problemas que surgen de la existencia de dos especies de *monoceros* —uno terrestre y otro marítimo—, limitándose a reproducir los sendos textos de Tomás sobre cada bestia.

¿Qué conclusiones podemos extraer de esta algo fatigosa exploración de autores? En primer lugar, una cuestión importante sobre las características de la ciencia medieval de los animales. Esta se presenta como una *ciencia textual*. A pesar de que en los siglos XII y XIII algunos personajes como Teodorico de Freiburg († 1311) hayan proyectado y realizado algo que se parecería en muchos aspectos a lo que nosotros hoy denominamos ‘experimento’, la mayor parte del conocimiento medieval de la naturaleza consistía en la transmisión de textos. Aun teniendo en cuenta que Roberto Grosseteste (1168-1253) formuló una temprana versión del método hipotético-deductivo, es evidente que hay que esperar hasta el siglo XVII para que este se desarrolle en un sentido suficientemente efectivo como para posibilitar la transición de la física aristotélica a la newtoniana. La contrastación de los textos con la naturaleza no estaba del todo ausente para los hombres del siglo XIII; hay innumerables pasajes del comentario de Alberto en los que este corrige a Aristóteles y a otras autoridades y comienza su corrección con las frases ‘yo en cambio vi...’ o ‘yo experimenté sin embargo que...’; pero el análisis del caso del unicornio nos muestra que aquella no era su principal preocupación. El de Alberto es un *texto sobre textos* y la etimología es una importante pista de conciliación de informes contradictorios, aunque hay muchos casos en que esta conciliación ni siquiera es intentada. Sin embargo, no puede dejar de advertirse que el autor exhibe la sólida evidencia de un cuerno que nadie, en ese momento, hubiera dudado en atribuir a un unicornio, el cual era en realidad un colmillo de narval.

Una vez aceptada la idea de que el conocimiento de los seres vivos durante la Edad Media dependía de una ciencia textual —que no debería ser derogatoria so pena de caer en un flagrante anacronismo—, es evidente que, si queremos entender de qué modo los medievales concebían el conocimiento de la naturaleza de los animales, el próximo paso será considerar los distintos géneros literarios que hablaban de ellos.



Los géneros literarios sobre los animales en la Edad Media

En nuestra historia acerca de los unicornios hemos visto que en la Antigüedad se originaron dos tradiciones textuales, la de Aristóteles y la de Plinio. Las obras de Aristóteles sobre los animales encarnan el ideal de ciencia de su autor: la ciencia es conocimiento sistemático, que busca explicar los fenómenos a través de sus causas, fundando dicha explicación en principios autoevidentes; esto resulta en una ciencia que debería estructurarse deductivamente. Debe notarse que el énfasis en la explicación causal torna necesaria la introducción de la teoría explicativa. En nuestro caso, vimos cómo Aristóteles buscaba explicar la correlación entre número de cuernos y pezuña entera o partida a través de una hipótesis.

La historia natural de Plinio, por el contrario, no depende de un ideal explicativo sino empírico-descriptivo. Sus treinta y siete libros son una colección de informaciones extraídas de diferentes autores y de tradiciones orales de distinto tipo, ordenadas más o menos temáticamente. El criterio de verosimilitud de la información que Plinio incorpora en su obra es muy laxo y su *Historia natural* es famosa por la cantidad de prodigios, eventos y descripciones fantásticos y maravillosos que contiene. Plinio escribió en el siglo I de nuestra era y su obra incorpora la descripción del orbe conocido; lo de Plinio es la acumulación de información empírica sobre los tres reinos de la naturaleza –incluido el hombre–, en forma de relato.

Estas dos tradiciones –Aristóteles y Plinio– que se originaron en la Antigüedad fueron continuadas en la Edad Media. Cuando los textos de Aristóteles reingresaron a Occidente, comenzaron a ser estudiados en la forma de comentarios. Así, en ese momento, el ideal de la explicación causal, teórica y la validez y autonomía de la explicación racional (debidas a la introducción de la lógica aristotélica) se difunden en las recién creadas universidades en la forma del comentario escolástico.

Ejemplo de esta literatura son los primeros diecinueve libros del comentario de Alberto. Ya vimos de qué modo este intenta conciliar la tradición aristotélica y la pliniana en la primera parte de su obra. Por otro lado, tenemos que la obra de Plinio fue, de alguna manera, continuada en las enciclopedias medievales, como la de Tomás de Cantimpré. Estas utilizaban una técnica específica denominada ‘compilación’, que consistía en reunir y presentar ordenadamente, una al lado de otra, las opiniones del mayor número posible de autores. La ‘compilación’ estaba al servicio del ideal enciclopédico de proporcionar información concentrada sobre los temas más disímiles. Es significativo contrastar con este el otro género –el comentario escolástico– que apunta a contrastar, comparar y enfrentar las

opiniones de las autoridades. Hemos visto cómo Tomás de Cantimpré simplemente enumera los tres tipos de animal unicornio, mientras que Alberto busca identificar (o diferenciar) –al menos en algunos pasajes– los distintos animales descritos en los textos que estaban a su alcance.

Una tercera tradición, la del *Fisiólogo* –luego *Bestiario*–, es específicamente medieval. El significado del *Bestiario* es aún motivo de intensa discusión entre los especialistas, ¿era un libro de historia natural?, ¿era un libro de educación espiritual? El *Bestiario* es una colección de muy breves relatos sobre las propiedades de animales, plantas y rocas, con un comentario que interpreta las características de los seres naturales en un sentido alegórico-religioso. La naturaleza pasa a constituirse de este modo en símbolo de una realidad divina; el conocimiento de la naturaleza consiste en saber interpretar el mensaje de los animales y las plantas. Este enfoque se vincula con el predominio casi excluyente de la filosofía agustino-platónica entre los siglos V y XII de nuestra era, para la cual la naturaleza era una copia imperfecta de realidades superiores, que coincide, precisamente, con el florecimiento de la literatura asociada al *Bestiario*. Esta tradición es conservada por las enciclopedias, pero es excluida en el comentario aristotélico; como vimos, Alberto copia a Tomás pero deja de lado la interpretación alegórica que ocupa un lugar importante en este.

En síntesis, hemos visto que estas tres tradiciones –los comentarios aristotélicos, las enciclopedias y el *Bestiario*– tienden a reformular (cada una a su modo) los materiales heredados de la antigüedad grecorromana, de tal modo que el mismo tema asume diferentes dimensiones según el género literario en el que aparezca –siempre dentro de los límites de lo que denominamos ciencia textual–. Así, el comentario aristotélico de Alberto no descuida la explicación, busca conciliar o distinguir las opiniones utilizando razones y demuestra una cierta limitada inclinación a la observación, consonante con el programa aristotélico (mención del cuerno poseído por Alberto); las enciclopedias, en cambio, apuntan a configurar una suerte de mosaico de textos de distintos autores en un discurso de tipo ‘horizontal’, esto es, en el que cualquier fragmento posee el mismo valor epistemológico; por fin, el *Bestiario* o *Fisiólogo* ‘lee’ la naturaleza en función de una preocupación interpretativa, buscando hallar en ella las claves que remitan al mundo espiritual, del cual las criaturas terrestres son solo símbolos.

El unicornio en el Renacimiento

Todavía es posible escuchar, en algún tipo de literatura poco actualizada, los ecos de la historiografía de la ciencia sartoniana que considera al Renacimiento como una ‘vuelta a la naturaleza’. Nos toca ahora considerar el tratamiento que los autores del siglo XVI daban al unicornio,

para procurar obtener una mejor idea sobre el sentido de las continuidades y rupturas entre la Edad Media y el Renacimiento, en lo que hace al modo de conocimiento de los seres vivos. Para tal fin consideraremos las enciclopedias renacentistas de Aldrovandi y de Gesner.

Ulises Aldrovandi (1522-1605) fue el autor de la más importante enciclopedia renacentista sobre los animales, gran parte publicada después de su muerte. En el tomo titulado *Sobre los cuadrúpedos solípedos*, dedica un capítulo al *asinus cornutus* y otro al *monoceros* o *unicornis*. En el primero, Aldrovandi retoma la tradición aristotélica del *asno de la India* y afirma que existen estos animales en Rusia, en África y en la India. El texto se acompaña de una ilustración que muestra a un animalito parecido a un asno con un pequeño cuerno sobre el hocico y una pata con tres dedos.

Aldrovandi afirma que tal animal *no puede ser un asinus cornutus*, pues este –según Aristóteles– tiene el casco sólido. El capítulo sobre el *monoceros* o *unicornis* se divide en dos partes, la primera dedicada a investigar si existe el unicornio, y la segunda a dilucidar *qué animal es*. Respecto de lo primero, Aldrovandi advierte que su existencia es cosa dudosa; algunos autores la afirman, otros la niegan y el lector deberá decidir por sí mismo. Aldrovandi explora luego las opiniones de distintos autores y resume las conclusiones de los dos tratados contemporáneos más importantes sobre el unicornio, los de Andrea Marini y Andrea Bacci, escéptico y crédulo respectivamente.

Aldrovandi se pregunta en la segunda parte de este capítulo: *¿qué criatura es el unicornio?* Después de considerar los reportes de los viajeros contemporáneos que dicen haber visto al animal (Eneas Silvio Piccolomini, Pablo Veneto y Ludovico Barthema), Aldrovandi concluye que el

unicornio existe –‘más allá de toda controversia’– y que las contradicciones de los autores antiguos en cuanto a su descripción se explican por el hecho de que estos no han visto al animal por sí mismos, sino que dependían de testigos; en todo caso, las coincidencias tienen más peso que las diferencias y no se debería juzgar una historia como falsa por el hecho de que haya reportes contradictorios sobre ella. Luego se mencionan los cuernos expuestos en la abadía de Saint Denis (París), en la iglesia de San Marcos (Venecia) y en la Santa Sede. Aldrovandi comenta que la supuesta propiedad del cuerno de St. Denis de ‘transpirar’ en presencia de veneno podría ser explicada por causas naturales y expresa claramente que estos cuernos podrían pertenecer a criaturas marinas propias de los mares hiperbóreos, y afirma que el cuerno que Alberto Magno tenía en su poder era de ese origen, no pudiendo ser de un unicornio terrestre debido a su tamaño. El capítulo concluye con una sección sobre las propiedades del cuerno del unicornio. A la figura del *asinus cornutus* se agrega otra que representa dos cuernos de unicornio, uno perteneciente al rey de Polonia y otro al duque de Mantua.

Konrad Gesner (1516- 1565) trata sobre el *monoceros* en el tomo dedicado a los cuadrúpedos de su famosa enciclopedia *Historia de los animales*. Dado que existen diferentes tipos de unicornio o que el mismo unicornio ha sido descrito de manera distinta por diferentes autores, Gesner afirma que se limitará a reproducir los múltiples y conflictivos reportes. Así, nos proporciona una larga lista de citas que se refieren a cada rasgo del animal que es posible encontrar en la literatura; detrás de la cita se enumeran los autores de donde fue extraída. La descripción del animal equivale entonces a un enorme rompecabezas hecho de piezas que no siempre encajan entre sí. No hay ningún intento de proporcionar una imagen coherente de la bestia: el unicornio es más un *patchwork* de citas que un animal vivo. Baste este fragmento como ejemplo: ‘El monocero se encuentra entre los Indios, Philes, Solino [...] tiene cuerpo de caballo, cabeza de ciervo, Solino y otros [...] tiene cola de jabalí o de cerdo, Solino, Philes, Plinio, Eliano’. Gesner incluye una imagen del unicornio (Figura 2).

¿En qué se parecían y en qué se diferenciaban las enciclopedias renacentistas de Aldrovandi y Gesner respecto de los géneros medievales? Señalemos primero las continuidades. Aldrovandi utiliza los dos pasos de la metodología escolástica cuando se pregunta primero si existen unicornios y, luego, qué son esos unicornios. Su intento de identificar al unicornio con alguno de los animales unicornes mencionados en la literatura antigua o medieval solo se diferencia del de Alberto Magno por el mayor volumen de referencias de Aldrovandi y por la mención que este efectúa de los informes de los viajeros, un fenómeno típicamente renacentista: los viajes de exploración comienzan a inundar Europa con reportes del descubrimiento de nue-



Figura 2. Unicornio. Xilografía utilizada en la *Historiae animalium* de Gesner, Zúrich, 1551; vol. I, p. 781; reproducida en la edición efectuada por Edward Topsell (*History of Four-Footed Beasts*, Londres, 1658, 3 vols.).



vos mundos. Además, si bien Aldrovandi se nos aparece como un demitificador al sospechar que el cuerno de unicornio de Alberto era el de un narval y cuando intenta explicar naturalísticamente las propiedades maravillosas del cuerno de Saint Denis, de todos modos termina afirmando enfáticamente la existencia del unicornio. En cuanto a la enciclopedia de Gesner, debe notarse la continuidad entre su metodología y la de Tomás de Cantimpré ambos apuntan a una compilación de textos de autores que excluye la opinión personal del escritor. Más aún, la *Historia de los animales* de Gesner, al ordenar el material, utiliza solo las grandes categorías de la clasificación aristotélica, ordenando a los animales alfabéticamente dentro de cada grupo, del mismo modo que lo había hecho Tomás de Cantimpré y repetido Alberto Magno en su 'diccionario'; avances importantes en lo que respecta a la clasificación animal llegaron con Francis Willughby y John Ray en el siglo XVII, quienes aplicaron la noción de 'grupo natural' a partir de la disección de especímenes. No debe olvidarse que Gesner, a pesar de sus enciclopedias sobre animales y plantas, era fundamentalmente un bibliógrafo, filólogo y lingüista: su *Biblioteca universal* (1574) era un catálogo de todos los escritores hasta el momento en latín, griego y hebreo. La historia natural de Gesner era una historia eminentemente humanista, en la cual el autor intentaba volcar todo tipo de información (en el sentido de cita erudita) asociada con la palabra que designaba al animal. Por otro lado, no deben descuidarse las soluciones de continuidad entre la literatura del Medioevo y del Renacimiento. En primer lugar, una mera cuestión de volumen. La enciclopedia de Aldrovandi, por ejemplo, es una impresionante colección de volúmenes *in folio* publicados entre 1600 y 1648 —la mayoría póstumamente, recopilados y editados por discípulos— que dedica al *asinus cornutus* y al *monoceros* treinta y dos páginas en total. El texto se acompaña de indicaciones marginales que guían al lector sobre el tema de cada párrafo. Si comparamos esto con los manuscritos del *De animalibus* de Aristóteles —y aun con los incunables de dicho texto— es innegable un notable incremento en lo que concierne a la cantidad de información almacenada, así como un enorme progreso en las técnicas de ordenamiento y recuperación de la información.

Por otra parte, debemos referirnos a los distintos niveles de comprensión del animal. Hemos visto que los tres géneros medievales abarcaban, separadamente, aspectos explicativos, enciclopédicos y simbólicos (en los comentarios, enciclopedias y *Bestiarios*, respectivamente). En las enciclopedias renacentistas estos niveles se dan simultáneamente en el mismo género. Asimismo, existe una diferencia respecto de la utilización simbólica del animal. El Medioevo temprano —que privilegió esta aproximación a la naturaleza— atribuía un significado bastante unívoco a cada animal, es decir que el simbolismo variaba dentro de

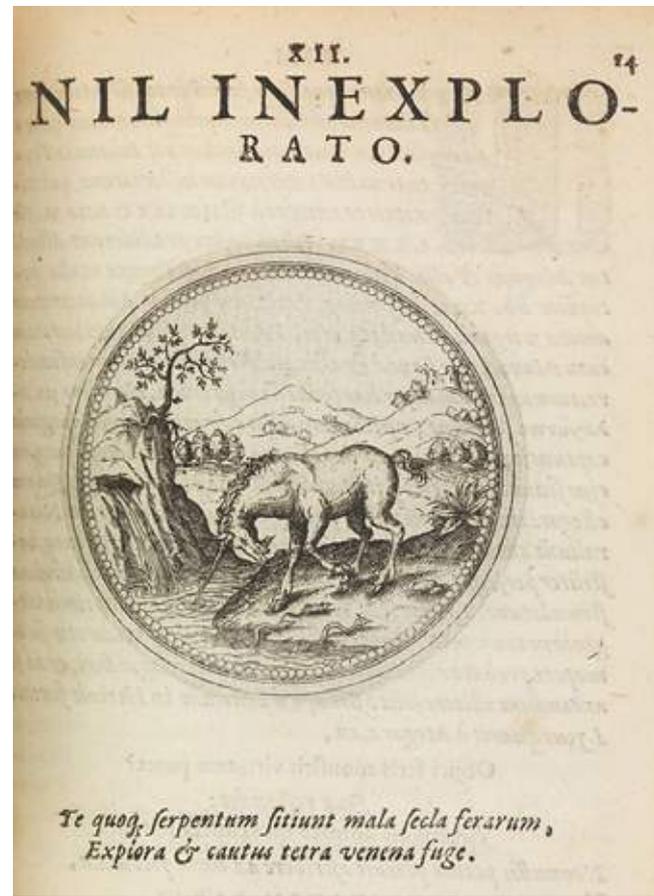


Figura 3. Emblema con figura de unicornio en la primera parte de los *Symbole et emblemata* de Joachim Camerarius, Núremberg, 1590. El lema es 'Nada sin ser probado'; el epigrama dice 'También a ti te busca la raza maldita de las serpientes / Prueba y, prudente, evita los siniestros venenos'. La figura hace referencia a la leyenda según la cual el unicornio introducía su cuerno en un espejo de agua envenenado, purificándolo y posibilitando que bebieran los otros animales.

límites estrechos; en nuestro caso, el unicornio siempre representaba a Cristo. Durante el siglo XIII, con el ingreso de Aristóteles, se verificó un eclipse de esta dimensión simbólica (recordemos que Alberto copia a Tomás de Cantimpré pero deja de lado la alegoría). Por el contrario, los renacentistas multiplicaron los significados de cada animal; por ejemplo, en el capítulo de su *Ornitología* dedicado a la gallina, Aldrovandi consagra diferentes secciones a las interpretaciones místicas, morales y a los jeroglíficos, emblemas e insignias vinculados con el ave. Esta progresiva complejización es una manifestación particular de una más general diferencia entre la concepción del símbolo peculiar a cada uno de estos dos períodos histórico-culturales. William Ashworth ha estudiado magníficamente la importancia de los 'emblemas' en la historia natural renacentista; un emblema es un lema con una figura simbólica y un epigrama, y el conjunto de dichos elementos transmite un mensaje (figura 3). Libros como los *Emblemas* de Andreas Alciati (1492-1550), y los *Símbolos y emble-*

