

Museo



Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno"
Nº 30 | Diciembre 2018 | ISSN 18534414

▶ Arte plumario,
el patrimonio del
Museo de La Plata

▶ La evolución
de los armadillos

▶ Sobre fondos
oceánicos



...el Museo de La Plata debe ser un museo de exposición al mismo tiempo que un establecimiento de estudio (...) se debe pasar de la etapa de museo bazar a la de un museo de educación e investigación.

Francisco Pascasio Moreno



El trabajo continúa

Desde su fundación en 1987, constituye el nexo entre el Museo de La Plata y la Comunidad.

La restauración de las obras pictóricas del Museo, la administración de sus fondos, la organización de exhibiciones y de otras actividades culturales, la edición de libros y revistas o el otorgamiento de becas son algunas de las múltiples acciones de la Fundación.

Los recursos que han permitido el desarrollo de las actividades provienen de aportes voluntarios de sus miembros adherentes: personas, instituciones o empresas y de algunas de las actividades desarrolladas por la Fundación como las del Centro de Ventas, la reproducción y venta de piezas de las colecciones del Museo, la comercialización de los libros editados y la administración de fondos de terceros.

También se cuenta con empresas e instituciones públicas o privadas, que actúan como patrocinadoras del Museo en acciones específicas.

 **Fundación Museo de La Plata**
Francisco Pascasio Moreno

Paseo del Bosque, (B1900FWA) La Plata, Argentina
Tel.: 54 (0221) 425-4369
www.fundacionmuseo.org.ar
fundacion@fcnym.unlp.edu.ar

Museo

Publicación de la Fundación
Museo de La Plata "Francisco P. Moreno"

Director/Editor

Guillermo M. López.

Comité Editorial: Elisa Beilinson, Alicia Castro, Cecilia Deschamps y María Marta Reca.

Asesores Científicos

Jefes de las Divisiones del Museo
Susana Salceda, Laura Miotti, Martha Ferrario, Jorge V. Crisci, Carlos A. Cingolani, Analía Lanteri, Eduardo P. Tonni, Hugo L. López, Isidoro Schalamuk.

Asesor

Pedro Luis Barcia.

Administración

Secretaria: Alicia C. de Grela.
Lisandro Martín Salvador.

Diseño y paginación electrónica

Horacio C. D'Alessandro.

Tapa

Diseño Samanta Cortés.

Paseo del Bosque, (B1900FWA) La Plata,
Argentina.

Tels. 54 (0221) 425 9161/9638/
6134/7744

Fundación: 54 (0221) 425-4369

www.fundacionmuseo.org.ar

E-mail: fundacion@fcnym.unlp.edu.ar

Istagram: @revistamuseo

 **Fundación Museo de La Plata**
Francisco Pascasio Moreno

Comité Ejecutivo

Presidente: Pedro Elbaum.
Vicepresidente 1º: Miguel Ángel García Lombardi.
Vicepresidente 2º: Luis O. Mansur.
Secretario: Horacio Ortale.
Prosecretaria: María Marta Reca.
Tesorero: Hugo Reynaldo Olivieri.
Protesorero: Fernando Juan José Varela.
Vocales: Salvador Ruggeri, Hugo L. López.

Comité de Fiscalización:

Conrado E. Bauer,
Santiago Tomaghelli.
Rodolfo Montalvo.

Comisión de Cultura:

Graciela Suárez Marzál, Beatriz S. de Cid de la Paz, Nieves Novarini, Marcela Anacleto, Virginia Marchetti, Laura Fantuzzi, Alicia Mérida, Elisa Tancredi, Carlota Leiva, Graciela Pantuzzi, Eduardo Migo, Miguel Ángel Sciaini.

Comisión de Prensa y Difusión

Elisa Tancredi, Alicia Mérida.

Representante ante FADAM

(Federación Argentina de Amigos de Museos):
Virginia Marchetti, Laura Fantuzzi.

Revista Museo declarada *De Interés Legislativo* por las Cámaras de Diputados y Senadores de la Pcia. de Bs. As.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de la revista puede reproducirse por ningún método sin autorización escrita de los editores. Regularmente se concederá autorización sin pedido de remuneración alguna para propósitos sin fines de lucro, a condición de citar la fuente.

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

Distribución entre miembros permanentes y adherentes de la Fundación. Instituciones científicas y universitarias oficiales y privadas del país y del exterior.

© Copyright by Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno"

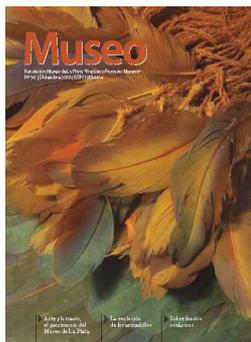
Registro de la Propiedad Intelectual N° 109.582. ISSN 2591-6335

Printed in Argentina - Impreso en la Argentina.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723.