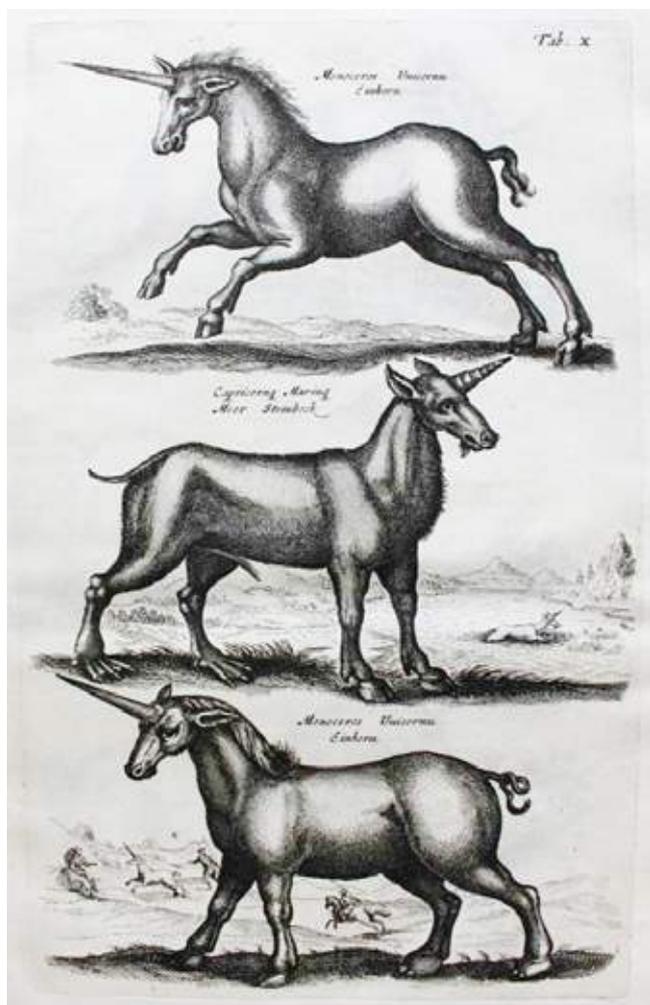


Figura 4. Tres especies de unicornios. Grabado en cobre en *Historia naturalis de quadrupedibus*, de Joannes Jonston, Ámsterdam, 1657, lámina X. En algunas copias los grabados están coloreados.

mas de Joachim Camerarius (1534-1598) fueron un constituyente fundamental de una historia natural en la que también intervenían los jeroglíficos, las imágenes de las monedas antiguas y la iconografía asociada a las fábulas de Esopo y a la mitología clásica. El florecimiento de los estudios asociados a estas disciplinas multiplicó exorbitantemente la red de asociaciones verbales y figurativas que constituía, como vimos, la historia natural de Gesner, de modo tal que en Aldrovandi se verifica una marcada inflación de la multiplicidad de sentidos atribuidos a cada animal.

La representación del unicornio

La mayor diferencia entre el modo de hablar sobre los animales entre el Medioevo y el Renacimiento consiste, paradójicamente, en la cuestión de la representación fi-

gurativa de ellos y eso consideraremos ahora. Si la ciencia medieval era fundamentalmente textual, veremos que la discontinuidad más significativa entre ambos períodos —en lo que al conocimiento de los animales concierne— corresponde al desarrollo de la comunicación visual. Con el fin de fundamentar esta afirmación, deberemos pasar breve revista a tres fenómenos que afectaron la representación de la naturaleza y la difusión de esas imágenes: el desarrollo de las técnicas de representación naturalista, el de las técnicas de la ilustración y la utilización de ambas al servicio de una concepción fantástica de la naturaleza, propia de la filosofía natural del Renacimiento.

Respecto del primero de estos tres puntos, es cosa sabida que desde el siglo XII hasta el XV, se verificó una progresiva tendencia hacia un mayor naturalismo en las iluminaciones de los manuscritos de historia natural (principalmente *Bestiarios* y, sobre todo, herbarios, pero también en las iluminaciones de los márgenes de todo tipo de obra, como salterios y libros de caza). El románico del siglo XII se caracterizó por ser un período en el cual las representaciones de animales y plantas fueron fuertemente simbólicas; muchas de las ilustraciones de los *Bestiarios* anglosajones de este período son puramente lineales (figura 1). Los historiadores del arte discuten cuánto de ese simbolismo perdura en el gótico, pero lo que es claro es que en este último período la tendencia hacia el realismo es manifiesta. El clásico estudio de Denise Jalabert, por citar un ejemplo, demostró de qué modo la flora esculpida en los capiteles de las catedrales se fue haciendo progresivamente más realista en la transición del románico al gótico del siglo XIII.

El realismo fue alcanzado ya entre el gótico y la Baja Edad Media; lo que —según el teórico del arte Ackerman— los artistas del siglo XV lograron fueron las técnicas de racionalización de las imágenes: modelado de formas a través del sombreado, reproducción de textura y, fundamentalmente, la perspectiva artificial, control de proporción y escala. En síntesis, al llegar al siglo XVI, los artistas dominaban una vasta panoplia de técnicas de representación naturalística y de creación ilusionística del espacio.

En cuanto a nuestro segundo punto, en la era de los manuscritos, problemas de reproducibilidad conspiraban contra la transmisión de copias idénticas de sus iluminaciones; cada uno de ellos debía ser iluminado por separado, proceso que, si bien se efectuaba por medio de ingeniosos procedimientos como la utilización de moldes por ‘calado punteado’ de las figuras, de todos modos atentaba contra la homogeneidad de las copias. La introducción de la imprenta fue lo que hizo posible la reproducción casi exacta de las figuras e ilustraciones de las obras científicas, en un ilimitado número de copias. Los primeros herbarios y enciclopedias ilustrados salidos de las prensas renacentistas reproducían las iluminaciones de los manuscritos transformadas en xilografías.



Ahora bien, debemos tener en cuenta el desarrollo de las técnicas de ilustración, primero la xilografía (difundida durante la segunda mitad del siglo XV y utilizada con frecuencia durante la primera mitad del XVI) y, más tarde, los grabados en cobre y el aguafuerte, cuyo uso se difundió a partir de 1550, de modo tal que, hacia 1600, las xilografías solo se utilizaban para ediciones populares. Este proceso de desarrollo de técnicas de reproducción de figuras en los textos acompañó la ya comentada tendencia hacia la figuración realista. En síntesis, las técnicas pictóricas que posibilitaban una representación 'naturalística' y que hicieron posible el arte del Renacimiento se acompañaron del desarrollo de metodologías que posibilitaban la reproducción más 'natural' de las ilustraciones, aunque es importante destacar que la traducción de los hallazgos pictóricos a los métodos de ilustración sufrió un importante *décalage*: las obras de Durero y Leonardo coexistían con una ilustración de textos científicos bastante poco refinada.

Es importante, en tercer lugar, distinguir la representación realística del tema real. Porque lo que en verdad sucede es que, tras su descubrimiento, las técnicas de representación realística y las de ilustración de libros impresos fueron, en muchos casos, puestas al servicio de una proliferación de temas fantásticos o imaginarios, de modo que, al ser estos motivos representados con dichas técnicas, se generó una suerte de 'realismo fantástico', que se manifiesta en las ilustraciones de las enciclopedias renacentistas de la naturaleza y en las del siglo XVII, debido a la difusión del grabado. Por ejemplo, los unicornios de los manuscritos iluminados del siglo XII eran sencillos diseños lineales portadores de un único significado simbólico (figura 1); los de las xilografías del Renacimiento son mucho más 'creíbles', en el sentido de estar representando un animal real (figura 2); esta propiedad de 'naturalidad'

o 'realidad' se acentúa hacia el siglo XVII; por ejemplo, en los grabados en cobre de la *Historia natural* de Joannes Jonston (figura 4).

La noción de la naturaleza como generadora de productos maravillosos, como diseñadora de nuevas formas, era patrimonio común de gran parte de las distintas filosofías renacentistas de la naturaleza, fuertemente impregnadas de panteísmo. Para la mentalidad renacentista, las criaturas maravillosas son signo del poder de una naturaleza 'creadora'. En un sentido algo paradójico, las criaturas fantásticas dejan de ser maravillosas, en tanto la naturaleza se vuelve suficientemente maravillosa como para producir las. Estas ideas tomaron enorme fuerza a partir del momento en que fueron expresadas plásticamente: acabamos de ver de qué modo las técnicas de representación fueron capaces de volver más 'reales' criaturas como el unicornio.

Conclusión

Hemos visto que no es posible pensar que el Renacimiento constituyó, al menos en cuanto al conocimiento del mundo animal se refiere, ni un 'despertar' de un largo sueño simbólico, ni un abandono de las creencias maravillosas medievales por un enfoque más realista. También hemos visto que hubo reales novedades en cuanto al modo de interpretar el mundo natural. Pero esas novedades no consistieron en una 'vuelta a la naturaleza' sino en una nueva concepción de esta como una realidad capaz de generar maravillas, idea que se fundamentaba en la filosofía de la naturaleza del período y a cuya plasmación contribuyeron de manera importante las nuevas técnicas de representación pictórica y de reproducción de ilustraciones. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

- ACKERMAN JS**, 1985, 'The involvement of artists in Renaissance science', en Shirley JW y Hoeniger DF (eds.), *Science and the Arts in the Renaissance, Washington*, The Folger Shakespeare Library-Associate University Press, pp. 94-129.
- ASHWORTH W**, 1985, 'The persistent beast: Recurring images in early zoological illustration', en *The Natural Sciences and the Arts: An International Symposium*, Upsala, Almqvist & Wikse, pp. 46-66.
- CARUS J**, 1965, *Geschichte der Zoologie*, Múnich, 1872, reimpresso en Nueva York, Johnson, 1928.
- DE ASUA M**, 1992, 'The organization of discourse on animals in the Thirteenth Century', Ph. D. Dissertation, University of Notre Dame.
- EISENSTEIN E**, 1979, *The Printing Press as an Agent of Change*, Cambridge University Press.
- IVINS WM Jr**, 1953, *Prints and Visual Communication*, Harvard University Press.
- SHEPARD O**, 1967, *The Lore of the Unicorn*, Nueva York, Barnes & Noble.
- WHITE L Jr**, 1947, 'Natural science and naturalistic art in the Middle Age', *American Historical Review*, 52 (42): 1-435.



Miguel de Asúa

Doctor en medicina, UBA.
PhD en historia, University of Notre Dame.
Exprofesor titular, Universidad Nacional de San Martín.
Exinvestigador principal del Conicet.



Vista aérea de la laguna Nahuel Rucá. Presenta un cinturón de vegetación acuática emergente que rodea toda la laguna y un área central de aguas abiertas, de donde se han extraído testigos sedimentarios para estudiar cómo fue el clima del pasado. Foto Nicolás Chiaradia (IIMyC)

Claudio G De Francesco, Gabriela S Hassan, Silvina Stutz,
Guillermina Sánchez Vuichard y Marcela S Tonello

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), UNMdP-Conicet

Las lagunas pampeanas del sureste bonaerense

Una historia de 12.000 años

Uno de los rasgos característicos de la llanura pampeana es la gran cantidad de lagunas que presenta a lo largo de su extensión. Esto se debe principalmente a la escasa pendiente que tiene esta región, lo cual limita el movimiento del agua y da lugar a acumulaciones locales de agua superficial, provenientes de las precipitaciones y de la descarga del agua subterránea ubicada más próxima a la superficie (acuífero freático). Son tan abundantes que, solamente en la provincia de Buenos Aires, se estiman alrededor de 13.800 lagunas con superficies mayores a 10ha y aproximadamente 146.000 lagunas de menor tamaño (entre 0,05 y 10ha). En la región pampa sur las lagunas tienen algunas características propias. Son de muy baja profundidad, que no excede usualmente los 4 metros, aunque la gran mayoría de las lagunas presentan profundidades de entre 1 y

2 metros. Son muy sensibles a los cambios climáticos, y son afectadas por variaciones en las precipitaciones, como las que usualmente se asocian a los fenómenos conocidos como El Niño (abundantes precipitaciones) y La Niña (bajas precipitaciones), lo que provoca que desborden y se interconecten o que se sequen completamente, respectivamente. También responden a variaciones hidroclimáticas interanuales, decadales y a mayor escala de tiempo.

Las lagunas pampeanas son un invaluable reservorio de agua dulce y biodiversidad, además de constituir una fuente importante de desarrollo económico para muchas localidades bonaerenses debido al turismo y a la pesca. Tienen la capacidad de amortiguar los efectos del cambio global y sirven como reguladoras del régimen fluvial. Poco menos conocida es su importancia como archivos del pasado. En este sentido, los sedimentos acumulados

¿DE QUÉ SE TRATA?

Un viaje al origen y a la historia de las lagunas pampeanas reconstruidos a partir de los restos de organismos preservados en sus sedimentos.

en las lagunas son los mejores registros de la llanura pampeana que nos permiten conocer cómo fueron los cambios ambientales y climáticos que ocurrieron en el pasado en la región.

¿Cómo se originaron las lagunas pampeanas?

Las lagunas ubicadas en el sureste de la provincia de Buenos Aires se formaron en depresiones del terreno (cubetas de deflación), que fueron excavadas por el viento durante el Pleistoceno Tardío, un lapso de la historia de la Tierra entre los 129.000 y los 11.700 años antes del presente (AP). Durante el Pleistoceno Tardío, las condiciones climáticas eran más secas y frías que las actuales y el ambiente presentaba una baja cobertura de la vegetación con partes de suelo desnudo. Esto propició que los fuertes vientos provenientes del oeste horadaran el terreno y formaran una cubeta. Dado que el viento tenía una dirección dominante del oeste, el material removido se depositó como dunas en forma de una C con la parte convexa hacia el este (en contra del viento dominante). Esta parte convexa es la que hoy en día puede reconocerse como una lomada (paleoduna) en casi todas las lagunas del área y era la que cerraba la depresión original, donde se formaron posteriormente las lagunas (figura 1). Hace aproximadamente 12.000 años las precipitaciones aumentaron y esto permitió que las cubetas se llenaran gradualmente con agua y que, simultáneamente, se depositara sedimento en el fondo.

¿Cómo se puede conocer el clima del pasado en estas lagunas?

Los sedimentos del fondo de las lagunas contienen restos o partes de organismos que vivieron dentro y en los alrededores del cuerpo de agua, que son evidencia de su historia ambiental. Los restos o partes de organismos que se preservan en los sedimentos de las lagunas son aquellos que poseen alguna estructura resistente a los procesos de alteración *post mortem*, como caracoles, algas microscópicas conocidas como diatomeas, algas verdes, semillas, frutos, hojas, trozos de tallos, granos de polen, esporas y otras estructuras de resistencia (figura 2). Estos diferentes indicadores proveen información sobre variables del ambiente (salinidad, pH, temperatura del agua, concentración de nutrientes, profundidad, ex-

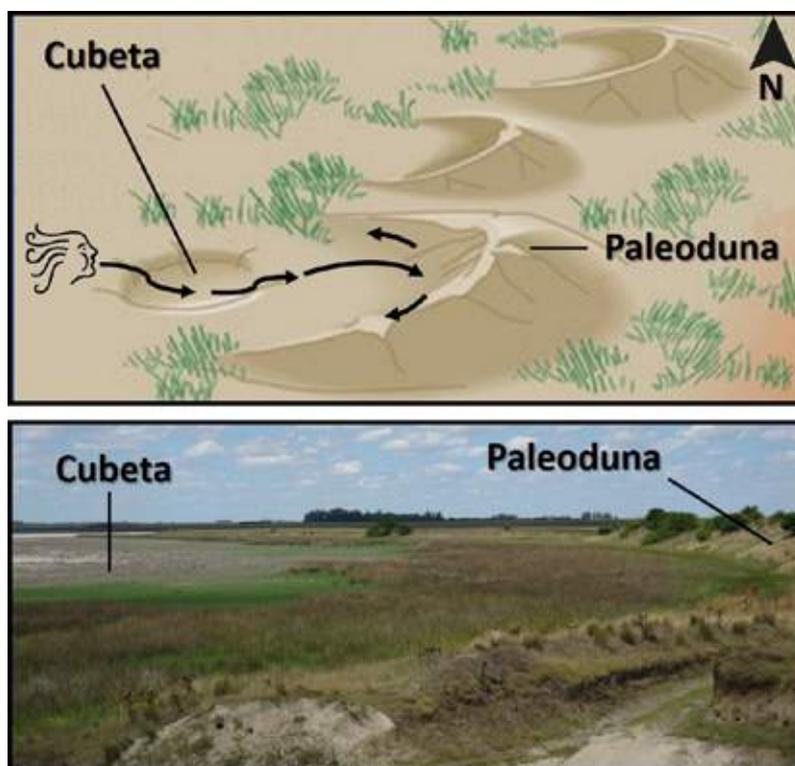


Figura 1. Arriba. Reconstrucción esquemática del origen de la cubeta de una laguna pampeana por efecto del viento dominante del oeste durante el Pleistoceno Tardío. Abajo. Vista actual de la cubeta y paleoduna en la laguna Hinojales-San Leoncio.

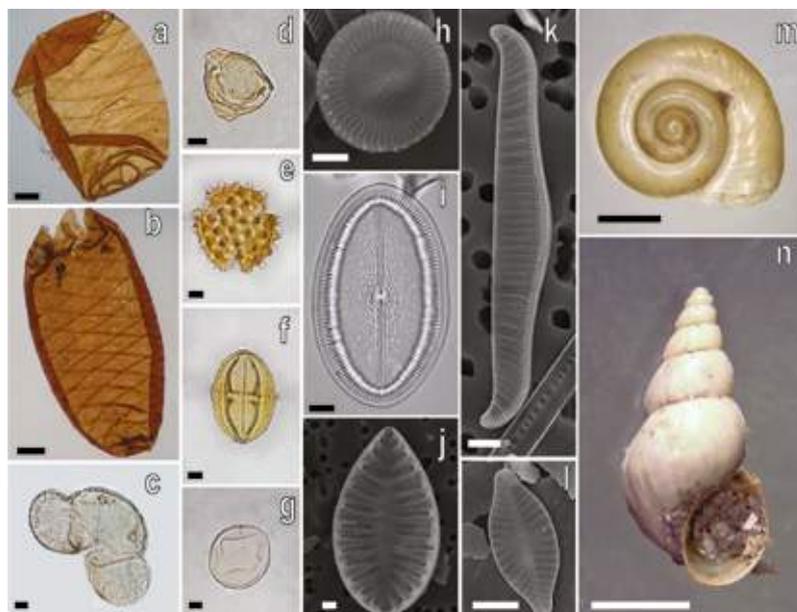


Figura 2. Indicadores biológicos utilizados en la reconstrucción paleoambiental de lagunas del sureste bonaerense: **a-b)** fotos de microscopio estereoscópico de *Chara* sp., las escalas indican 100mm; **c-g)** fotos de microscopio óptico de distintos granos de polen (**c:** *Pinus* sp., **d:** *Casuarina* sp., **e:** *Carduus* sp., **f:** *Schinus* sp., **g:** *Poa* sp.); las escalas indican 10µm; **h-l)** fotos de microscopio electrónico de barrido de diatomeas (**h:** *Cyclotella meneghiniana*, **i:** *Cocconeis placentula*, **j:** *Surirella* sp., **k:** *Rhopalodia gibba*, **l:** *Planothidium delicatulum*), las escalas indican 5µm; **m-n)** fotos de microscopio estereoscópico de caracoles (**m:** *Biomphalaria peregrina*, **n:** *Heleobia parchappii*); las escalas indican 2mm.

tensión, turbidez), que es utilizada para conocer cómo fueron los cuerpos de agua, así como los cambios que experimentaron a lo largo del tiempo, lo que indirectamente nos permite inferir cómo era el clima del pasado. Esto se puede hacer porque los mismos grupos de organismos que quedaron preservados en los sedimentos también viven en la actualidad. Así, si conocemos la relación actual que tienen estos organismos con su ambiente y entre sí (ecología) podemos utilizar esa información para interpretar el pasado. Esto también posibilita identificar qué organismos vivían cuando el impacto por la actividad an-

tropica era nulo, lo cual permite ver la trayectoria ambiental de los cuerpos de agua a lo largo del tiempo.

El estudio de los restos o partes de organismos se realiza luego de extraer el sedimento del fondo de las lagunas. Para ello, se utilizan sondas que perforan el fondo y permiten extraer columnas de sedimentos, llamados 'testigos sedimentarios', de hasta 4m de longitud (figura 3). Los testigos se extraen de lagunas que poseen grandes superficies, ya que para reconstruir el pasado se necesitan lagunas que sean estables en el tiempo. Aquellas lagunas pequeñas (menos que 10ha), que son las más co-

¿CÓMO SE PUEDE SABER LA EDAD DE LOS SEDIMENTOS?

Es fundamental conocer la edad de los sedimentos al hacer una reconstrucción paleoambiental. Para ello, se pueden utilizar métodos de datación radiométricos, basados en la vida media de un elemento radiactivo como por ejemplo el carbono-14 (^{14}C) o el plomo-210 (^{210}Pb). Existen laboratorios específicos donde se puede calcular la concentración de dichos isótopos de elementos presentes tanto en los restos de organismos como en los sedimentos, y así estimar la antigüedad de estos. Otra manera de conocer la edad de los sedimentos es a través de cronomarcadores, es decir, determinados restos o partes de organismos que aparecen en el registro fósil a una edad conocida. Por ejemplo, en la llanura pampeana se utiliza la aparición de granos de polen de eucalipto

en los sedimentos como indicadora del año 1880, ya que este árbol exótico fue introducido en el país en 1858 y se calcula un tiempo de vida de veinte años hasta que comenzó a florecer y producir polen.

Es importante hacer una aclaración aquí respecto de la nomenclatura de edades que se utiliza en ciencias de la tierra. Las edades se indican como años antes del presente (AP), en donde 'presente' alude a 1950, año que se estableció como referencia, previo a las masivas pruebas de armas nucleares que sucedieron años después y que alteraron la proporción en la atmósfera de los isótopos radiactivos que se utilizan para datar (ver más abajo). Siempre que se mencionen edades AP se hace referencia a edades anteriores a dicho año.



Figura 3. Izquierda. Extracción de un testigo sedimentario de la parte más profunda de una laguna pampeana utilizando un *vibracore*. Este dispositivo provoca vibraciones que permiten que el tubo se vaya introduciendo en el sedimento. **Derecha.** Vista de un testigo sedimentario luego de ser abierto en el laboratorio.

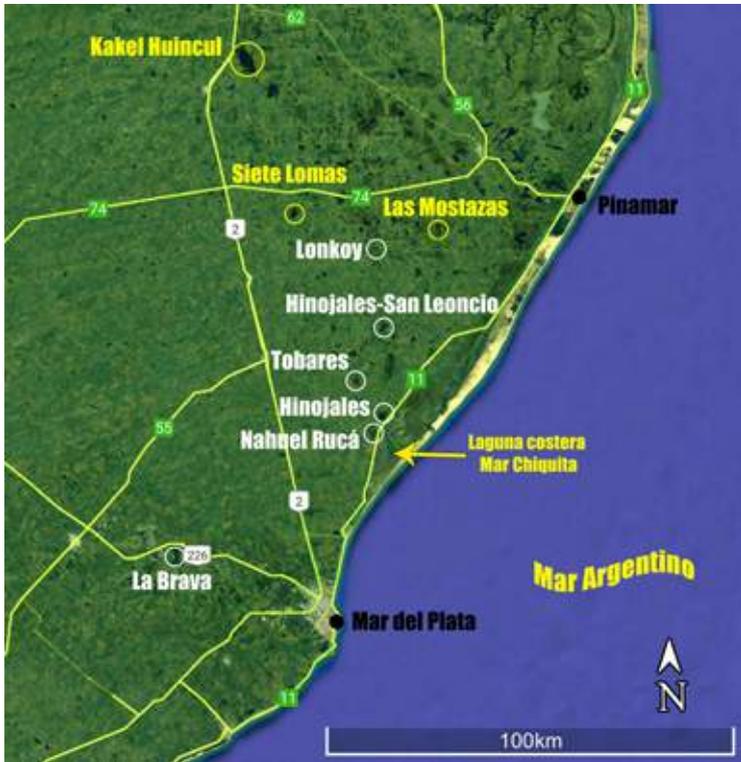


Figura 4. Lagunas del sureste bonaerense en las que se ha podido reconstruir su evolución a partir de los indicadores biológicos preservados en sus sedimentos (en color blanco) y lagunas que se encuentran actualmente en estudio (en color amarillo).

munes en la llanura pampeana, son muy inestables, con profundidades y extensiones que fluctúan mucho, generalmente con una dinámica estacional.

En el sureste de la provincia de Buenos Aires, las lagunas más grandes que se han estudiado (La Brava, Nahuel Rucá, Hinojales, Lonkoy, Hinojales-San Leoncio y Tobares; figura 4) tienen superficies entre 200 y 500ha y han permitido reconstruir cómo fue su evolución desde el inicio del Holoceno (hace aproximadamente 12.000 años AP) hasta el presente. A medida que se suma información proveniente de nuevas lagunas (actualmente se encuentran en estudio las lagunas Kakel Huincul, Siete Lomas y Las Mostazas; figura 4), podremos tener un panorama más completo de la evolución ambiental de toda el área, que ha sido producto de factores naturales durante gran parte del Holoceno, recientemente influenciada además por el alto impacto antrópico.

¿Las lagunas pampeanas fueron siempre igual que como las conocemos?

Con la información disponible hasta el momento, se sabe que las cubetas de deflación (originadas a fines del

Pleistoceno) comenzaron a funcionar como cuerpos de agua ya desde el inicio del Holoceno (aproximadamente hace unos 12.000 años AP), debido, como ya dijimos, a las condiciones más húmedas por el aumento en las precipitaciones, luego de las condiciones más secas que caracterizaron el final del Pleistoceno. Algunas de las especies de algas más comunes que habitaban en esos cuerpos de agua no viven actualmente en las mismas lagunas, como es el caso de algunas carofitas o de varias especies de diatomeas que viven hoy en día en ambientes hipersalinos. Se trataba de cuerpos de agua muy diferentes de los actuales. Eran muy someros, claros (transparentes), con escasa vegetación en sus orillas y de aguas salobres a salinas. Estos ambientes iniciales, que estaban sujetos a importantes variaciones de su nivel de agua, se extendieron hasta aproximadamente los 11.000 años AP.

Con posterioridad, entre los 11.000 y los 7.000 años AP, la vegetación de las orillas y las comunidades acuáticas fueron aún menos diversas que en el lapso anterior, e incluso hubo momentos en los que no se registró presencia de organismos acuáticos, como algas o caracoles. Esto se debió a que las precipitaciones disminuyeron en toda la región y se estableció un clima más seco con eventuales pulsos húmedos. El aporte de agua a las cubetas se redujo y reflejó un cambio en el paisaje, caracterizado por una importante reducción del tamaño de los cuerpos de agua, que se volvieron muy inestables (temporarios), hasta secarse completamente en numerosas ocasiones (figura 5).

Entre los 7.000 y los 2.500 años AP, los distintos indicadores biológicos sugieren ambientes dinámicos e inestables bajo condiciones climáticas secas en toda la región. Se ha propuesto un 'calentamiento' sobre todo el centro de la Argentina alrededor de los 6.000 años AP, asociado a cambios en la incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre, debidos a modificaciones de la órbita planetaria. Este aumento de la temperatura habría propiciado una evaporación de los cuerpos de agua y la consecuente desecación en algunos momentos. Sin embargo, las lagunas ubicadas a alturas inferiores a los 5 metros sobre el nivel del mar y próximas a la costa atlántica (Nahuel Rucá, Hinojales, Hinojales-San Leoncio, Lonkoy) aumentaron su tamaño y se volvieron un poco más profundas, aunque siguieron siendo de aguas salobres-salinas, mientras que otras, como es el caso de la laguna Tobares, no presentan registro para este momento (figura 5).

El hecho de que los cuerpos de agua ubicados a alturas menores que los 5 metros sobre el nivel del mar y próximos a la costa hayan continuado desarrollándose, con un escenario regional de períodos de sequía dominante, puede ser explicado por la influencia del mar. Entre los 6.000 y los 2.000 años AP, la costa del sureste bonaerense próxima a las lagunas mencionadas estuvo afectada por

variaciones del nivel del mar, que alcanzó un valor máximo de 4 metros por encima de su valor actual hacia los 6.000 años AP y fue decreciendo gradualmente hasta un valor de 2 metros hacia los 2.000 años AP. Debido a este aumento del nivel del mar, la costa se desplazó unos 10km hacia el oeste y se desarrollaron ambientes estuáricos (ambientes de mezcla de agua dulce y marina) que penetraron hasta unos 20km hacia el interior del continente. La presencia de una especie de caracol (*Heleobia australis*) que vive hoy en día en ambientes estuáricos (como la laguna costera Mar Chiquita, figura 4), así como de diatomeas y vegetación tolerante a las altas salinidades en los sedimentos de las lagunas Nahuel Rucá, Hinojales, Hinojales-San Leoncio y Lonkoy, avala esta interpretación. Aún se desconoce si esta influencia marina fue directa, a través de la superficie, o indirecta, por medio de una elevación de las capas freáticas salinizadas que alimentan las lagunas.

El registro sedimentario correspondiente a un período iniciado a partir de los 2.500 años AP muestra un cambio gradual en todos los grupos de organismos presentes, que permitió inferir una transición hacia cuerpos de agua más dulces, similares a las lagunas actuales. Este cambio se habría producido en respuesta a un incremento regional de la precipitación. Las condiciones de clima húmedo a subhúmedo que prevalecen hoy en la región se habrían establecido aproximadamente a los 600 años AP. A partir de este momento, las lagunas habrían adquirido su configuración actual, así como la vegetación y las comunidades acuáticas (diatomeas, algas verdes, plantas sumergidas, caracoles y fauna asociada) características. Si bien las condiciones ambientales fueron más estables, las lagunas estuvieron sujetas a variaciones en su nivel del agua, con alternancias entre estados de aguas claras (transparentes) y turbias (figura 5).

Las lagunas del sureste bonaerense también son registro histórico del impacto causado por las actividades humanas. A partir de los 35-40 años AP, es decir desde aproximadamente 1910, se evidencia una eutrofización, que es un proceso caracterizado por un exceso de nutrientes en el agua, principalmente nitrógeno y fósforo. El aumento de especies de diatomeas adaptadas a dichas condiciones y de cianobacterias (bacterias fotosintéticas

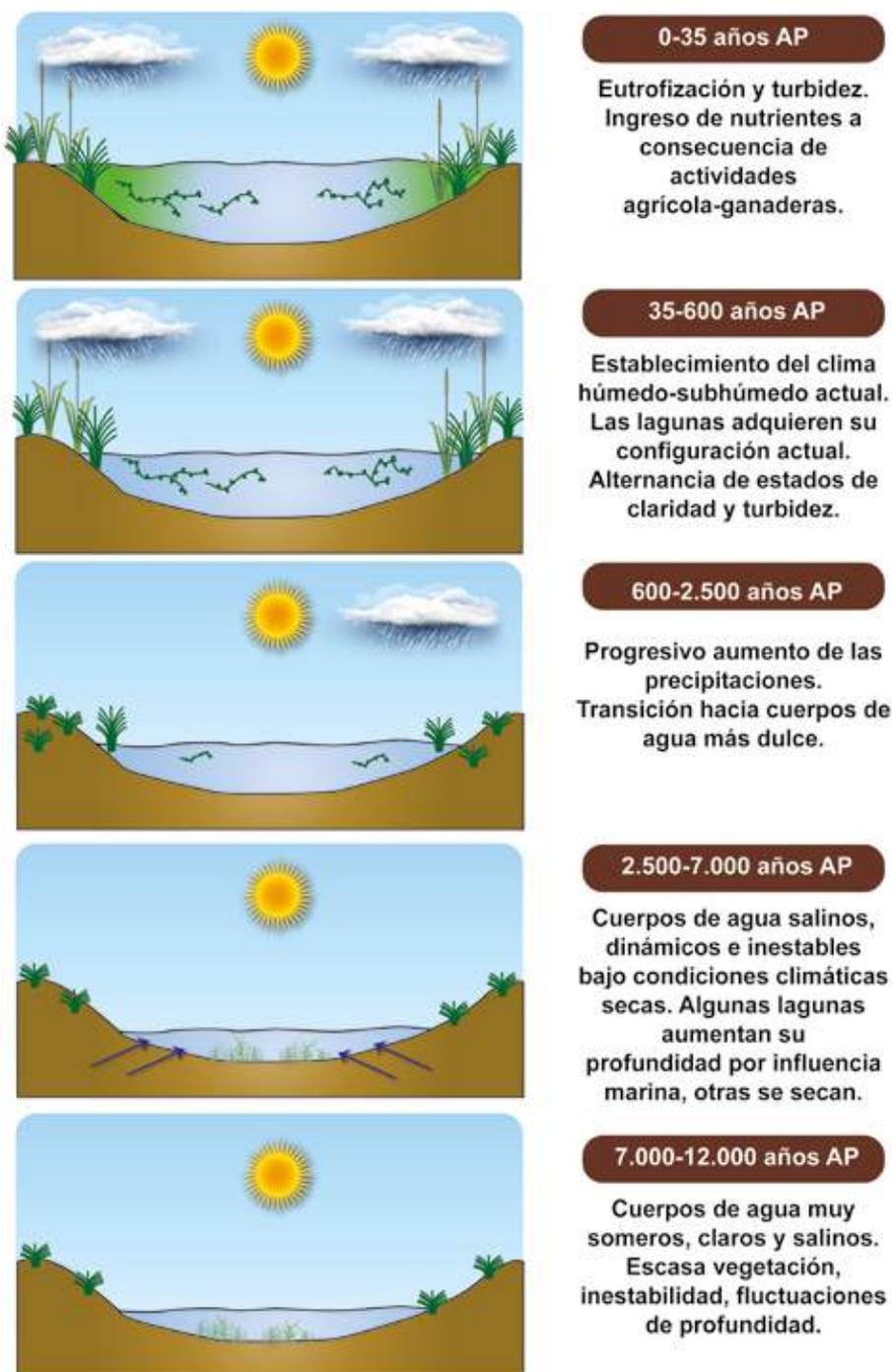


Figura 5. Evolución de una laguna pampeana del sureste bonaerense desde su origen hasta la actualidad.

que suelen dar lugar a floraciones muchas veces tóxicas) da indicio de ello. También se registran plantas introducidas asociadas con la ganadería y la agricultura, y también la presencia de árboles exóticos como eucalipto, ciprés, abedul, pino, cedro, entre otros, que fueron plantados en la región. La intensificación de las actividades agrícola-ganaderas promueve el ingreso constante de nutrientes a las lagunas, y consecuentemente el aumento de la eutrofia y la turbidez (figura 5).

¿El pasado como clave del futuro?

Los cambios ocurridos a lo largo de 12.000 años permiten concluir que el clima y la actividad antrópica han tenido un efecto predominante sobre la evolución de las lagunas pampeanas del sureste bonaerense. Las variaciones en las precipitaciones y en la temperatura registradas durante el Holoceno han condicionado el tamaño y la dinámica hídrica de los cuerpos de agua, así como la vegetación y las comunidades acuáticas que se fueron sucediendo a lo largo del tiempo. Más allá de comprender cómo fue el clima del pasado, la información obtenida nos puede ayudar en la conservación futura de las lagunas, una disciplina que se conoce como paleobiología de la conservación.

Una de las proyecciones más importantes respecto de la paleobiología de la conservación es que, conociendo el pasado, podemos conocer la manera en que los siste-

mas respondieron a las perturbaciones climáticas antes de la presencia humana en la región, es decir, de manera natural. Esto proporciona una línea de base natural de largo plazo (miles de años), sobre la que comparar las respuestas actuales que el sistema está dando, y así poder discriminar cuáles son mayormente debidas al impacto humano que, como se mencionó, en las lagunas pampeanas del sureste bonaerense comenzó a tener un efecto marcado desde los inicios del siglo XX.

De la misma manera, las respuestas que los cuerpos de agua tuvieron al calentamiento regional y el aumento del nivel del mar ocurridos durante parte del Holoceno Medio y Tardío (6.000-2.000 años AP) proveen una herramienta valiosa para predecir las respuestas que las lagunas tendrán ante la intensificación de estos mismos procesos en el futuro, de cara al aumento de temperatura y del nivel del mar, predichos para la región, como consecuencia del cambio global. **UH**

LECTURAS SUGERIDAS

DANGAVS NV, 2005, 'Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires', *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*, La Plata, pp. 219-236.

DE FRANCESCO CG et al., 2022, 'Climate, sea-level and anthropogenic processes controlling the environmental evolution of shallow lakes in the southeastern Pampa plain (South East South America)

during the last 12 ka', *Journal of South American Earth Sciences*, 116: 103856.

GERALDIAM et al., 2011, 'Lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano', *CIENCIA HOY*, 21: 17-22.