MUSEO Incluye los sumarios de sus ediciones en la base de datos Latbook (libros y revistas)

Disponible en la web en <http://www.latbook.com>



- 5 **Cambio de autoridades del Museo de La Plata.**
- 9 **Vestigios de un reino perdido.** Un mar de hace 440 millones de años en Paraguay.
- 19 **Armadillos:** antiguos mamíferos acorazados habitantes de las Américas.
- 29 **Estudios geológicos en el mar argentino:** una asignatura en desarrollo.
- 39 **La puerta entreabierta:** Tejidos y plumarios en las colecciones arqueológicas del Museo.
- 47 **Mor(F/B) o Intento de ensayo rizomático.**
- 54 **¿Sabías qué?...** Una fauna de Ediacara en la Provincia de Buenos Aires.
- 55 **La evolución de la biodiversidad:** un debate en contexto...
- 64 **Para curiosos:** Los bustos de la fachada del Museo de La Plata.
- 66 **Grilla científica.**
- 67 **Paleontología virtual:** Un viaje tridimensional al pasado y el caso de los cocodrilos.
- 74 **Actividades y novedades.** La Fundación como generadora de espacios culturales.
- 78 **Normas para los colaboradores.** Los invitamos a publicar sus trabajos en el próximo número de la revista Museo.

Despedida a la Dra. Silvia Ametrano



Luego de 17 años de gestión como Directora del Museo de La Plata la Dra. Silvia Ametrano, con motivo del cese de actividades en su función, fue homenajeada en un emotivo acto.

El 8 de octubre se realizó en el auditorio del Museo un acto que contó con la presencia de autoridades de la Universidad Nacional de La Plata, la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y personalidades destacadas del ámbito académico y científico.

En su discurso el Vicepresidente del Área Académica de la UNLP, Mgr. Martín López Armengol, expresó: *“hablar del Museo de La Plata es hacerlo también desde la historia de la ciudad, una institución reconocida que genera el cariño de todos los platenses de nacimiento y los que eligieron este lugar por adopción, un lugar que enorgullece a toda la UNLP”*.

En su discurso también tuvo palabras de reconocimiento hacia la Dra. Ametrano: *“por tantos años de gestión, cuya impronta fue la visibilización y la importancia de la actividad cultural y científica del Museo”*, que acompaña el impulso que tiene la Universidad Pública en sus políticas de extensión.

El Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Dr. Ricardo Etcheverry, manifestó *“satisfacción por el compromiso, dedicación y amor por la institución”* brindado por la directora saliente en sus 17 años al frente del Museo y resaltó que su gestión merece un *“reconocimiento por la trayectoria impulsada para que este Museo universitario, sea lo que es”*.

Por su parte, la Dra. Ametrano puso de manifiesto que todos estos años de trabajo al frente de la institución *“fueron el fruto de un gran equipo, investigadores, docentes y no docentes, que permitieron y permiten que siga abierto al público todos los días”* y que a su vez, *“como centro de investigación enriquece las colecciones de forma continua y*



sostenida, un proceso que llevó al Museo de tener 15 mil piezas cuando fue fundado en el siglo XIX a las casi 4 millones que posee en la actualidad". Por último, expresó "A todos aquellos que forman y formaron parte, les digo gracias por dejarme ser parte de ese equipo que estuvo siempre a la altura de las circunstancias".

Para finalizar el acto el Sr. Decano de la facultad de Ciencias Naturales y Museo le hizo entrega de una medalla por la trayec-



toria y un diploma por su gestión y el Dr. Pedro Elbaum, Presidente de la Fundación Museo de La Plata, le obsequió un recordatorio en reconocimiento por su labor frente a esta institución.

Asunción de la Dra. Analía Lanteri

En el marco de la despedida de la Dra. Silvia Ametrano se presentó formalmente a la nueva Directora del Museo de La Plata, Dra. Analía Lanteri.

La Dra. Lanteri es Profesora Titular en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP, Investigadora Principal del CONICET y Jefa de la División Entomología del Museo de La Plata.

Estudió licenciatura en Zoología y luego hizo el doctorado en Ciencias Naturales en la FCNyM. Desde 1990 es Profesora Titular de Introducción a la Taxonomía, materia correspondiente al segundo año de la carrera de Biología.

Sus investigaciones están orientadas ha-

cia el conocimiento de la diversidad de un grupo de gorgojos neotropicales que causan daños a diferentes cultivos en Argentina y países limítrofes. Escribió 110 artículos científicos sobre estos temas, cuatro libros editados, 26 capítulos de libros y varios artículos de divulgación. También realizó identificaciones y tareas de asesoramiento sobre gorgojos plagas a solicitud del SENASA, estaciones experimentales del INTA y servicios de control fitosanitario de Bolivia, Brasil, Perú, Paraguay, Colombia, Ecuador y Francia.

Fue Secretaria del Centro de Graduados de la facultad entre 1983 y 1986, luego se desempeñó como Consejera Académica por el Claustro de Profesores, presidiendo las comisiones de Institutos y de Investigaciones Científicas entre 1992 y 2001 y ejerció la Dirección del Departamento de Postgrado entre los años 2004 y 2010, también fue Secretaria de la Sociedad Entomológica Argentina en el período 1991 - 1998 y Presidenta de dicha Sociedad entre 2012 y 2016.