GROSMAN F, 2008, *Espejos en la llanura: nuestras lagunas de la región pampeana*, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.

STUTZ S et al., 2014., 'Historia ambiental de los lagos someros de la llanura pampeana (Argentina) desde el Holoceno medio: inferencias paleoclimáticas', *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 21: 119-138.



Claudio G De Francesco

Doctor en ciencias biológicas, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).
Investigador independiente del Conicet en el IIMyC, UNMdP.
Jefe de trabajos prácticos, UNMdP.
cgdefra@mdp.edu.ar



Gabriela S Hassan

Doctora en ciencias biológicas, UNMdP.
Investigadora independiente del Conicet en el IIMyC, UNMdP.
Ayudante graduada, UNMdP.
ghassan@mdp.edu.ar



Silvina Stutz

Doctora en ciencias biológicas, UNMdP.
Investigadora adjunta del Conicet en el IIMyC, UNMdP.
Profesora adjunta, UNMDP.
smstutz@mdp.edu.ar



Guillermina Sánchez Vuichard

Doctora en ciencias biológicas, UNMdP.
Becaria posdoctoral del Conicet en el IIMyC, UNMdP.
gsanchezvuichard@mdp.edu.ar



Marcela S Tonello

Doctora en ciencias biológicas, UNMdP.
Investigadora adjunta del Conicet en el IIMyC, UNMdP.
Jefa de trabajos prácticos, UNMdP.
mtonello@mdp.edu.ar

Lucas Federico Sterpin, Agustina Birba y Adolfo M García

Centro de Neurociencias Cognitivas, UDESA

El lenguaje en (casi todo) el cerebro

Todos los animales han desarrollado mecanismos que les permiten comunicarse con otros miembros de su especie. Las aves se valen de cantos que atraen parejas; los primates, de vocalizaciones que advierten sobre amenazas; los delfines, de silbidos que les permiten identificar a sus congéneres... Estos sistemas presentan diversos niveles de complejidad, pero, hasta donde intuimos, ninguno se acerca a la sofisticación y riqueza del lenguaje humano. No está del todo claro qué particularidades favorecieron la aparición y el desarrollo de este sistema, aunque se han establecido algunos cambios evolutivos fundamentales. Entre ellos contamos el descenso de la laringe, la retracción de la lengua y, por supuesto, diversas especializaciones cerebrales. De ahí que el lenguaje no solo haya cautivado a filósofos, antropólogos, lingüistas y sociólogos, sino también a neurólogos, neuropsicólogos y neurocientíficos.

Las concepciones neurológicas del lenguaje comenzaron a consolidarse a mediados del siglo XIX, con los

trabajos pioneros de Paul Broca y Carl Wernicke. A ellos debemos el surgimiento del 'modelo clásico', que relaciona nuestras facultades lingüísticas con áreas frontales y temporales del hemisferio izquierdo, conocidas como regiones perisilvianas dado que se ubican en torno a una hendidura llamada cisura de Silvio.

Con el paso del tiempo, múltiples investigadores refinaron y profundizaron este modelo, pero la idea básica de que el lenguaje es potestad exclusiva de regiones y redes perisilvianas se ha mantenido vigente. De hecho, esta concepción continúa presente en los programas de estudio de las carreras de medicina, psicología y lingüística en múltiples países. No se trata de un apartado en la historia de la neurolingüística, sino de una propuesta aún central en las publicaciones científicas del área, que suelen replicar diseños de investigación perfeccionados, específicamente, para detectar el rol de esas mismas áreas.

Sin embargo, esta visión acaso resulte demasiado acotada. En efecto, copiosos hallazgos de la neurolingüística en

¿DE QUÉ SE TRATA?

La relación entre el lenguaje y múltiples regiones cerebrales que no se asocian clásicamente con funciones lingüísticas.

las últimas tres décadas problematizan la idea de que nuestras habilidades lingüísticas están confinadas a estas famosas porciones del hemisferio izquierdo. A continuación nos proponemos recorrer algunos de estos descubrimientos y replantear qué entendemos por ‘áreas lingüísticas del cerebro’. Primero, caracterizaremos en mayor detalle el ‘modelo clásico’. Luego, integraremos evidencia comportamental, electrofisiológica y de neuroimágenes, proveniente de personas sanas y de pacientes neurológicos, que muestra que diversas funciones lingüísticas se enraízan en circuitos que exceden las áreas perisilvianas izquierdas. Por último, aprovecharemos estos hallazgos para reflexionar sobre cómo construimos conocimiento en las neurociencias, en particular, y en la ciencia, en general.

El ‘modelo clásico’

El ‘modelo clásico’ comenzó a formularse en Francia, durante la década de 1860, cuando Paul Broca documentó el caso de un paciente que entendía lo que se le decía pero que podía producir poco más que la sílaba /tan/. Una vez fallecido el paciente, Broca analizó su cerebro y descubrió daños significativos en la tercera circunvolución frontal izquierda, por lo que la postuló como ‘el asiento del habla articulado’. Una década más tarde, en Alemania, Carl Wernicke caracterizó un cuadro opuesto, al observar que varios de sus pacientes podían hablar fluidamente pero no lograban comprender siquiera oraciones sencillas. El análisis de estas personas reveló daños en el lóbulo temporal superior posterior izquierdo. Ante tal evidencia, se propuso que dichas regiones frontales y temporales, así como sus conexiones, atribuidas centralmente a un manojo de fibras llamado fascículo arqueado, constituirían las áreas del lenguaje. Hoy, estas áreas son popularmente conocidas como áreas de Broca y Wernicke.

A lo largo del siglo XX, distintos enfoques dieron más sustento a las postulaciones de Broca y Wernicke. Mediante el test de Wada, una prueba que permite evaluar las funciones de cada hemisferio luego de anestesiarlos secuencialmente, se descubrió que ciertas tareas lingüísticas, como contar o denominar imágenes, se ven vulneradas al anestesiar el hemisferio izquierdo, pero no al anestesiar el derecho. Lo mismo se demostró mediante la aplicación de choques eléctricos en las regiones perisilvianas de uno y otro hemisferio. Más contemporáneamente, mediante técnicas de neuroimágenes, se evidenció que ante casi cualquier tarea lingüística, desde la lectura de textos hasta la improvisación de un rap *freestyle*, se ve un aumento de activación en dichas áreas izquierdas. En 2022, de hecho, un estudio con resonancia magnética funcional concluyó que tales áreas tienen un rol central para el procesamiento lingüístico en idiomas con fonología, gramática y escritura

tan diversas como el chino mandarín, el noruego o el árabe. Estos hallazgos sustentan la idea de que las regiones y redes perisilvianas izquierdas ofrecen una base cerebral específica y potencialmente universal para el procesamiento del lenguaje. ¿Se sigue de ello que tales áreas cumplen, también, un rol privativo en nuestras habilidades lingüísticas?

Broca, Wernicke y el resto del equipo

Las áreas de Broca y Wernicke son críticas para el uso normal del lenguaje. Este enunciado, de hecho, acaso sea uno de los más sólidos que puedan sostenerse hoy acerca de la neurocognición humana. Sin embargo, que estas áreas sean necesarias no implica que sean suficientes. En particular, cuando se emplean diseños estratégicos para evaluar mecanismos lingüísticos específicos, sistemáticamente se exponen las limitaciones del ‘modelo clásico’. De ahí nuestra propuesta de una visión expandida. El lenguaje nos permite comunicar casi todas nuestras experiencias corporales, perceptuales, interoceptivas, emotivas y sociales; y el cerebro en su totalidad es el órgano que sustenta estas experiencias. Entonces, ¿no cabría esperar que múltiples áreas y procesos, distribuidos a lo largo y ancho del cerebro, estén al servicio del lenguaje? Veamos, ahora, parte de la evidencia que motiva una respuesta afirmativa.

Si bien constituye un fenómeno integrado, el lenguaje incluye distintos sistemas de procesamiento. A efectos de simplificación se pueden distinguir tres sistemas clave: el fonético-fonológico, el léxico-semántico y el morfosintáctico. Cada uno lleva a cabo distintas funciones y pone en juego diversos mecanismos cerebrales. Ahora bien, hay algo que tienen en común, y es que todos ellos se vinculan, en mayor o menor medida, con áreas cerebrales que no forman parte del ‘modelo clásico’.

Primero, el sistema fonético-fonológico es aquel que nos permite percibir, distinguir y producir sonidos lingüísticos. Gracias a tales procesos podemos, por ejemplo, distinguir entre /cerebro/ y /celebro/ y efectuar los movimientos necesarios para sus respectivas pronuncias. Como ya mencionamos, el área de Broca es central en la producción del lenguaje, pero también lo son las vías frontoestriadas. Estos circuitos conectan los ganglios basales con regiones frontales superiores, prefrontales y cerebelosas (es decir, extrasilvianas, fuera del ‘modelo clásico’). Las conexiones entre los ganglios basales y la corteza frontal superior, por ejemplo, participan del proceso articulatorio propiamente dicho al controlar, entre otras cosas, la musculatura del diafragma, la laringe y la lengua. Estas vías también son importantes para secuenciar en el tiempo los sonidos del habla. En efecto, cuando se ven comprometidas (como sucede, por ejemplo, en la enfermedad de Parkinson), se advierten problemas foné-

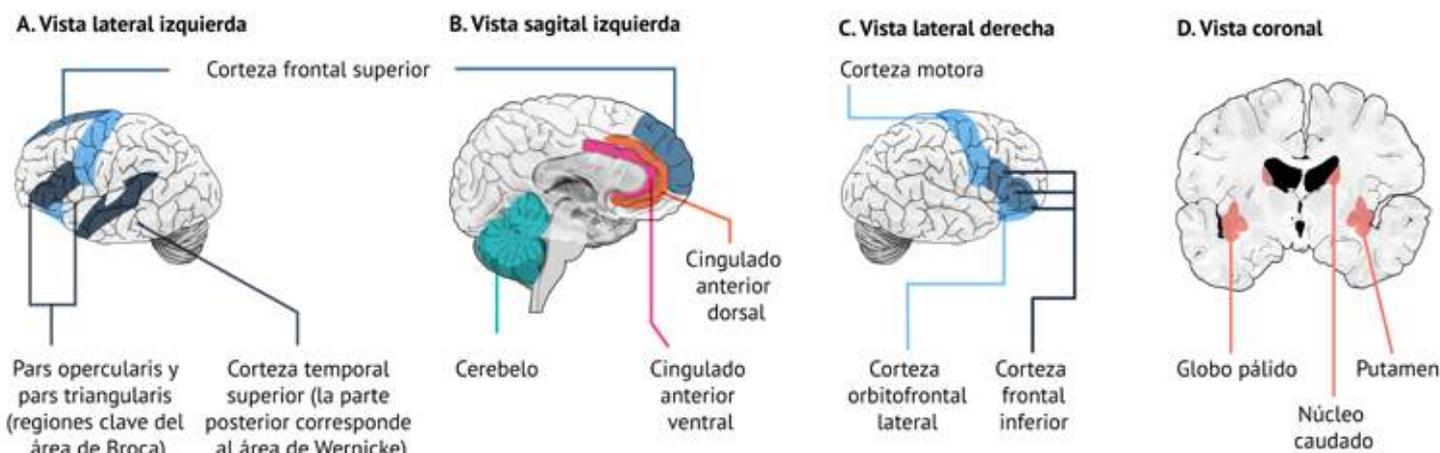
ticos y fonológicos severos, tanto en la producción como en la recepción del lenguaje. Las interfaces del lenguaje con el mundo de la articulación y la audición, entonces, no quedan plenamente recogidas por el ‘modelo clásico’.

Segundo, el sistema léxico-semántico engloba procesos que vinculan a las palabras con los significados —relación fundamental para comprender cualquier tipo de material lingüístico—. Una de las regiones más fundamentales para estas funciones se ubica en la porción ventral del lóbulo temporal anterior, reconocida como el nodo central de la ‘memoria semántica’, rótulo que recoge nuestro conocimiento de las palabras, los conceptos, los hechos y las personas. Esta región se activa cuando se realiza casi cualquier tarea que implique procesar el significado lingüístico, y su atrofia, de hecho, causa un tipo particular de trastorno del lenguaje.

Ahora bien, el lóbulo temporal anterior no es la única región extrasilviana que participa del sistema léxico-semántico. En efecto, este involucra múltiples regiones de los cuatro lóbulos según los significados específicos de las palabras. Por ejemplo, los verbos que implican movimiento (como *correr* o *aplaudir*), además de activar áreas perisilvianas izquierdas, ponen en juego regiones motrices y frontoestriadas. Al dañarse tales regiones, como sucede en la enfermedad de Parkinson, el procesamiento de dichos verbos resulta sustancialmente más costoso. Por su parte, las palabras con asociaciones olfativas (como *canela*) y gustativas (como *sal*) ponen en juego regiones extrasilvianas implicadas en el reconocimiento de olores (corteza piriforme o el bulbo olfatorio) y sabores (corteza orbitofrontal lateral o el opérculo frontal). Esta evidencia sustenta una visión ‘corporeizada’ del lenguaje, rama muy fructífera dentro de las neurociencias cog-

nitivas. La idea central es que durante la lectura se ‘simula’ lo leído como si fuese un evento real, de modo que se activan, en parte, las mismas zonas cerebrales que se ponen al servicio de las experiencias no lingüísticas denotadas por las palabras. Si las redes del lenguaje se limitaran a las del ‘modelo clásico’, nos perderíamos un elemento clave de la comunicación verbal: la capacidad de reactivar experiencias sensoriomotrices.

Tercero, el sistema morfosintáctico engloba diversos procesos que ordenan y combinan las palabras en patrones secuenciales y jerarquizados, como las oraciones. Además de las áreas de Broca y Wernicke, una región clave para estos procesos es el cerebelo, estructura compleja y con múltiples conexiones sinápticas que se ubica en la fosa craneal posterior, debajo del lóbulo occipital, en la parte posterior de la cabeza. El cerebelo forma parte de una red dedicada al procesamiento gramatical y, al dañarse, se advierten déficits en distintas habilidades morfosintácticas, como el establecimiento de relaciones de concordancia y la detección de errores sintácticos. Otro caso emblemático es el de la negación, operación morfosintáctica que permite realizar funciones lingüísticas fundamentales, como disentir, rechazar, contradecir o prohibir. Al procesarse oraciones negativas, en comparación con sus contrapartes afirmativas, se advierten mayores niveles de activación en regiones inhibitorias, como la región frontal inferior derecha, el cíngulo anterior y la corteza frontal superior izquierda. Es más, en pacientes con alteraciones inhibitorias, como aquellos que presentan la variante conductual de la demencia frontotemporal, los déficits en el procesamiento de la negación se asocian con el volumen y la conectividad de múltiples regiones extrasilvianas implicadas, en efecto, en las capacidades de inhibición.



El lenguaje en el cerebro. **A. Vista lateral izquierda.** En azul oscuro se muestran las áreas de Broca y Wernicke, áreas putativas del ‘modelo clásico’ y encargadas de la producción y la comprensión del lenguaje, respectivamente. En un tono más claro se observa la corteza frontal superior, que, junto con el cíngulo anterior (panel B) y la corteza frontal inferior derecha (panel C), se ven implicados en procesos inhibitorios y de negación lingüística. **B. Vista sagital izquierda.** Junto al cíngulo anterior y a la corteza frontal superior, en esta imagen se muestra al cerebelo, parte de una red cerebral dedicada al procesamiento gramatical. **C. Vista lateral derecha.** En celeste, y observables también en el panel A, se encuentran la corteza motora y la corteza orbitofrontal lateral, parte de las áreas involucradas en la simulación de experiencias sensoriomotrices durante la lectura. **D. Corte coronal.** En rosado se muestran componentes del estriado, central en los procesos fonético-fonológicos y articulatorios.

Un ejercicio instructivo

Los estudios de neuroimágenes con personas sanas y aquellos sobre enfermedades neurodegenerativas nos muestran que, si queremos obtener una imagen precisa, completa y detallada de la relación entre el lenguaje y el cerebro, debemos mirar más allá del 'modelo clásico'. A su vez, la evidencia nos lleva a repensar cuestiones dentro de las neurociencias del lenguaje y de la ciencia en general.

Los modelos, como el 'modelo clásico', son útiles, necesarios. Facilitan la comprensión del mundo, su explicación y nuestra intervención sobre él. Además, constituyen excelentes recursos para la formación de nuevos científicos y profesionales en todas las áreas del conocimiento. Sin embargo, muchas veces presentan visiones cómodas que, tomadas de forma acrítica, nos impiden ver otros aspectos relevantes de los fenómenos en cuestión.

Expandir el 'modelo clásico' del lenguaje da lugar a una visión menos reduccionista, más integrativa y mejor adaptada a los conocimientos científicos actuales. Este ejercicio de evaluar y criticar de manera constructiva el conocimiento dado es una de las actitudes más básicas de la ciencia. De ahí se dispara la búsqueda de nuevos caminos, de innovaciones virtuosas que impulsan el desarrollo de las disciplinas. Se trata, en efecto, de una lección que nos legaron Broca y Wernicke. ¿O es que sus aportes surgieron del conformismo y la aceptación sumisa del *statu quo*?

Tensar los límites del 'modelo clásico' nos enfrenta a nuevas preguntas: ¿qué mecanismos forman parte del lenguaje y cuáles son extralingüísticos?, ¿qué tipo de ta-

reas cabe incluir en una evaluación exhaustiva del lenguaje? Cuando hablamos de un 'trastorno del lenguaje', ¿nos referimos únicamente a aquellos cuadros que afectan regiones perisilvianas y sus adyacencias, o nos permitimos entender que distintos subsistemas lingüísticos pueden vulnerarse ante la alteración de regiones extrasilvianas y subcorticales? ¿Qué rol diagnóstico, entonces, podría tener el lenguaje en trastornos motores, socioafectivos o de memoria, típicamente categorizados por fuera de los supuestos 'trastornos del lenguaje'?