En su alocución expresó: *“Es un momento muy emotivo para mí luego de casi 40 años de trabajo en distintas áreas. El Museo es un*



emblema de la ciudad, que a su vez fue cuna de la Universidad Nacional de La Plata en sus orígenes”.

Además, manifestó que “es una enorme responsabilidad conducir este Museo por su gran variedad de funciones” y que ahora “nos toca continuar con las tareas de investigación, exhibición y docencia que Silvia Ametrano y su gestión desarrollaron”. “Nos mueve la pasión a todos los que estamos vinculados al Museo. Un Museo tiene la responsabilidad de colaborar con la educación de la sociedad, además de ser una herramienta para la inclusión social y la humanización de la comunidad” aseguró.

Para concluir enfatizó que desde el Museo “buscaremos una mayor apertura a la comunidad” para que el espacio de pertenencia se refuerce. “Queremos que los visitantes tengan una experiencia que los conduzca a reflexionar y que incentive la creatividad. Que conozcan nuestros recursos naturales y culturales, para valorarlos y para cuidarlos”.◆

Vestigios de un reino perdido. Un mar de hace 440 millones de años en Paraguay.

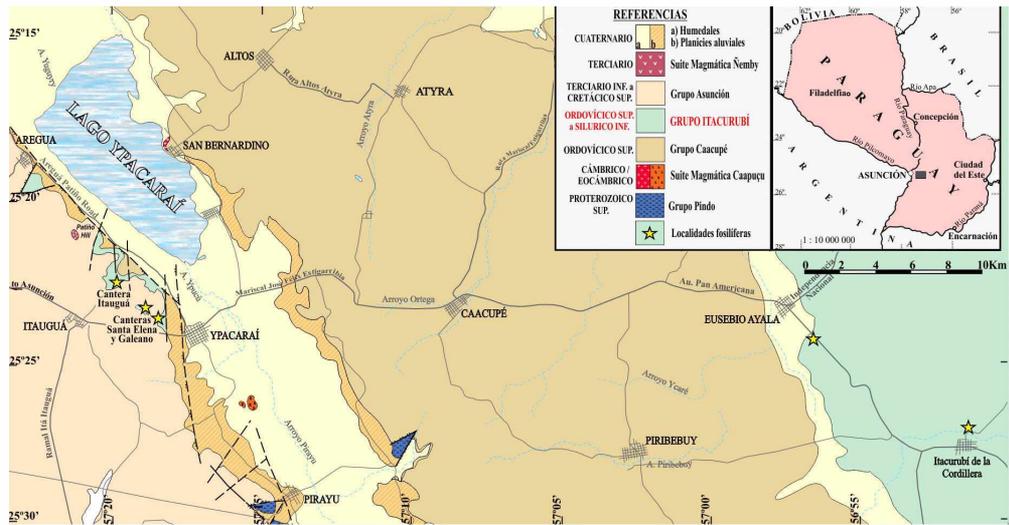


Norberto J. Uriz
M. Franco Tortello
Andrea R. Bidone
Arón Siccardi

*Un mar paleozoico en el seno de Sudamérica.
Sedimentos y fósiles de un Paraguay remoto.*

Hace unos 440 millones de años, durante el Paleozoico Temprano, un mar ocupó una vasta región de Sudamérica que se corresponde actualmente con la porción oriental de Paraguay, sureste de Brasil, centro de Uruguay y noreste de Argentina. En esta cuenca, que no era muy profunda, vivieron comunidades muy diversas de animales invertebrados (trilobites, graptolitos, braquiópodos y moluscos, entre otros), cuyos restos perduran hasta nuestros días en el interior de las rocas sedimentarias. Los afloramientos con estos fósiles poseen un singular valor geológico para reconstruir los ambientes y la geografía del pasado de este territorio. No obstante, debido a la densa vegetación actual, las rocas de ese antiguo mar sólo asoman en algunas localidades. En la República del Paraguay, los depósitos más importantes se localizan cerca del margen suroeste del Lago Ypacaraí, al este de la ciudad de Asunción (Fig. 1), y consisten en limos y arcillas que quedan al descubierto en las canteras abiertas para la explotación económica de arcilla.

Hace unos años, la División Geología del Museo de La Plata inició una serie de estudios, con el apoyo logístico del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay, para avanzar en el conocimiento del sector paraguayo de la Cuenca de Paraná. Estas actividades comprendieron varios trabajos de campo con el fin de describir las rocas de la región y su contenido fosilífero. Retomando el camino trazado por Horacio Harrington, Bruno Baldis y otros célebres geólogos del siglo XX, el estudio de estos materiales aporta nueva información sobre los tipos de organismos conservados en estas rocas, sus edades, y las condiciones ambientales (profundidad



1. Localidades fosilíferas en las secuencias sedimentarias del Grupo Itacurubí con registros de faunas.

del mar, energía, etc.) que prevalecieron durante su formación.

La Cuenca de Paraná. Un mar semiculto en la espesura

Reconstruir las características de la cuenca de Paraná es un gran desafío ya que buena parte de la geografía actual está

signada por una profusa vegetación, lo que hace muy dificultoso el trabajo geológico. Es por eso que las canteras existentes en la región constituyen tesoros invaluable, pues ofrecen una oportunidad única de acceder a estratos geológicos que de otra manera permanecerían ocultos.

En 2005, 2006, 2007 y 2009 el equipo de investigación del MLP realizó campañas a la región del Paraguay oriental con el fin de estudiar las secuencias sedimentarias que rellenaron la cuenca de este mar interior (Fig. 2). El trabajo de campo se centralizó en determinados puntos estratégicos donde la actividad minera dejó al descubierto las rocas del subsuelo por la explotación de materiales rocosos de interés económico-minero, principalmente arcillas caoliníticas y piedra laja, utilizados en la fabricación de cerámicos y como roca ornamental. Las capas sedimentarias atribuidas a este lapso temporal resultaron propicias para la preservación excepcional de una interesante fauna de organismos marinos. Entre las canteras de arcillas visitadas, se relevaron especialmente las de San Fernando, Santa Elena y Galeano (nombres derivados de las empresas que explotan estos recursos) en la zona de Itaipúa, en el margen Suroeste del Lago de Ypacaraí.

Otra región explorada fue la localidad de Itacurubí de la Cordillera, donde se encuentra una explotación de piedra laja de composición arenosa. Estos materiales guardan una estrecha relación geológica y paleoambiental



2. Integrantes de los viajes de campo 2005, 2006 y 2009 (C. Cingolani, M. Alfaro, M.A. Montalvo, F. Tortello, A. Bidone, J.C. Galeano Inchausti, N. Uriz y jóvenes colaboradores locales). Se puede observar la exuberante vegetación que cubre los afloramientos rocosos en algunas regiones del Paraguay.

con las arcillas de las canteras de Itauguá, sobreyaciendo a las mismas. No obstante, en estas rocas arenosas los fósiles son más escasos y están pobremente conservados.

Asimismo, en las inmediaciones de la ciudad de Eusebio Ayala a unos 70 km al Este de Asunción, existen algunas exposiciones rocosas que fueron descubiertas durante las construcciones de rutas y caminos. Estas secuencias consisten en areniscas rojizas que se disponen estratigráficamente por debajo de las arcillas fosilíferas de las canteras.

Registro de un mar “Mediterráneo” en Sudamérica: Geología de la región oriental del Paraguay

Existen evidencias de un vasto mar semicerrado que ocupó la porción Centro-Este de Sudamérica, cuando ésta aún se encontraba unida a África y otros continentes conformando el gran supercontinente de Gondwana. La presencia de rocas con fauna

fósil sugiere que un mar poco profundo y con escasa conectividad por el Oeste con el océano abierto, cubrió esta región (Fig. 3). El estrecho istmo que comunicaba el mar interior con el océano se encontraba ubicado próximo a donde hoy se emplaza la ciudad capital de Paraguay, reconociéndose al alto topográfico que los separaba como Arco de Asunción. Una interesante comunidad de organismos vivió en estas aguas someras, muy ricas en oxígeno y nutrientes, aunque el particular aislamiento geográfico y la proximidad de su posición paleogeográfica respecto al Polo Sur en ese momento, pueden ser las causas de una baja diversidad de especies para los distintos grupos de animales.

En el Paraguay oriental se identificaron tres sucesiones sedimentarias (Grupo Itacurubí) generadas durante un ciclo de sedimentación común, que se extendió desde los 445 hasta los 440 millones de años de antigüedad (Ordovícico Tardío al Silúrico Temprano) (Fig. 4). Cada sucesión marca un estadio o etapa, en la cual las condicio-



3. Reconstrucción esquemática de la distribución paleogeográfica de los continentes durante el Ordovícico Tardío-Silúrico Temprano.

nes de depositación estuvieron sujetas a los cambios o variaciones del nivel del mar.

En la primera etapa, el nivel del mar comenzó a aumentar paulatinamente, dejando tras de sí un potente paquete de arenas de notables tonalidades rojizas a moradas y composición cuarzo-feldespática, con una importante participación de micas del tipo muscovitas (Formación Eusebio Ayala).