Nunca estuvimos en mejor posición para abordar estas preguntas. La pluralidad epistémica y la transdisciplinariedad son moneda corriente en las neurociencias. Existen grupos dedicados focalmente a indagar el rol de mecanismos sensoriomotores, afectivos e interoceptivos en el lenguaje. Más aún, contamos con estímulos y técnicas de investigación que captan el funcionamiento real y cotidiano del lenguaje, como los paradigmas basados en textos naturalistas o los abordajes automatizados para estudiar el discurso conversacional y espontáneo. Poseemos una amplia gama de técnicas para revelar correlatos anatómicos, hemodinámicos, electrofisiológicos y magnéticos del lenguaje a nivel cerebral. Atravesamos una era tecnológica que posibilita estudios multicéntricos a gran escala, lo que permite robustecer la evidencia con la que contrastamos nuestras hipótesis. Todos estos recursos, inexistentes en los albores del 'modelo clásico', serán los que nos permitan honrar su legado exponiendo sus limitaciones. He ahí el desafío para que pasemos de entender las relaciones entre parte del lenguaje y parte del cerebro a aquellas que vinculan a todo el lenguaje con (casi) todo el cerebro. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

- BIRBA A, GARCÍA-CORDERO I, KOZONO G, LEGAZ A, IBÁÑEZ A, SEDEÑO L & GARCÍA AM**, 2017, 'Losing ground: Frontostriatal atrophy disrupts language embodiment in Parkinson's and Huntington's disease', *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80: 673-687. doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.07.011
- DÍAZ-RIVERA MN, BIRBA A, FITTIPALDI S, MOLA D, MORERA Y, DE VEGA M, MOGUILNER S, LILLO P, SLACHEVSKY A, GONZÁLEZ CAMPO C, IBÁÑEZ A & GARCÍA AM**, 2022, 'Multidimensional inhibitory signatures of sentential negation in behavioral variant frontotemporal dementia', *Cerebral Cortex*. doi.org/10.1093/CERCOR/BHAC074
- PULVERMÜLLER F**, 2013, 'How neurons make meaning: Brain mechanisms for embodied and abstract-symbolic semantics', *Trends in Cognitive Sciences*, 17 (9): 458-470. doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.004
- TREMBLAY P & DICK AS**, 2016, 'Broca and Wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology', *Brain & Language*, 162: 60-71. doi.org/10.1016/j.bandl.2016.08.004



Lucas Federico Sterpin

Estudiante de licenciatura en psicología, UBA.
Investigador-estudiante en el Instituto de Investigaciones, Facultad de Psicología, UBA.
Pasante de investigación en el Centro de Neurociencias Cognitivas, Universidad de San Andrés (UDES).
sterpinlucas@gmail.com



Agustina Birba

Doctora en ciencias biológicas, FCNyN, UBA.
Investigadora, Centro de Neurociencias Cognitivas, UDES.
agustinabirba@gmail.com



Adolfo M García

Doctor en Letras, FFyL, UNCuyo.
Director, Centro de Neurociencias Cognitivas, UDES.
Senior Atlantic Fellow, Global Brain Health Institute, UCSF.
Investigador asociado, Facultad de Humanidades, Universidad de Santiago de Chile.
adolfo.garcia@gbhi.org

Andrea Raya Rey, Samanta Dodino, Amira Salom y Ulises Balza

Centro Austral de Investigaciones Científicas, CADIC-Conicet

La fauna marina y el ser humano en el fin del mundo

Nada existe por sí mismo, sino solo en relación con otras formas de vida.

Charles Darwin

La relación entre humanos y naturaleza es dinámica y muy compleja. En particular, si bien existen ambientes que han sido menos impactados por el ser humano, no tenemos una idea precisa de cómo eran la mayoría de los ambientes que habitamos antes de que llegáramos.

La fauna marina y la humanidad en Tierra del Fuego

Muchas especies animales realizan desplazamientos muy grandes a lo largo de su vida, dependiendo de di-

ferentes áreas o recursos, y en el transcurso interactúan con diversas sociedades humanas. En los últimos siglos, los encuentros entre personas y otros animales son cada vez más frecuentes, porque somos más, nos expandimos más, consumimos más y nos movemos muchísimo más.

Los humanos nos relacionamos con los demás animales de muchas maneras dependiendo de las sociedades, su idiosincrasia y los acontecimientos de cada momento histórico. Si bien uno pensaría que esa relación debería tender a ser cada vez más armoniosa con la naturaleza, a lo largo de los años encontramos avances y retrocesos en este sentido. En particular, la relación entre el ser humano, las aves y los mamíferos marinos que habitan Tierra del Fuego ha sufrido numerosos cambios a

¿DE QUÉ SE TRATA?

Relaciones históricas entre el ser humano y la fauna marina en Tierra del Fuego.

través de los años, desde su consumo como fuente de alimento hasta el turismo de naturaleza (figura 1).

Los registros arqueológicos nos permiten rastrear la interacción entre el ser humano y la fauna marina hasta los primeros asentamientos en el archipiélago. En los sitios arqueológicos se ha registrado la presencia de petreles, pingüinos, cormoranes, lobos marinos y cetáceos. Aquellas sociedades utilizaban a estas especies con varios propósitos, incluyendo la subsistencia como alimento, la fabricación de herramientas y agujas de tejido, y el uso de las pieles como abrigo y ornamentación.

Más tarde, los registros etnohistóricos que datan del siglo XIX, en coincidencia con los arqueológicos, documentan la relación humanos-aves y mamíferos marinos con los dos grupos étnicos que habitaron esta área: los yámanas y los selk'nam. Ambos grupos produjeron una rica narrativa sobre las aves incluyendo a los albatros, cormoranes y pingüinos. Para los selk'nam, los albatros, por ejemplo, constituían un símbolo de pertenencia a la comunidad y eran personificados en ceremonias y danzas.

En el siglo XVI, partiendo de los viajes de Magallanes, la Patagonia austral ha experimentado una gran conexión con el resto de América, Europa y otras partes del mundo a través de los viajeros y exploradores. Luego de la diezma de mamíferos marinos en el hemisferio norte, los mares australes fueron visitados por balleneros y loberos hacia fines del siglo XVIII. Estas expediciones en barco explotaban, principalmente, lobos marinos y ballenas para la obtención de carne, aceite y cueros,

pero también aprovechaban las colonias de pingüinos para obtener aceite, huevos y guano, productos que en muchos casos eran enviados fuera de la región. Este comercio constituyó el primer proceso que vinculaba directamente a Tierra del Fuego con el resto del mundo y continuó hasta comienzos del siglo XX.

En paralelo, el canal Beagle fue por primera vez explorado y nombrado para Occidente por el capitán Robert Fitz Roy durante la primera expedición del buque inglés *H. M. S. Beagle* (1826-1830). Estas expediciones trajeron a la región a numerosos naturalistas, entre los que se destaca Charles Darwin, que colectaron y describieron la fauna del lugar durante la segunda expedición en 1832. Esto introduce una nueva relación entre el ser humano y las aves y mamíferos marinos del territorio, a través de la historia natural, una disciplina de la ciencia occidental.

Luego, hacia 1870, se asentaron en sus costas las misiones anglicanas. Durante ese período Tierra del Fuego permaneció como un territorio geopolítico no reclamado. Ushuaia se fundó oficialmente en 1884 con el establecimiento de la base naval. El desarrollo del pueblo fue lento y en gran medida a partir de inmigración europea, de Chile y otras regiones de la Argentina. La interacción entre esta sociedad (prisioneros, penitenciarios, mineros y estancieros) y la fauna marina está poco documentada. No obstante, un resultado evidente de esa época desde el punto de vista de la naturaleza es la introducción de especies domésticas para su cría y consumo, como las ovejas, lo cual modificó el ambiente terrestre con un potencial impacto en el ecosistema marino dada la conexión tierra-mar en la isla. De forma voluntaria o involuntaria, el hecho es que hoy Tierra del Fuego es un hábitat que presenta más mamíferos exóticos que nativos, y si bien en algunos casos (como el castor) se conoce bastante respecto de sus efectos sobre el ecosistema, hay muchos otros sobre los que todavía sabemos muy poco.

En la década de 1970 se promulgó la ley de promoción industrial con incentivos económicos para el establecimiento de empresas y residentes en la isla, con lo cual hubo un crecimiento exponencial en los años sucesivos. La población creció de 313 pobladores en 1895 a 5000 en 1970 hasta alcanzar los 60.000 en 2010. Este crecimiento poblacional, sin embargo, no se tradujo en un incremento proporcional en infraestructura, con potenciales consecuencias para el ambiente. Por ejemplo, en Ushuaia el 35% de las



Figura 1. Relación ser humano y naturaleza en Tierra del Fuego a lo largo de la historia. Elaboración de los autores



Figura 2. Colonias de lobos y aves marinas en el canal Beagle.

aguas residuales se descargan en el ambiente marino sin tratamiento previo.

En simultáneo con los incentivos financieros surge la actividad de turismo antártico y la descentralización del Conicet, a través de la creación, en 1969, del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), en donde trabajamos. Esto fomentó una relación con la naturaleza de contemplación e investigación local, que sigue avanzando hoy en día con las primeras camadas de profesionales de biología y ciencias ambientales formados íntegramente en la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Todo esto conlleva la aparición de nuevos actores y complejas interacciones con la naturaleza y con el mundo (turismo internacional, y también investigadores de otras regiones), que aún hoy tratamos de comprender.

En los últimos años, el turismo creció fuertemente, constituyendo en la actualidad una de las actividades más importantes de la ciudad de Ushuaia. Focalizado principalmente en la interacción con la naturaleza, integra también aspectos culturales a través de las narrativas, incorporando elementos históricos y modernos entre los sistemas naturales y humanos. Los visitantes llegan de todo el planeta atraídos por el imaginario del fin del mundo, muchos por su geografía y otros tantos por el

gran número de aves y mamíferos marinos que se pueden observar a lo largo de las aguas y costas de Tierra del Fuego (figura 2).

Los pingüinos son, entre las aves, uno de los grupos más carismáticos, y Tierra del Fuego presenta colonias numerosas de varias especies, algunas de ellas muy accesibles a la visita de turistas. Los mamíferos marinos más conocidos por los locales y visitantes son los lobos marinos de uno y dos pelos, quienes han experimentado en la región un crecimiento sostenido desde el cese de la explotación hacia mediados de la década de 1960. Además, en los últimos años, se han incrementado los avistajes de ballenas, principalmente jorobadas, y desde CADIC ya existe un catálogo de más de cien ejemplares que visitan estas aguas. Este catálogo se conforma principalmente con las fotografías que proveen en gran medida los actores involucrados con la actividad turística (turistas, guías y tripulación de embarcaciones).

Fauna y humanos en movimiento

Estos cambios en las relaciones están íntimamente relacionados con los movimientos, tanto de fauna como de

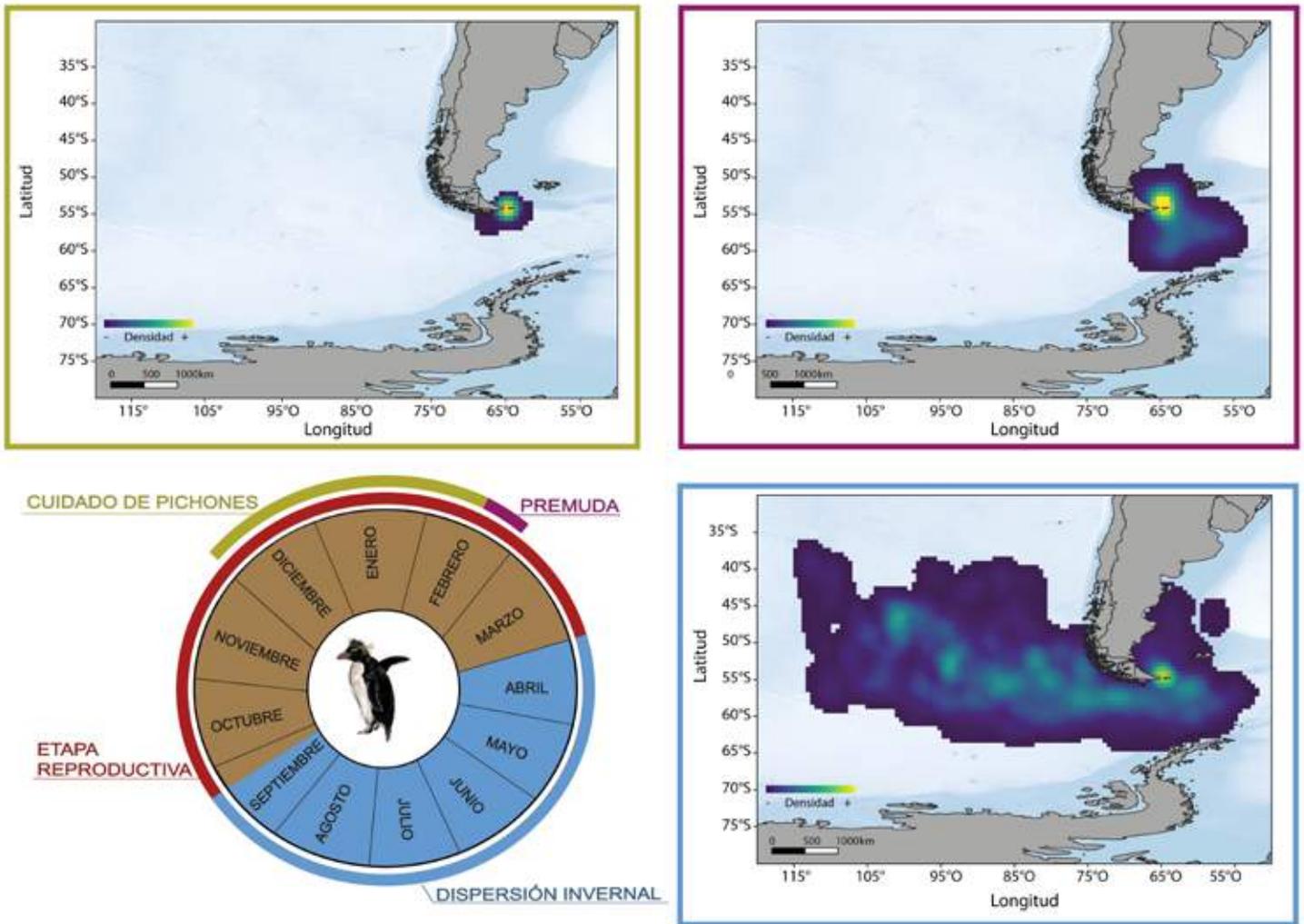


Figura 3. Movimientos durante el ciclo anual del pingüino penacho amarillo del sur *Eudyptes chrysocome* que habita en la isla de los Estados. Los tres mapas de color muestran las áreas de movimiento en cada etapa del año. El círculo indica los meses y las distintas etapas del ciclo anual: en verde amarillento durante el cuidado de pichones, en violeta durante el viaje de adultos antes de la muda y en celeste durante la dispersión invernal de los adultos.

humanos en el tiempo y en el espacio. Durante su ciclo anual las especies utilizan el espacio de modo diferente, algunos con un rango de acción más grande que otros. El uso de estos distintos espacios a lo largo de un año (por ejemplo, áreas de cría, zonas de alimentación invernal) hace que, en cada etapa, en especial las especies que se desplazan mucho se enfrenten a actividades antrópicas de distinta naturaleza. Las aves marinas nos ayudan a comprender y evaluar la salud de los ambientes marinos que habitan. En particular el pingüino penacho amarillo, con una población cercana a las 150.000 parejas nidificando en la isla de los Estados, es considerada una de las especies 'paraguas' del océano Atlántico Suroccidental. Una especie paraguas o centinela es aquella seleccionada para tomar decisiones de manejo para la conservación, dado que conservarla implica indirectamente conservar numerosas especies con las cuales se relaciona y al ecosistema que integran. En Tierra del Fuego contamos con la colonia más grande para la especie que representa el

17% de los individuos reproductores dispersos en las colonias del Cono Sur. El pingüino penacho amarillo del sur utiliza, a lo largo de su ciclo anual, un amplio rango de espacios marinos (figura 3). Esta especie se alimenta alrededor de la isla de los Estados y el talud continental al sur de la isla durante la etapa reproductiva, extendiendo su rango al pasaje Drake durante los viajes previos a la muda de sus plumas (algo que hace todos los años antes de volver al mar durante el invierno y al finalizar la etapa de cría), para finalmente utilizar masas de agua antárticas y del Pacífico durante el invierno. Se alimenta de una gran variedad de presas, integrando los niveles basales y altos de las redes tróficas, y se encuentra en estado crítico de conservación, declarado vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Gran parte de los potenciales problemas de estas interacciones surgen de nuestro escaso conocimiento sobre los movimientos de los animales a lo largo de su vida, algo muy difícil de estudiar, pero extremadamente fasci-

nante. Como ejemplo, en las costas de Ushuaia podemos observar ballenas nacidas en Brasil, y un pingüino neozelandés puede aparecer descansando en la costa patagónica. Algunos animales marinos pueden moverse de forma pasiva con las corrientes a través de miles de kilómetros, conectando cuencas en principio muy distantes entre sí. Por esto, un determinado ambiente y su elenco de organismos son un dinámico mosaico de vida: muchos individuos nacieron allí, pero algunos nacieron lejos y otros pocos, muy lejos, y eso depende del tipo de organismo, de las condiciones ambientales y de la historia del paisaje. En un mismo ambiente de la Patagonia pueden coexistir un marsupial que está aquí desde hace decenas de millones de años, el guanaco que llegó a América del Sur en los últimos 2 millones de años, una golondrina que solo visita el área en verano y luego se mueve al hemisferio norte a pasar el invierno, y una especie introducida por el ser humano hace cuarenta años. Los organismos están en constante movimiento y, por lo tanto, los ecosistemas están en continua interacción y cambio. La pandemia causada por el SARS-CoV-2 que comenzó a fines de 2019 mostró de forma muy clara el grado de conectividad que hoy existe en el mundo a través del movimiento de personas. Sin embargo, el grado de movilidad que hoy tienen las personas no solo se diferencia cualitativamente del que teníamos antes sino también de forma cuantitativa, en intensidad y frecuencia. En la actualidad las personas viajamos con mayor frecuencia y más lejos que hace un siglo, y eso es un cambio extremadamente rápido para los ecosistemas. La dispersión de especies exóticas asistida (intencionalmente o no) por el ser humano es una de las causas más importantes de extinción de especies a nivel global, y las enfermedades surgidas en los ambientes naturales se transmiten con más frecuencia al ser humano a medida que la expansión de la actividad humana hace a los ambientes naturales más permeables.

Valoración de las aves y los mamíferos marinos

La valoración o importancia que le damos a la naturaleza en nuestra vida determina en última instancia nuestra relación con la naturaleza. La valoración de la naturaleza depende, entre muchas cosas, de la forma en que percibimos al mundo, de nuestra escala de valores más amplia y de los valores específicos que atribuimos a la naturaleza y hasta de su definición en sí misma para cada persona. Es por eso que, si bien la valoración por parte del ser humano se fue modificando con el tiempo, coexisten una gran pluralidad de valores que dependen del entorno, la cultura y la sociedad en que vivimos. Así, la

CIENCIA CIUDADANA: PROYECTO ROCKHOPPER FIESTA-PENGUIN WATCH

Desde hace varios años, hemos colocado cámaras en las distintas colonias de pingüinos que se reproducen en Tierra del Fuego, con el objetivo de monitorear el estado de conservación de sus poblaciones. Las cámaras toman automáticamente varias fotos durante el día, generando un volumen de información muy valioso, pero a la vez muy abundante y complejo de abarcar. Para abordar esto, nos hemos sumado a una iniciativa generada por colegas de la Universidad de Oxford (Reino Unido) quienes diseñaron un proyecto de ciencia ciudadana llamado Penguin Watch ('mirando pingüinos'). Ingresando en www.penguinwatch.org cualquier persona puede acceder a las fotografías colectadas en cada colonia y ayudarnos a identificar la presencia de adultos, pichones, nidos y predadores. Cada clic generado nos permite identificar la cantidad de individuos en cada momento del año, la supervivencia de los pichones y la fenología de cada colonia (en qué momento ocurre cada etapa del ciclo anual de las diferentes especies). Más aún, en el futuro nos permitirá comprender los cambios que ocurren en las colonias y sus tendencias poblacionales con un disturbio mínimo en los animales. Penguin Watch es un proyecto vivo y de largo alcance que depende de investigadores y colaboradores de todo el mundo por igual.



www.penguinwatch.org

formación, la expresión y el cambio (¿por qué no?) de nuestros valores están dados por procesos individuales, sociales y experiencias e interacciones socioecológicas. Los valores que una sociedad atribuye a la naturaleza deben ser tenidos en cuenta a la hora de pensar en la matriz socioproductiva y desarrollar políticas públicas que tengan aceptación y consenso.

En muchos momentos históricos en Tierra del Fuego los valores económicos prevalecieron sobre otros, con graves consecuencias para la biodiversidad. Así, se extinguieron localmente varias colonias de pingüinos y se redujeron drásticamente las colonias de lobos marinos. Esto seguramente trajo consecuencias en el ecosistema y se cree es uno de los factores que produjeron la casi desaparición del pueblo yagán.

En uno de nuestros últimos estudios nos preguntamos por qué proteger a las aves y los mamíferos marinos de Tierra del Fuego. Solo en el canal Beagle habitan quince especies de aves marinas y ocho de mamíferos marinos. Todas ellas poseen un alto valor, sea por su existencia en sí misma, por su rol en las redes tróficas y en la participación en los ciclos biogeoquímicos, y son además una



Figura 4. Poblador local observando una falsa orca *Pseudorca crassidens* en la bahía de Ushuaia en febrero de 2022.

fuente de bienestar para las sociedades que conviven con ellas (figura 4), pues contribuyen a la economía local y global a través del turismo.

Dar a conocer estos valores e involucrar a la sociedad en actividades de conservación, descubrimiento y

y la naturaleza. Podemos generar activamente cambios que favorezcan nuevas formas de relacionarnos con los demás organismos con los que nos tocó cohabitar. Después de todo, como bien dijo Darwin, nadie puede existir solo sino en relación con otras formas de vida. **CH**

ciencia de estas especies brinda la posibilidad de incrementar la valoración positiva por parte de la sociedad y redundará en una relación más armoniosa con la fauna (ver recuadro). El conocimiento y los encuentros respetuosos con la naturaleza son clave para intensificar el vínculo y tener una visión pluricéntrica del mundo, en contraposición con una antropocéntrica, que nos permitirá revertir la crisis ambiental. Los cambios son inevitables, pero eso no quiere decir que debemos tener un rol pasivo frente a los acontecimientos en el planeta.

La crisis ambiental es una crisis de valores y es importante lograr una comprensión generalizada sobre las implicancias de la pérdida de biodiversidad, que puede ser revertida con una relación armónica entre el ser humano

LECTURAS SUGERIDAS

HARO-DÍAZ CR, 2015, 'Mujeres y aves: patriarcalismo y simbolismo en los relatos yámana', trabajo de titulación para optar al grado de Magister en Literatura Hispanoamericana Contemporánea, Universidad Austral de Chile. repositorio.auid.cl/bitstream/handle/10533/181594/HARO_CAMILA_2546M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RAYA REYA, 2015, 'Centinelas del mar: el pingüino penacho amarillo de isla de los Estados', *La Lupa*, 8: 26-31.

RAYA REYA, PIZARRO JC, ANDERSON CB & HUETTMANN F, 2017, 'Even at the uttermost ends of the Earth: How seabirds telecouple the Beagle Channel with regional and global processes that affect environmental conservation and socio-ecological sustainability', *Ecology and Society*, 22 (4):31. ri.conicet.gov.ar/handle/11336/63496



Andrea Raya Rey

Doctora en ciencias biológicas, UBA.
Investigadora principal, CADIC-Conicet.
Profesora adjunta, Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF).
arayarey@cadic-conicet.gov.ar



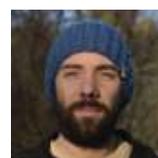
Samanta Dodino

Doctora en ciencias biológicas, UBA.
Becaria posdoctoral CADIC-Conicet.
sami.dodino@gmail.com



Amira Salom

Licenciada en ciencias biológicas, UBA.
Becaria doctoral CADIC-Conicet.
amirasalom@gmail.com



Ulises Balza

Doctor en ciencias biológicas, UBA.
Becario posdoctoral CADIC-Conicet.
ulisesbalza@gmail.com

En ocasión de su admisión a la Academia Nacional de Geografía como académico titular, en 2022, el profesor Pablo Jacovkis ofreció una disertación sobre la interrelación entre ambas disciplinas. CIENCIA HOY decidió publicarlas en cuatro partes de lectura independiente. Esta es la segunda.

Pablo Miguel Jacovkis

UNTREF

Matemática y geografía: una historia compartida

Parte 2: la geografía inspira a la matemática

Dado que, como supuso Isaac Newton, la Tierra no es una esfera exacta, sino que está achatada en los polos (para predecir lo cual la contribución de las herramientas matemáticas y la teoría física planteadas por el mismo Newton fue crucial), para el cálculo del arco de meridiano (y del radio de curvatura del meridiano) la matemática usada no es tan simple como lo sería si la Tierra fuera una esfera, e intervienen aproximaciones, integrales elípticas, etcétera. Ya la geometría se pone compleja y pide ayuda al cálculo integral. La matemática dura y pura es indispensable para estos cálculos, y aparecen series numéricas, integración numérica... y permanentemente nuevos métodos son propuestos, para los cuales también es necesario el empleo de técnicas

de análisis numérico, puesto que no siempre (o, mejor dicho, pocas veces) las fórmulas empleadas permiten el cálculo directo. Al respecto, uno de los más ambiciosos proyectos científicos y tecnológicos encarados en nuestro país fue la medición de un arco de meridiano, tarea a cargo de una Comisión del Arco, y que fue aprobada en 1936 por ley del Congreso; durante la primera parte del trabajo de dicha Comisión (concretamente, hasta 1941, en que retornó a España) fue fundamental la colaboración con ella del distinguido matemático español Esteban Terradas, residente en la Argentina desde 1936 con motivo de la guerra civil española, como detalla Eduardo Ortiz en su enjundioso artículo sobre la medición del arco de meridiano en la Argentina ('La Comisión del Arco de meridiano: astronomía, geodesia, oceanografía y

¿DE QUÉ SE TRATA?

La relación histórica y actual entre las matemáticas y la geografía.

geofísica en la Argentina de 1935-1945', *Saber y Tiempo*, 19: 127-187). Es decir, en algún sentido nosotros también tuvimos muy tempranamente un proyecto de lo que hoy se llamaría *big science*.

Es interesante observar que, pese a que la medición del meridiano se puede llevar a cabo mediante la aplicación de fórmulas matemáticas sólidas y muy fundamentadas, se sigue pudiendo proponer fórmulas alternativas interesantes, variando ligeramente los enfoques, lo cual es un ejemplo de la riqueza de las investigaciones en temas que, a primera vista, uno podría suponer ya completamente estudiados (naturalmente, esto no significa que nuevas fórmulas sean necesariamente mejores, pero sí que incentivan, a partir de problemas de la geografía, a veces más simples, a veces más complejos, la resolución de problemas matemáticos). Un caso que pongo como ejemplo es el del trabajo de 2002 de los profesores brasileños Leonardo Oliveira y Luiz Ferreira con un nuevo enfoque para la determinación del arco de meridiano ('A new approach for the computation of the arc-of-meridian', *The Australian Surveyor*, 47 (1): 8-13).

De paso, un importante problema geográfico, crucial para la navegación, la determinación de la longitud, si bien fue solucionado por el talentoso relojero John Harrison, como relata por ejemplo el atractivo libro *Longitude* (Londres, Fourth Estate Limited), de Dava Sobel (un ejemplo de la geografía incitando a la mejora de la construcción de relojes mecánicos), promovió, antes de la solución de Harrison, que mentes brillantes de la ciencia estudiaran el problema, usaran ampliamente la matemática (y la astronomía) y permitieran la solución de varios problemas científicos no triviales, entre ellos el primer cálculo de la velocidad de la luz. O sea, el impacto de la geografía sobre las matemáticas —y sobre muchas otras disciplinas— es considerable. La relación fue siempre de ida y vuelta: no es que las otras ciencias 'permitieron' el desarrollo de la geografía: también la geografía 'permitió' el desarrollo de las otras ciencias (y de la tecnología, como indica por ejemplo la historia de la determinación de la longitud), y entre ellas de la matemática.

Pasemos ahora por un momento a analizar cómo fue la geografía la catalizadora, en el siglo XVIII, de una de las ramas más importantes y productivas de la matemática actual, la teoría de grafos: la ciudad de Königsberg, en Prusia Oriental (actualmente Kaliningrado, en Rusia), famosa por ser la ciudad natal del gran filósofo Immanuel Kant y la ciudad donde se crio y estudió el gran matemático David Hilbert, está atravesada por el río Pregel e incluye dos islas, comunicadas entre sí y con el resto de la ciudad mediante siete puentes. El gran matemático Leonhard Euler se planteó el problema de una caminata que pasara una vez sola por cada uno de los puentes y visitara toda la ciudad, y demostró que eso es imposible,

con lo cual dio comienzo la actual teoría de grafos, rama muy importante de la combinatoria.

También la geografía política 'inspiró' a la matemática (y también este ejemplo es de teoría de grafos): si se tiene un mapa con distintas regiones, o de distintos países arbitrarios, o de distintos estados o provincias de un país, todos dentro de una misma 'masa continental', la pregunta que se plantea es la siguiente: '¿Es posible pintar un mapa, con solo cuatro colores, en el que dos regiones adyacentes nunca tengan el mismo color?'. Si bien se sospechaba que esa pregunta tiene una respuesta afirmativa (que cinco colores bastan lo probó Percy John Heawood en 1890; numerosos contraejemplos muestran que con tres no se puede) la primera demostración matemática de que efectivamente es posible con cuatro colores fue llevada a cabo por Kenneth Appel y Wolfgang Haken en 1976 mediante un enfoque para muchos sorprendente: lograron reducir el problema —mediante procedimientos matemáticos 'tradicionales'— al análisis de un total de 1834 casos y chequearon cada uno de esos casos *por computadora*. Naturalmente, una demostración matemática 'asistida por computadora' provocó variadas discusiones alrededor de la pregunta '¿qué es una demostración matemática?', que están fuera del alcance de este trabajo.

La asociación de los grafos, por ejemplo, con el análisis de redes de desagüe es casi instantáneo: en ese caso, obviamente, los grafos son usualmente planos (no hace en general falta, al menos en primera instancia, la dimensión adicional dada por la profundidad). Obviamente —también como grafo plano—, una red se puede extender al seguimiento de rutas de vehículos de transporte automotor urbano, de ferrocarriles urbanos, de subterráneos (aunque, en este caso, es posible que según la red el grafo no sea más plano sino en tres dimensiones). Y por supuesto para líneas de ferrocarril regionales, nacionales e internacionales. Todos temas en los cuales interviene la geografía. Las aristas del grafo pueden representar distancias, o capacidad máxima transportable en un momento dado a través de la arista, u otra restricción, o varias de ellas juntas. Según razones físicas o reglamentarias, se pueden probar teoremas que faciliten el diseño de la red.

Otro interesante ejemplo de geografía 'incitando' avances matemáticos es el que dan Frederick Rickey y Philip Tuchinsky en un trabajo de 1980 ('An application of geography to mathematics: History of the integral of the secant', *Mathematics Magazine*, 53 (3): 162-166). La integral indefinida de la secante de un ángulo α es el logaritmo del valor absoluto de la secante de dicho ángulo α más su tangente, más una constante:

$$\int \sec \alpha \, d\alpha = \ln |\sec \alpha + \tan \alpha| + c$$

como corresponde cuando uno trabaja con integrales in-

definidas). Sin entrar a analizar la historia de esta ‘incitación’ (que se lee amenamente en el trabajo citado), lo cierto es que los conocimientos acumulados de geógrafos y navegantes (usando los avances ya realizados por Mercator) inspiraron a Henry Bond (que se auto-definía como ‘maestro de navegación, agrimensura y otras partes de la matemática’) en 1645 a conjeturar dicha fórmula (para ser más precisos, usaba otra ecuación trigonométricamente idéntica a la que antes mencioné, $\ln \left| \tan \left(\alpha/2 + \pi/4 \right) \right|$), gracias a lo cual Isaac Barrow dedujo correctamente la fórmula de la integral. Nótese que en esa época obtener fórmulas explícitas (y calculables) de integrales de funciones era mucho más importante que ahora, pues no existían las computadoras, a partir de las cuales se diseñaron métodos de integración numérica muy eficientes, o sea, tener valores razonables (que sí se podían obtener a partir de logaritmos de funciones trigonométricas) de integrales de funciones trigonométricas era extremadamente útil.

La estadística es otra rama de las matemáticas que ayuda a la geografía (admitiendo que la estadística es una rama de las matemáticas, por supuesto: se puede pensar también la estadística como una ciencia natural, la más matematizada de todas –más que la física, inclu-

so–, pero esa es otra discusión que nos aleja del meollo de este trabajo): si bien los censos son muy importantes, y la recomendación de la Dirección de Estadísticas de las Naciones Unidas es que se haga un censo nacional cada diez años, muchas veces se requieren datos poblacionales alejados de la fecha de los censos (por ejemplo, emigraciones o inmigraciones súbitas, crecimiento y decrecimiento humano producidos y estimados para el futuro), para los cuales encuestas bien hechas, con una base teórica estadística sólida, dan resultados que pueden ser excepcionalmente precisos. En cuanto a geografía urbana, la estadística ocupa un lugar importante en este ámbito: herramientas de estadística usadas son análisis multivariado de agrupamientos (*multivariate cluster analysis*), análisis de regresión, etcétera. Y en hidráulica fluvial, por ejemplo, la estadística puede ser muy útil para averiguar si –debido por ejemplo al calentamiento global– en algún río importante, por ejemplo, el Paraná, hay cambios temporales, que puedan llevar a suponer tendencias futuras, en las alturas medias del río en distintos puntos de medición, con obvias consecuencias, entre otras cosas, en previsiones sobre posibilidad de navegación por ese río por barcos de determinado calado. **CH**



Pablo Miguel Jacovkis

Doctor en matemáticas, UBA.

Profesor emérito, UBA.

Secretario de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF).

pablo.jacovkis@gmail.com

La filosofía y las artes liberales

‘La filosofía es la madre de las ciencias’ es un lema de sobra conocido y repetido, que tiene su origen en las *Disputas tusculanas* I.26 de Cicerón. Fue, incluso, objeto de las más diversas explicaciones, que van desde la simple etimología –‘amor a la sabiduría’– hasta intrincadas justificaciones metodológicas que apuntan a los primeros siglos de la Modernidad. Sin embargo, hoy no muchos vincularían espontáneamente la geometría, por ejemplo, con los estudios filosóficos, y muchos menos aun estarían dispuestos a aceptar que el Medioevo tuvo algo que ver con ello. Este artículo propone mostrar, parafraseando a Aristóteles en su *Metafísica*, que ‘filosofía’ se dice –y se ha dicho– de muchas maneras. Y que una de esas maneras –sinecdóquica, si se quiere– recibió el nombre de ‘artes liberales’, un conjunto de disciplinas o artes que tiene su origen en el mundo clásico y alcanza su apogeo durante la Edad Media, en la que vamos a detenernos.

En la Antigüedad e incluso todavía en la época de Agustín de Hipona la lista de las disciplinas –que, según algunos, deberían saber los hombres libres; según otros, hace libres a los hombres (en todo caso, de ahí que se llamen ‘liberales’)– osciló entre siete y nueve. Algunos autores, como Varrón por ejemplo, incluyeron en ellas la medicina y la arquitectura. No obstante, prevaleció el elenco de siete y así lo demuestran, además de los tratados que poseemos, las abundantes representaciones iconográficas.

Ya para la Edad Media, y especialmente gracias a la labor de Boecio, se establecerá definitivamente el septenario, dividido en dos grandes grupos. El primero de ellos, el más elemental en cuanto a su importancia para la adquisición de los restantes conocimientos, era el trivium, que literalmente significa ‘tres vías’. Estaba constituido por la gramática, la retórica y la dialéctica. Es gracias a ellas que el alma se eleva desde lo material a lo simbólico. Son, por así decir, un triple acceso al *modus operandi* de la razón humana, tanto en lo que respecta a su aspecto formal como a sus conteni-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Las artes liberales constituyen el fundamento de los estudios superiores y del método científico en Occidente. Este artículo rastrea su origen y genealogía.



Figura 1. Virgilio Solís, *Siete artes liberales* (c. 1530-1562). Museo de Arte de Cleveland, 1924.680.

dos. También fueron llamadas ‘artes sermocinales’, esto es, artes de las palabras o del discurso. El segundo grupo era el *quadrivium* y estaba conformado por la aritmética, la geometría, la astronomía y la música. Estas eran, en cambio, las ‘cuatro vías’ por las que se conoce el fundamento matemático e inteligible de la realidad. De ahí que también sean conocidas como ‘artes reales’.

Si bien el estudio de estas disciplinas ha sido una constante en el occidente latino, ha habido dos grandes hitos. El primero y decisivo fue el llamado Renacimiento carolingio durante los siglos VIII y IX, cuando las *Nupcias de Mercurio* y *Filología* de Marciano Capela —una suerte de enciclopedia alegórica escrita c. 420 en la que a cada arte le está dedicado un libro— se difunde masivamente. Hubo un segundo Renacimiento en el siglo XII. De este período data la tabla VIII del *Hortus deliciarum* (*Jardín de las delicias*) de Herrada de Landsberg, quizá la ilustración más famosa de las artes y una de las fuentes privilegiadas para comprender cómo aquella época las entendió tanto en sí mismas como en su relación con la filosofía (figura 2).