Durante el segundo periodo de sedimentación (Formación Vargas Peña) el

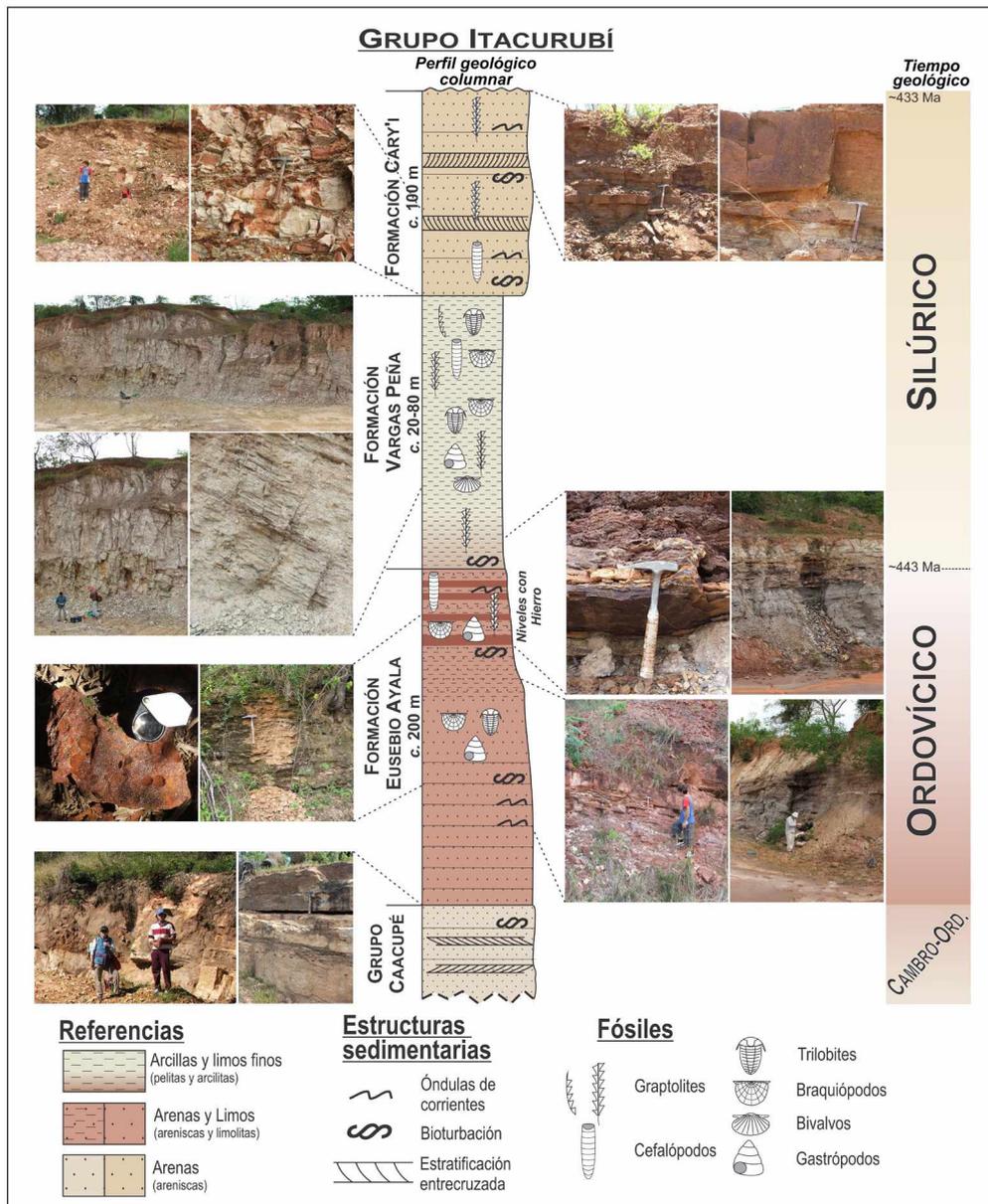
nivel del mar alcanzó su máxima expresión (“evento transgresivo”), produciéndose la mayor inundación de la cuenca, cubriendo un área aproximada de 1.600.000 km². Las condiciones de mar alto y relativamente más profundo, generaron la depositación de espesos estratos de materiales finos de composición arcillosa, coloración gris-blanquecina a amarillenta y gran riqueza fosilífera.

Finalmente (Formación Cary’i), el nivel del mar comenzó a descender (“evento regresivo”) retirándose de su antigua línea de costa. Esto provocó que los materiales finos (limos o arcillas) depositados durante la anterior etapa sean cubiertos por sedimentos más gruesos (arenas) de ambientes más someros.

Cronología de las expediciones y divulgación de los resultados

Con el fin de impulsar trabajos científicos interdisciplinarios, durante los años 2003-2004 el equipo de investigación del MLP recibió una interesante fauna fósil de graptolitos (pequeños organismos coloniales extinguidos) procedente de la porción oriental de Paraguay. Las muestras habían sido obtenidas por J. C. Galeano Inchausti, quien por entonces realizaba estudios de posgrado en la Facultad de Cs. Naturales y Museo de la UNLP, y estaban incluidas en lajas de areniscas cuarzo-micáceas de la Formación Cary’i en la región de Itacurubí de la Cordillera. Dado que los graptolitos constituyen un grupo muy diverso, con un gran número de géneros y especies que vivieron durante períodos de tiempo muy acotados, resultaba entonces clave la identificación y determinación de estos ejemplares para ajustar la edad de las rocas que los contienen.