En el centro encontramos un círculo dividido en dos: arriba, la personificación de la Filosofía, abajo Sócrates (¡escribiendo!) y Platón. Ellos serán los filósofos por antonomasia hasta el siglo XIII, cuando se traduzca al latín el corpus aristotélico. El texto latino a sus costados dice: ‘La filosofía enseña a buscar la naturaleza de todas las cosas’, ‘Los filósofos enseñaron primero la ética, luego la física y finalmente la retórica’, ‘Los filósofos fueron los sabios del mundo y los clérigos, de los gentiles’.

En la leyenda del círculo grande encontramos las siguientes palabras: ‘Yo, la Filosofía divina, que gobierno a través del arte, divido a las artes que están sujetas a mí en siete categorías’. Y a los costados de la Filosofía: ‘Siete fuentes de sabiduría emanan de la filosofía, las que se denominan artes liberales’, ‘El Espíritu Santo es el inventor de las siete artes liberales, las cuales son gramática, retórica, dialéctica, música, aritmética, geometría y astronomía’. La relación de las artes con la filosofía es clara: ema-



Figura 2. Herrada de Landsberg, tabla VIII, *Hortus deliciarum* (c. 1167-1185). Estrasburgo, BNU, R43. Original destruido por un incendio durante el asedio a Estrasburgo en 1870. Quedan las reproducciones hechas en 1818 por Christian Moritz Engelhardt.

nan directamente de ella, mientras que la relación entre cada una de las artes es de igual a igual. La autora, abadesa de Hohenburg, añadió su pincelada religiosa al proponer como su inventor al Espíritu Santo (algo bastante

inusual). Además, Herrada agrega a cada arte una leyenda explicativa y un atributo que la identifica y que se mantendrá relativamente constante a lo largo del tiempo.

En la Gramática se lee: ‘A través de mí quienes aprenden saben qué son la voz, la letra y la sílaba’. Esta disciplina toma su nombre del griego γράμμα (*gramma*), que significa ‘letra’, ‘grafía’ o ‘documento escrito’. Abarca no solo lo que actualmente entendemos por la disciplina homónima, sino también morfología, métrica, etimología y, ya tardíamente, sintaxis. Es, por tanto, la primera en estudiarse. De ahí que el atributo con el que se la suele representar sea la escobilla con la que disciplinaba a los estudiantes que, por lo general, eran niños o jóvenes. También se la suele ver con una llave, como en la figura 1, que simboliza precisamente su condición de arte inicial: abre las puertas de la lectura y, por tanto, de todo conocimiento ulterior. Los dos principales textos que transmitían sus fundamentos eran el *Arte de la gramática* de Elio Donato y los *Elementos de gramática* de Prisciano. También se la aprendía estudiando fragmentos de los clásicos latinos, como Cicerón, Virgilio y Ovidio.

La dialéctica será el arte que prevalecerá sobre el resto, en cuanto poseía no solo un valor intrínseco como disciplina sino también una evidente dimensión instrumental. Si bien ella no es más que una parte de la lógica, para muchos medievales lógica y dialéctica eran prácticamente sinónimos. Considerando que la lógica es la que mejor muestra los procesos de la razón, no ha faltado quien, por extensión, la usara como sinécdoque de la filosofía misma. Desde el siglo VI y hasta mediados del XII, el mundo latino dispuso de un corpus concreto que hoy se conoce como *logica vetus* (lógica vieja). Estaba compuesto, por una parte, por las traducciones que Boecio había hecho de *Sobre la interpretación* y las *Categorías* de Aristóteles, y de la *Εἰσαγωγή* (*Isagogé*) del neoplatónico Porfirio (un comentario a las *Categorías*); por otra parte, de una serie de opúsculos lógicos escritos por el mismo Boecio.

En el texto de Herrada, la Dialéctica lleva como leyenda: ‘Permito que los argumentos combatan como los perros’ y su atributo es, en efecto, una cabeza de perro. Con ella se suele simbolizar a los dialécticos, que ‘ladran’ en sus acaloradas disputas. Otro atributo ha sido el escorpión (presente, por ejemplo, en la figura 7), que indica la doble naturaleza de la dialéctica: a primera vista se muestra atractiva y agradable, pero para quien se descuida resulta peligrosa.

Por encima de la Retórica se lee: ‘A través de mí, queriendo retórico, buscarás la fuerza de las razones’. Este arte suele ser representada mediante diversos elementos de lectura y escritura; en este caso, con un estilete y una tablilla. La retórica era el arte por excelencia de poetas y de abogados, pues se concentra en la estructura y expresión del discurso, intentando enunciar la verdad (en el mejor de los casos)

de la manera más convincente y bella posible. De hecho, Agustín de Hipona, según *Confesiones* 9.2.2, se veía a sí mismo como un ‘vendedor de palabras’. En este sentido, es la más práctica de las artes del trivium, pues se enfoca principalmente en la capacidad de hablar en público. Los textos elementales para su estudio fueron *La invención de la retórica* de Cicerón y los *Elementos de oratoria* de Quintiliano.

Entre las artes del *quadrivium*, la aritmética es la primera en orden de estudios e importancia. Su objeto es la cantidad discreta o, dicho de otro modo, el número. De hecho, eso es lo que dice la leyenda de Herrada: ‘Estoy compuesta de números, cuyas diferencias hago notar’. Su atributo es una soga con nudos atados todos a la misma distancia, que permite contar y medir. Sus fuentes principales eran los *Principios de aritmética* de Boecio —una suerte de traducción libre y expandida del *Arte de la aritmética* del neopitagórico del siglo II Nicómaco de Gerasa— y el libro VII de las ya mencionadas *Nupcias de Mercurio* y *Filología* de Marciano Capela.

En el siglo XII, primero Roberto de Chester (1145) y luego Gerardo de Cremona (c. 1170) traducen del árabe al latín el que será el nuevo libro de referencia y que marcará una especie de reinicio de los estudios aritméticos: el *Kitāb al-mukhtasar fī hisāb al-jabr wa-l-muqābala* (*Compendio de cálculo por reintegración y comparación*) de Abu Abdallah Muhammad ibn Mūsā al-Jwārizmī, un célebre matemático musulmán del siglo IX. A esta obra y autor debemos muchos de los términos matemáticos que utilizamos en la actualidad en Occidente. Sin ir más lejos, ‘álgebra’ es la castellanización de parte del título *al-ḡabr wa*, y ‘algoritmo’ deriva del nombre del autor ‘al-Jwārizmī’.

La música, ‘maestra de un arte de amplia variedad’, según nuestra ilustración guía, también estudia la cantidad, pero no discreta, sino relativa, es decir, estudia las proporciones aritméticas que conforman la armonía del mundo. Según la creencia pitagórica (que fue dominante en el Medioevo), la música es la disciplina que abre el camino hacia la esencia misma de las cosas. Mientras que su aspecto práctico fue desarrollado con esmero a partir del IX en cuanto comenzó a formar parte esencial de la liturgia, su aspecto teórico no tuvo notables progresos. Su principal fuente teórica era el tratado *Sobre la música* de Boecio, texto que nuevamente contiene elementos de Nicómaco de Gerasa y una fuerte impronta del *Harmonica* de Ptolomeo. Este arte suele representarse con algún instrumento musical; en el caso de Herrada, con tres: lira, cítara y *organistrum*.

Ahora bien, dado que la música tiene por objeto de estudio las proporciones, fue entendida por los antiguos y medievales de una manera mucho más amplia de lo que la entendemos en la actualidad. Quizá a eso se refiera la leyenda circular de Herrada: ‘Un arte de amplia variedad’. Si nos atenemos a la clasificación de la música que hizo Boecio en la introducción de su libro (que lamentablemente nos ha llegado incompleto), hoy consideramos

‘música’ solo una de las tres partes en las que se divide este arte (figura 3).

La leyenda que le corresponde a la Geometría, que porta un compás, dice: ‘Juzgo las medidas de la tierra con mucho cuidado’. Su objeto de estudio es la cantidad continua o, lo que es lo mismo, la magnitud en su aspecto inmóvil. Se la estudió a partir de la *Geometría* de Boecio y el libro VI de *Las nupcias*. No fue sino hasta comienzos del siglo XII cuando se sumó al catálogo latino los *Elementos* de Euclides gracias a una traducción realizada a partir del árabe, atribuida al inglés Adelardo de Bath. El estudio de la geometría fue un impulso fundamental para el desarrollo de la agricultura gótica.

En último lugar está la astronomía, tal vez la peor comprendida de todas las artes. Como estudia la magnitud en movimiento, lleva entre sus manos un artefacto para ver eclipses. Sin embargo, por largo tiempo abrigó fuertes componentes cosmológicos. Su fuente primera era una traducción parcial del *Timeo* de Platón que Calcidio había hecho en el siglo IV. Fue también Adelardo de Bath el responsable de la redacción de un *Tratado sobre el astrolabio* y de la traducción las *Tablas astronómicas* de al-Jwārizmī, lo que contribuirá a diferenciar elementos míticos y cosmológicos de los astronómicos propiamente dichos.

Este arte también será confundido con la astrología, como se observa en la figura 1, así como en la leyenda de Herrada: ‘Mi nombre proviene de los astros, a través de los cuales enseñé las predicciones’. Así, desarrollada desde temprano en el mundo islámico (que poseía los tratados griegos al respecto), la astronomía fue una de las artes que más desconfianza despertó entre los cristianos pues, al predecir el comportamiento humano, hería de muerte la noción de libre albedrío y, con ella, el sistema de recompensas y castigos. La diferenciación convincente llegará ya entrado el siglo XV.

La tabla VIII de Herrada se completa con la escena inferior, en la que hay cuatro hombres que no pertenecen a la Filosofía, escribiendo rodeados de unos pájaros negros. Por el texto, sabemos que son los ‘poetas o magos [que], instigados por espíritus impuros, escriben el arte mágica y la poesía, es decir, ficciones inventadas’. La poesía como un modo de hacer filosofía será reivindicada tiempo des-

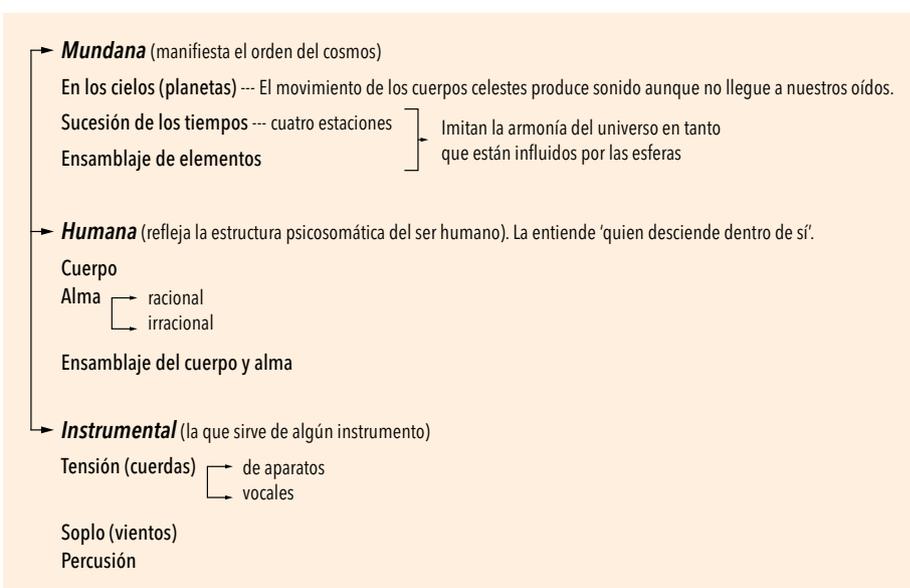


Figura 3. Música: división según Boecio en *De institutione musica* I, 2. Elaboración propia.

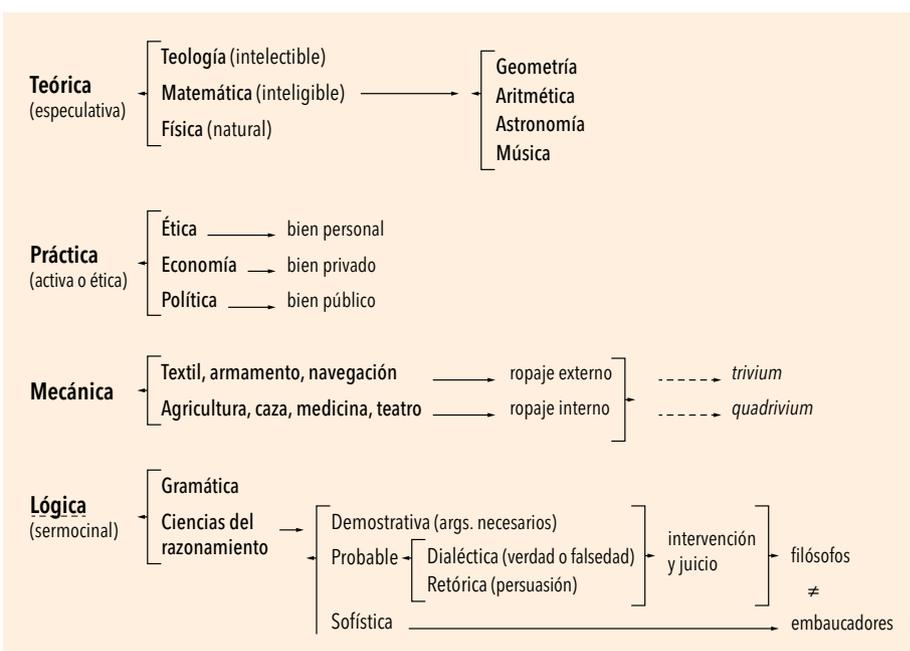


Figura 4. *Didascalicon*: división de la filosofía. Elaboración propia.

pues por Dante y, con más énfasis aún, por Petrarca, motivados en el modelo clásico de la poesía inspirada.

Aunque en el esquema de Herrada la filosofía pareciera estar compuesta solo por el septenario, también menciona la división tripartita de origen estoico: lógica, física y moral. Esta división no solo se mantuvo en la Edad Media, sino que integró armónicamente las siete artes. Al respecto, una de las propuestas sistemáticas más completas es la de Hugo de San Víctor (c. 1096-1141) en su libro *Didascalicon*. Allí la filosofía está integrada por veintinueve ‘ciencias distintas’, cuyo propósito es restaurar en el ser humano la semejanza divina (figura 4).



Figura 5. Aquí se puede observar a Pedro Lombardo, autor de las *Sententiae* –libro que hasta mediados del siglo XVI sería de estudio obligatorio para adquirir el título de doctor en teología– arrear a las artes del *quadrivium*. Ellas custodian a la *Summa theologiae* –quien lleva la cabeza de Cristo en la mano, simbolizando que es la cabeza de la Iglesia–, mientras son tiradas por las artes del *trivium*. En los folios anteriores (no reproducidos aquí) puede verse a cada arte construyendo el carro, tutelada por algún filósofo pagano. Salzburgo, UB M III 36 - f243r (siglo XV). [Wikimedia Commons](#).

A través de un esquema cuatripartito, Hugo concebía la filosofía como un arte terapéutico en cuanto proveía a la humanidad de saberes necesarios para perfeccionarla: la filosofía teórica otorgaba el conocimiento de la propia naturaleza y de la del mundo circundante, la filosofía práctica contribuía a la salud del alma y la filosofía mecánica –que es casi un espejo del septenario liberal– se ocupaba de nuestro cuerpo. La lógica no era terapéutica o, en todo caso, lo era respecto de las otras partes, pues servía para elevarse sobre ellas al ejercitar el razonamiento puro.

La propuesta del victorino, aunque seductora, apenas si tendrá oportunidad de ponerse en práctica. La inminente recepción del legado griego y árabe, sumada a la creación de las universidades, reconfigurarán, a partir del siglo XIII, el modo de entender y hacer filosofía en Occidente, así como el lugar de las artes. Si bien ello no impidió que continuaran siendo motivo de inspiración para artistas e intelectuales, el tiempo, inexorable, exigirá a cada una tomar su propio camino.

Ni la aritmética, ni la física, ni la economía son hoy son parte de la filosofía, es cierto; pero ella ostenta aún su maternidad a través de un sintagma proposicional de función, precisamente, genitiva: ‘filosofía de la aritmética’, ‘de la física’ o de la ciencia que fuere. En cuanto a las hermanas, se las puede encontrar reunidas en numerosas facultades o posgrados que integran diversos contenidos humanistas y que llevan por nombre ‘de artes liberales’. **CH**



Figura 6. Filosofía presenta las siete Artes liberales a Boecio (c. 1465), uno de los principales responsables de su transmisión. Maestro de Coëtivy (c. 1450-1485). Museo J Paul Getty, Los Ángeles, MS. 42 (91.MS.11), f. 2v.



Figura 7. Sandro Botticelli, *Un joven hombre presentado por Venus a las Artes liberales*. 1475-1500. Museo del Louvre, París.



Figura 8. La Filosofía tricéfala: general, racional y moral, es decir, 'de las cuestiones humanas', rodeada de las Artes. Arriba: Agustín, Gregorio, Jerónimo y Ambrosio, tutelando la Filosofía divina. Abajo: Aristóteles representa la filosofía natural y Séneca, la moral. Gregor Reisch, *Margarita philosophica nova*, 1508. París, BnF, inv. Reserve 4-S-17 (1).

LECTURAS SUGERIDAS

LÉRTORA MENDOZA C, 1998, 'El concepto y la clasificación de la ciencia en el Medioevo (siglos VI-XV)', *Veritas*, 43 (3): 497-512.

PIAIA G, 'Il nesso philosophia - sapientes - artes liberales. Fra Medioevo e Rinascimento: un approccio iconologico', *Medievalia Americana*, 1 (2): 433-451.

RICHE P Y VERGER J, 2006, *Des nains sur des épaules de géants: Maîtres et élèves au Moyen Âge*, París, Tallandier.

WAGNER D (ed.), 1983, *The Seven Liberal Arts in the Middle Ages*, Bloomington, Indiana University Press.



Natalia Jakubecki

Doctora en Filosofía, UBA.
Profesora adjunta de Historia de la Filosofía Medieval, USal.
Jefa de trabajos prácticos de Historia de la Filosofía Medieval, UBA.
Investigadora adjunta, Conicet.
natalia.jakubecki@filo.uba.ar

Hacé tu suscripción digital a **CIENCIAHOY**

Con tu suscripción digital por un año (6 ejemplares) o por 2 años (12 ejemplares) tendrás acceso a todo el material anterior editado por CIENCIA HOY.

Suscribite y accedé desde tu computadora, tablet o celular en tu casa o allí donde te encuentres.

¡Ingresa en cienciahoy.org.ar/suscripcion/ y suscribite al conocimiento!



Crossfit cerebral N.º 15

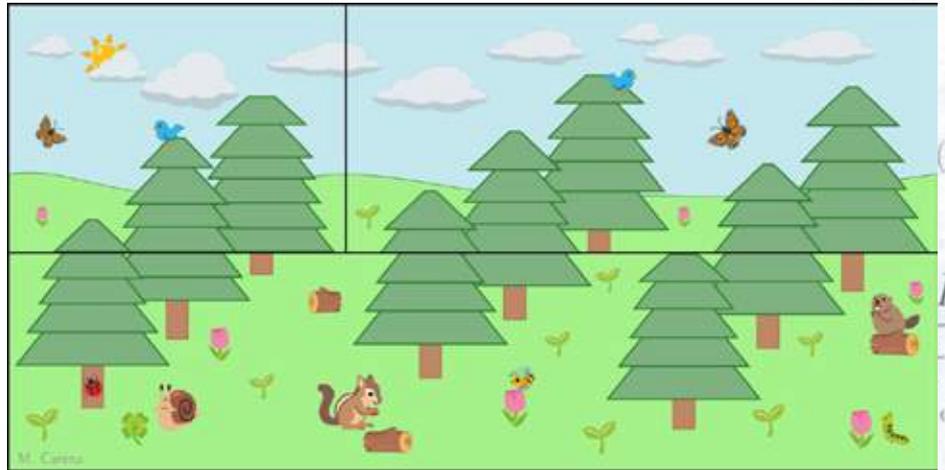
Ilusiones y juegos matemáticos

El bosque encantado

En la siguiente imagen podemos ver un 'bosque encantado', en el que ocurren cosas extrañas.

¿Qué eventos extraños suceden? En este bosque desaparecen cosas. Vamos a ver cómo ocurre esto: si se recorta la imagen por las líneas indicadas se obtiene una especie de rompecabezas con tres piezas (una grande de abajo, una mediana de arriba a la derecha, y una pequeña de arriba a la izquierda). Si se ubican así, como en la foto de arriba, ¿cuántos pinos hay en el bosque? Es fácil ver que hay exactamente 9 pinos.

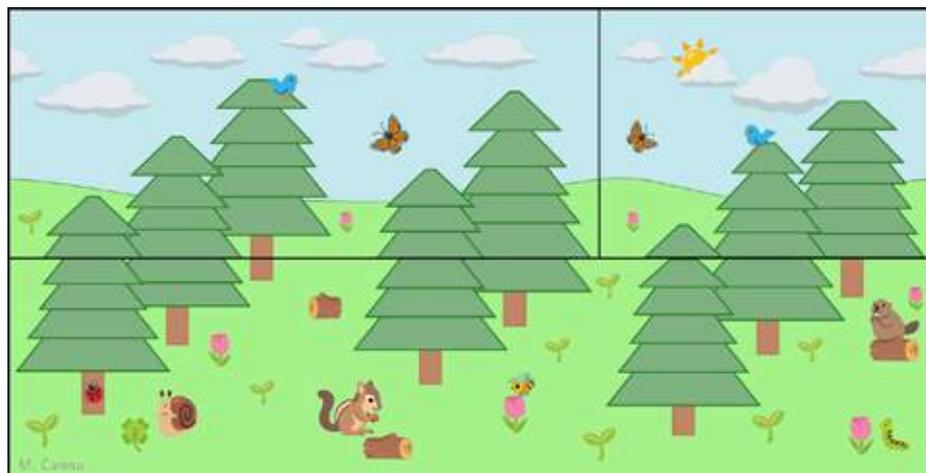
Sin embargo, si simplemente intercambiamos el orden de las dos piezas de arriba (dejando la de abajo como está), ¿cuántos pinos veremos? Al hacer ese movimiento de piezas el resultado es exactamente el siguiente:



Pueden comprobar que lo anterior es realmente el resultado que se obtiene al intercambiar las dos piezas de arriba descargando e imprimiendo la imagen desde el código QR del final, y recortando por las líneas indicadas.

Si volvemos a contar los pinos en la segunda imagen, vemos que hay solamente 8. ¿Qué pino desapareció? ¿A dónde se fue? ¿Cómo puede ser esto posible?

Acá les dejamos el QR por si quieren jugar un rato en busca de estas respuestas.

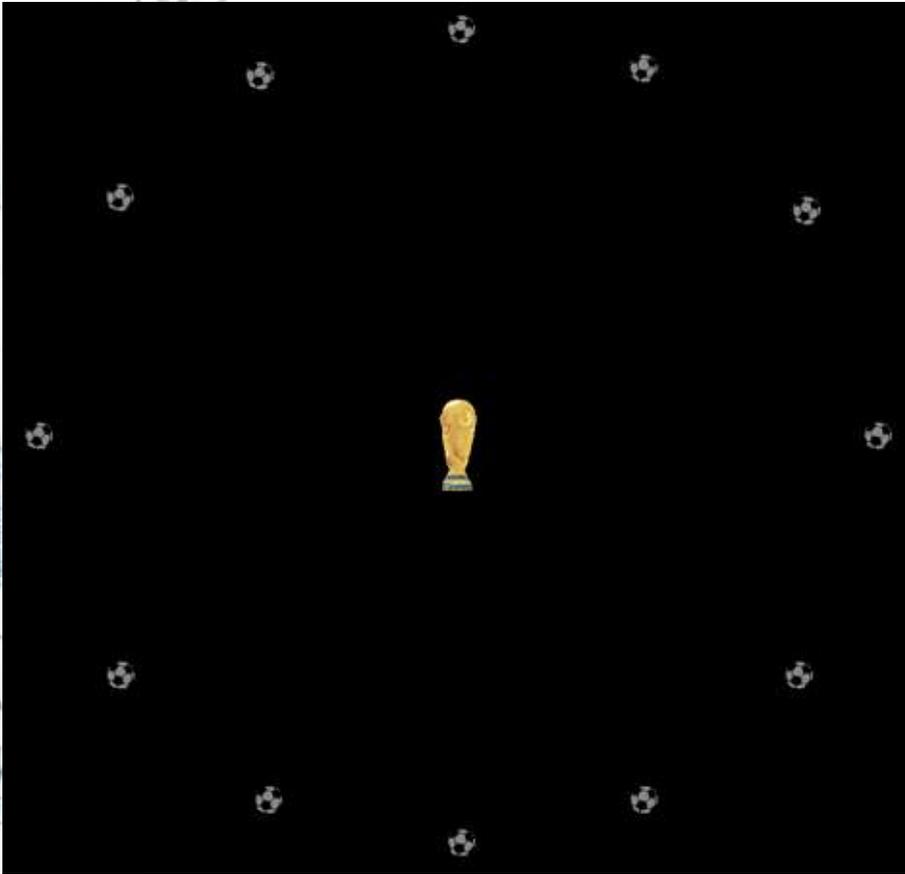


Goles que desaparecen, copas que quedan (percepción mundialista, parte 1)

Durante décadas, la tercera fue nuestro sueño, nuestra obsesión. Cada vez que la veíamos, parecía alejarse más y más de nosotros. Pero finalmente, llegó. En la siguiente ima-

gen, podés admirar nuestra tercera copa del mundo; acercá la vista a la página, y mirala fijamente, sin desviar la mirada. Ya no se escapará, no puede desaparecer. Pero si no dejás de mirarla (hasta evitando los pestaños), algo extraño va a comenzar a ocurrir. Algo más va a empezar a desaparecer.

¿Lo viste ya? Si todavía no lo lograste, probá acercarte más a la hoja (o alejarte, si estabas demasiado cerca) y seguir



mirando fijamente la copa. Esto no se trata de un truco informático o electrónico; la imagen está fija, estática. Sin embargo, al mantener la mirada en el centro, algunos balones comenzarán a verse borrosos, hasta finalmente desaparecer.

¿Cómo es esto posible? La explicación no se encuentra en la copa, o en los balones, sino en nuestros ojos. Resulta que la imagen que llega a nuestra conciencia es muy distinta de la imagen que ingresó en ellos; además de rellenar el punto ciego (sí, hay un punto en nuestra visión donde en realidad no hay nada, de esto hablaremos en la parte 2), e invertirla (pues las cosas que vemos nos llegan, en realidad, al revés), nuestro cerebro se encarga de eliminar reflejos de todo lo que miramos, los cuales se producen dentro del ojo. La luz rebota varias veces en el ojo, lo cual nos haría ver 'doble', e incluso 'múltiple'. Todo sería horriblemente borroso, de no ser por el procesamiento sofisticado de nuestro cerebro, que se encarga de borrar esos reflejos espurios, para que podamos ver 'normal'. Sin embargo, podemos poner este mecanismo de manifiesto si nos quedamos mirando fijamente una imagen que contiene elementos repetidos, que caen en nuestra vista periférica. La vista periférica tiene una resolución muy reducida (como el 144p de YouTube, o incluso peor), con lo cual todos los balones quedan muy poco definidos; además, al estar estáticos y ser todos iguales, el cerebro empieza a pensar que algunos de ellos deben ser en realidad reflejos de los otros.

Si se mira con detenimiento durante un rato, se puede lograr que desaparezcan diferentes balones, incluso más de la mitad. Y vos, ¿cuántos lograste que te desaparecieran de la visión consciente?

#TeRegaloUnTeorema Paradoja de la amistad (con derechos)*



En promedio, tus parejas sexuales tuvieron más parejas sexuales que vos (si es que sos una persona promedio).

Se aplica también para amigos (en la vida o en redes sociales), coautores de libros y artículos científicos, artistas que comparten cartel y otras yerbas, como pueden ser los contactos estrechos en medio de una epidemia. Por lo tanto, se la puede usar a nuestro favor para detectar una epidemia en forma temprana o para optimizar campañas de vacunación.

El dibujo muestra una red de de parejas sexuales obtenida a partir de entrevistas a estudiantes en las que se les preguntaba por sus relaciones de los seis meses previos. Dibujo tomado de BEARMAN PS, MOODY J & STOVEL K, 2004, 'Chains of affection: The structure of adolescent romantic and sexual networks', *American Journal of Sociology*, 110 (1): 44-91.

También sirve para diseñar estrategias publicitarias. Pero, como todos sabemos, el sexo vende más.

Si te preocupa la cantidad de parejas sexuales de tus parejas sexuales, la mala noticia es que esto es un teorema. 'Nunca es triste la verdad, lo que no tiene es remedio', dice Serrat. Pero la buena es que no sos vos, *c'est la vie* -dice Chuck Berry-. Así que tal vez lo mejor sea no darle mucha importancia al asunto. Aunque sí a la matemática detrás de él, porque nos puede enseñar algo importante.

Si te preguntás *qué he hecho yo para merecer esto*, pensalo así: hay personas que tienen pocas parejas, otras un poco más y algunas que tienen muchas, que denominaremos promiscuas. Es solo un nombre, no un juicio. Las personas promiscuas, justamente, han sido parejas de mucha gente. Entonces, si vos sos una persona promedio, es más probable que hayas sido pareja de una persona promiscua que de una que no lo es.

El objeto matemático ideal para establecer el teorema de manera rigurosa son los grafos. Un grafo es un conjunto de puntos unidos por rayitas que denominamos aristas (como en el dibujo). A los puntos también solemos llamarlos nodos. En nuestro caso, pensaremos a cada persona como un nodo, y una arista entre dos nodos indica que han sido pareja sexual.

Agarrá un grafo. El que vos quieras. Puede ser uno como en el dibujo o el que a vos se te ocurra. Elegí un nodo al azar y luego a uno de sus vecinos (también al azar). Contá cuántas parejas tiene. ¿Creés que dará más, igual o menos que el promedio? Yo digo que va a dar más, porque justamente los puntos que tienen muchas parejas tienen muchas formas de ser elegidos, mientras que los que tienen una sola pareja o dos tienen una sola forma de ser elegidos (o dos).

Antes de que empieces una discusión interminable con tu actual pareja, que te está mirando en este momento con la sonrisa de quien se ríe sola o solo, es importante que seamos más precisos. Porque siendo ambiguos damos lugar a que cada quien interprete distinto y todos tengamos razón, aunque estemos diciendo cosas diferentes. Entonces, la cosa es así. Consideremos una comunidad fija. Puede ser

tu división, la empresa en que trabajás, tu ciudad, tu país, el mundo entero. La que vos quieras. Vamos a hacer dos experimentos.

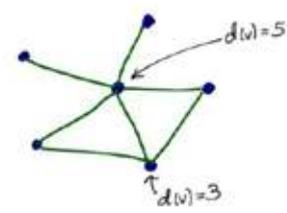
Experimento 1. Elegimos una persona al azar y contamos cuántas parejas sexuales tuvo (dentro de la comunidad). Repetimos este procedimiento muchas veces y tomamos el promedio. Llamamos a ese promedio 'número esperado de parejas' y lo nombramos con la letra *A*.

Experimento 2. Elegimos una persona al azar y luego a una de sus parejas (también al azar). Contamos el número de parejas sexuales que tuvo. Repetimos este procedimiento muchas veces y tomamos el promedio. Llamamos a ese promedio 'número esperado de parejas de una pareja' y lo nombramos con la letra *B*.

Teorema

$A < B$.

Te invito a que hagas los experimentos 1 y 2 en cualquier grafo que se te ocurra y compruebes que efectivamente *A* es menor que *B*. Para ser precisos, el teorema dice que *A* es siempre menor que *B* excepto en el caso de que todas las personas hayan tenido exactamente la misma cantidad de parejas sexuales, cosa que podría pasar y en cuyo caso tendremos $A = B$. La demostración no es larga, entra en una página. Pero requiere cierto trabajo, y no queremos perder la magia de este momento. Acá te dejamos un grafo de regalo para que pruebes, si tenés ganas:



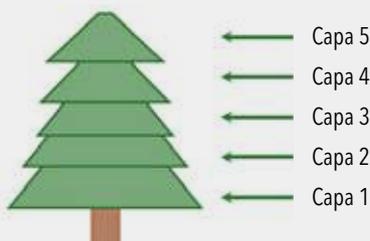
#TeRegaloUnTeorema

* Este texto es parte del libro *Te regalo un teorema*, de GROISMAN P y GOFEL, Tantaagua, Buenos Aires, 2022.

Soluciones

Magia matemática

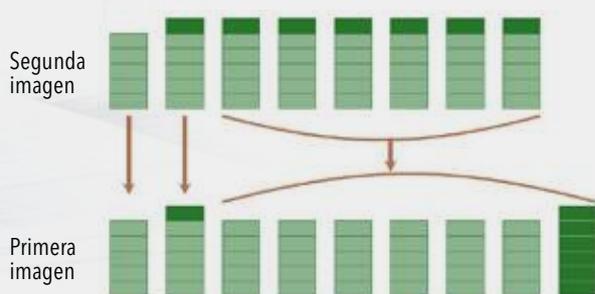
Podemos observar que cada pino está formado por 'capas' que se superponen:



En la primera imagen hay 7 pinos con 5 capas, 2 pinos con 6 capas (47 capas en total) y 9 troncos. En la segunda imagen la cantidad de capas se mantiene, pero se distribuyen en 1 pino de 5 capas y 7 pinos de 6 capas. Además hay un tronco menos (de estos troncos hay 7 que son iguales que en la primera imagen, pero hay uno que se forma por dos troncos más pequeños de la primera imagen. Dos mitades han formado uno nuevo, el doble de largo que cada uno de ellas).

Si la cantidad de capas se mantiene en ambas imágenes (47), entonces, ¿qué ocurrió? Vamos a explicarlo con

rectángulos, en donde los más pequeños representan los pinos que tienen 5 capas, mientras que los más altos (y con dos colores) representan los pinos de 6 capas. Partiremos de la segunda situación, es decir de cuando tenemos 8 pinos, y vamos a imaginar qué ocurre si hacemos lo siguiente: a los dos primeros pinos los dejamos así como están, pero a los 6 últimos pinos (de los más altos) les 'cortamos' una de sus capas (la que está pintada más oscura en los rectángulos) y las usamos para formar un nuevo pino:



Matemáticamente, el hecho de haber formado un rectángulo nuevo se explica así: de cada uno de los 6 rectángulos 'altos' quitamos $1/6$ de su altura, dejándolos más bajos. Luego, sumamos estas porciones para formar un nuevo rectángulo 'alto'.

Esta idea es la que se aplica para volver de la segunda imagen a la primera: algunos pinos quedan como están, otros menos altos y con los 'recortes' se forma uno. Lo que ocurre desde la primera imagen hacia la segunda es exactamente lo contrario: algunos pinos quedan iguales y otros 'crecen', para lo que necesitan las partes de un pino, el cual parece desaparecer.

Equipo de la sección 'Ilusiones y juegos matemáticos'

Federico Barrera Lemarchand

Físico, UTDT, UBA-Conicet
fedex192@hotmail.com

Marilina Carena

Matemática, UNL-Conicet
marilcarena@gmail.com

Giulia Solange Clas

Bióloga, INEU, FLENI-Conicet
clas.giulia.s@gmail.com

Nicolás Fernández Larrosa

Biólogo, IFIBYNE, UBA-Conicet
fernandezlarrosanicolas@gmail.com

Pablo Groisman

Matemático, UBA-Conicet
pgroisma@dm.uba.ar

Matías López-Rosenfeld

Computador, UBA-Conicet
mlopez@dc.uba.ar

Mariano I Martínez (coordinador)

Biólogo, MACN-Conicet
mmartinez@macn.gov.ar

Juan Pablo Pinasco

Matemático, UBA-Conicet
jpinasco@gmail.com

Alfredo Sanzo

Ingeniero, UTN, UBA-Conicet
alfredo.sanzo@gmail.com

Preguntas, comentarios y sugerencias: contacto@cienciahoy.org.ar

SUSCRÍBETE A CIENCIA HOY DE LOS CHICOS

¡NO TE PIERDAS EL CONOCIMIENTO DE LAS CIENCIAS!



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

Tel (011) 4029 6033

chicos@cienciahoy.org.ar

 CHicosdeCienhoy

 @chicosdecienhoy



¿Cómo acercarte a la ciencia en tres pasos?



1 visitá

Nex Ciencia en: <http://nexciencia.exactas.uba.ar>

2 sumate

a <http://www.facebook.com/NEXciencia> para recibir todas las novedades



3 seguinos

por Twitter a través de [@nex_ciencia](https://twitter.com/nex_ciencia)

nexciencia.exactas.uba.ar