No obstante, el estudio de este material se vio dificultado por su pobre estado de preservación. Las características líticas de las areniscas, con un tamaño de grano medio, sumado al abundante contenido en micas (muscovitas) y la alta concentración de óxidos ferruginosos, que reemplazaron al material orgánico, impidieron clasificar adecuadamente a los graptolitos y obtener



4. Columna estratigráfica esquemática del Grupo Itacurubí, detallando mediante fotografías los afloramientos principales de cada unidad y sus características litológicas, la diversidad general de los niveles fosilíferos y el rango de tiempo geológico que comprende la secuencia y niveles particulares.

información confiable sobre la edad de la secuencia. Por lo tanto, se planificó una campaña específica al Paraguay Oriental para obtener muestras con ejemplares mejor conservados.

Dicho viaje de campo se cristalizó en 2005, siendo parte del equipo M. Alfaro, M. Montalvo y N. Uriz (MLP), junto a la participación de J.C. Galeano Inchausti (Py) y el apoyo logístico del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones de Paraguay. Se visitaron la cantera de cuarcitas de Itacurubí de la Cordillera y la cantera San Fernando de la localidad de Itauguá. Los

ejemplares colectados dieron resultados novedosos, que ameritaban intensificar los trabajos y extenderlos a otros sectores de la cuenca. Así, en el año 2006 se realizó una nueva campaña, en las canteras próximas a la ciudad de Itauguá (San Fernando y Santa Elena) y esencialmente en las arcillitas de la Formación Vargas Peña, las cuales preservaron de manera excepcional las delicadas faunas de graptolites, como así también otros organismos (trilobites, braquiópodos, bivalvos, cefalópodos) que serían de gran interés para futuros viajes de campo. A partir del estudio de los materiales colectados hasta

ese momento se pudo arribar a conclusiones significativas en cuanto a la edad de las rocas portadoras (bioestratigrafía) y las características del ambiente en el cual vivían las faunas marinas.

Como los trilobites también poseen valor bioestratigráfico y paleoambiental, posteriormente se realizaron nuevas campañas a la región. En 2007 F. Tortello, N. Uriz (MLP) y J.C. Galeano Inchausti (Py) relevaron en detalle la Formación Vargas Peña en la cantera San Fernando y coleccionaron ejemplares con estricto control estratigráfico, tomando notas muy precisas sobre los niveles de donde procedía cada espécimen. Finalmente, con el fin de realizar estudios más profundos en la unidad basal del Grupo Itacurubí (Formación Eusebio Ayala), en 2009 se llevó a cabo un nuevo viaje de campo a las canteras de la región de Itauguá (San Fernando y su ampliación más occidental, Santa Elena y Galeano).

Estudios de gabinete y laboratorio desarrollados durante los últimos años condujeron a la publicación de diversos trabajos

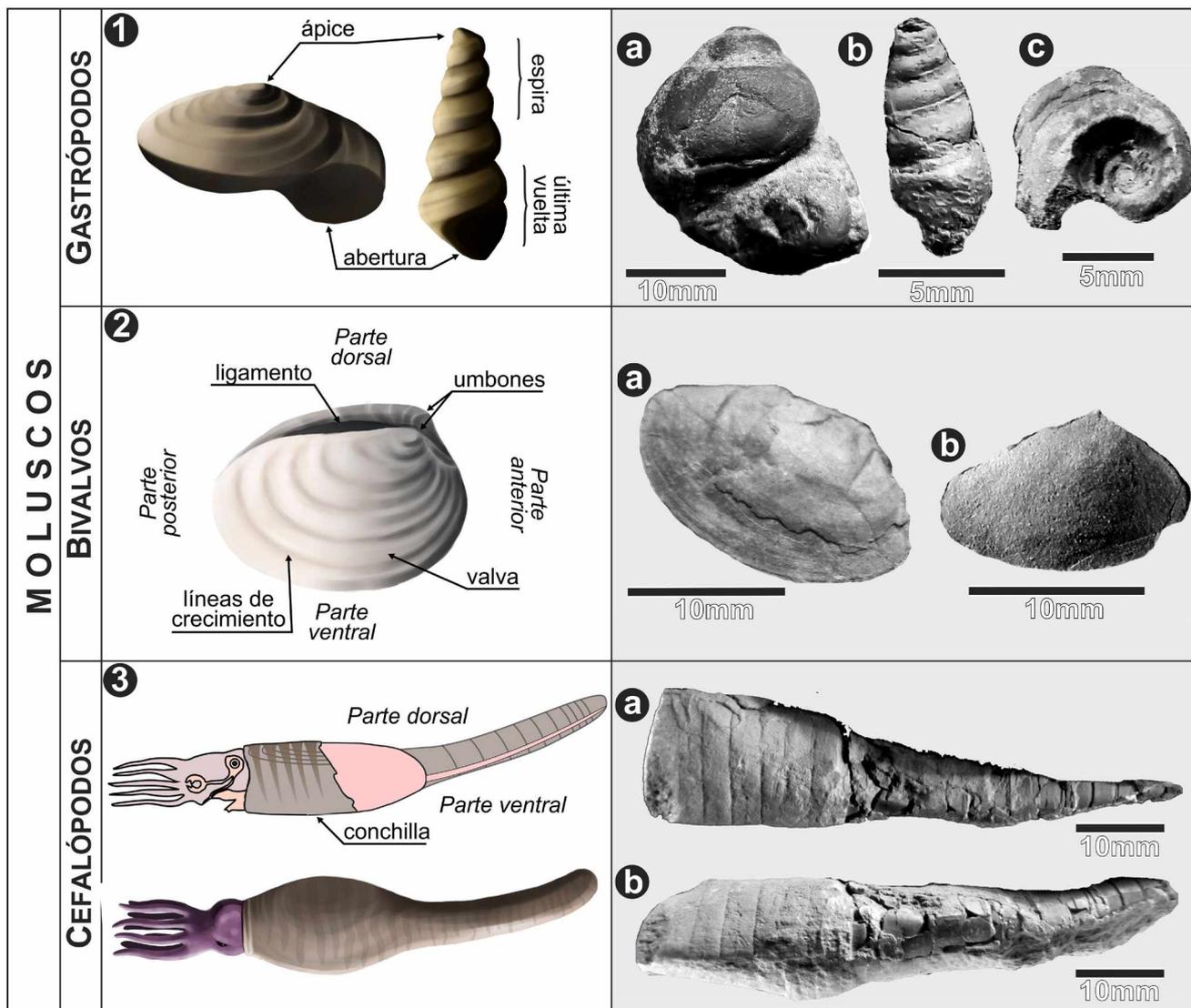
científicos en revistas internacionales y reuniones científicas. De esta manera, la fructífera relación científica establecida entre el MLP y colegas de Paraguay durante más de una década, ha permitido mejorar el conocimiento del patrimonio paleontológico, estratigráfico y paleoambiental de la Cuenca de Paraná, como así también, continuar desarrollando tareas de investigación sobre aspectos geológicos y paleogeográficos dentro del contexto gondwánico. Aunque aún queda mucho trabajo por hacer, se siguen dando pasos en pos de reconstruir la historia geológica de la región y conocer mejor a sus protagonistas.

Los fósiles de la Cuenca de Paraná

La mayoría de los organismos del Ordovícico Tardío-Silúrico Temprano de la Cuenca de Paraná tenía su cuerpo protegido por algún tipo de exoesqueleto duro, conchilla o caparazón que les servía de armadura para protegerse de enemigos y predadores. Esos esqueletos, por estar mineralizados, se conservan más fácilmente que las partes blandas del cuerpo. Algunos fósiles se preservan intactos y completos, mientras que otros exhiben sus partes desarticuladas y con algún tipo de deterioro (por haber sufrido transporte antes de ser sepultados, o alteración después del enterramiento).

Estos organismos pertenecen a diversos grupos de invertebrados como los *moluscos*, los cuales poseen una conchilla muy resistente, de carbonato de calcio. Entre estos últimos encontramos gastrópodos (caracoles) con una conchilla típicamente enroscada helicoidalmente, algunos redondeados con espira muy corta y otros con espira muy larga (Fig. 5-1); *bivalvos*, similares a las almejas actuales, provistos de dos valvas (derecha e izquierda) que se articulan dorsalmente mediante dientes y fosetas (Fig. 5-2); y *cefalópodos nautiloideos*, parientes de los calamares actuales y del *Nautilus*, que poseían una conchilla recta, con su interior dividido en cámaras debido a la presencia de septos internos (Fig. 5-3).

Asimismo, la fauna de Paraguay incluye



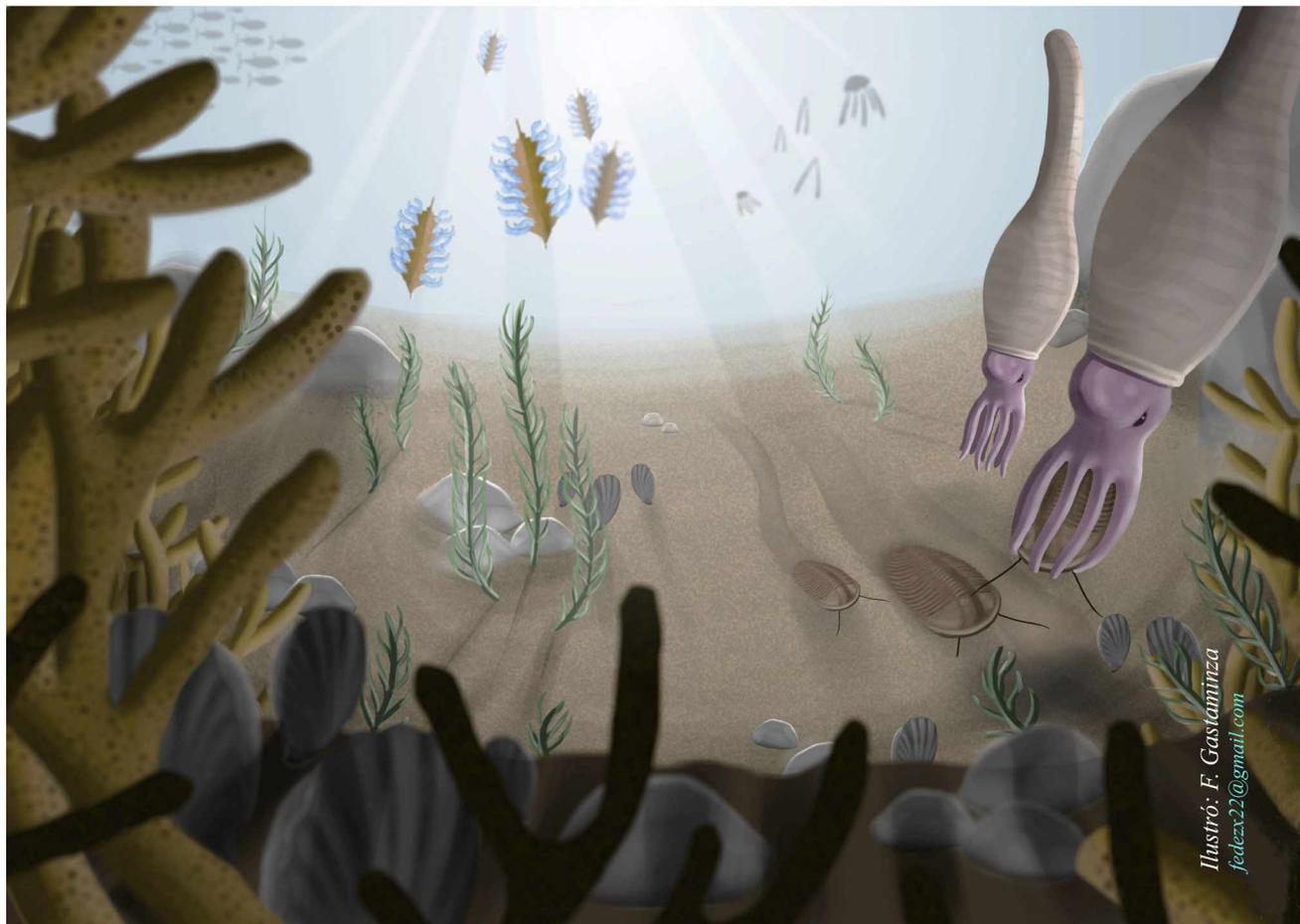
5. Representantes del grupo de los Moluscos. 5-1) gastrópodos: a) *Eotomaria* sp. b) *Hormotoma* sp. y c) gastrópodo indeterminado; 5-2) bivalvos: a, b) bivalvos indet.; 5-3) cefalópodos: a, b) Probilling-sitinae géneros y especies indeterminados.

otros animales que florecieron especialmente durante la era Paleozoica y que, salvo alguna excepción, están extinguidos. Los *trilobites* eran artrópodos que guardan alguna similitud superficial con los cangrejos, con un esqueleto dorsal mineralizado y dividido en tres partes: céfalo (“cabeza”), tórax y pigidio (“cola”), el cual podía mudar en las distintas etapas de su crecimiento (Fig. 6-1). Los *graptolitos* eran organismos coloniales muy delicados y de aspecto muy extraño ya que parecen “dibujos sobre la roca”; su estructura colonial (rabdosoma) adoptaba diferentes formas (uni- a multi-ramosas) y estaba compuesta por pequeñas “capsulas” de composición proteica (tecas) unidas entre sí en forma lineal o ramificada (Fig. 6-2). Los

braquiópodos tienen algunos representantes actuales pero fueron mucho más diversos en el pasado, y poseen dos valvas calcáreas (dorsal y ventral), que pueden estar ornamentadas externamente con costillas radiales; esta conchilla protege eficientemente las partes blandas del cuerpo, las cuales incluyen un órgano tentacular (lofóforo) muy particular que sirve para capturar alimento (Fig. 6-3). Otros animales de la comunidad, con afinidades biológicas inciertas, desarrollaron un esqueleto quitino-fosfático de forma piramidal (similar a un cono de papas fritas) y finas costillas transversales (*conularidos*) (Fig. 6-4); o una conchilla calcárea cónico-piramidal (*hyolitidos*) o con forma de “tornillo” (*tentaculítidos*) (Fig. 6-5).

GRUPOS EXTINTOS

<p>TRILOBITE</p>	<p>1</p> <p>Antenas</p> <p>Pigidio Torax Céfalos</p>	<p>a b c d e</p>
<p>GRAPTOLITO</p>	<p>2</p> <p>Rabdosoma</p> <p>tecas</p>	<p>a b c d</p> <p>2mm 5mm 5mm 2mm</p>
<p>BRAQUIÓPODOS</p>	<p>3</p> <p>umbo</p> <p>foramen peduncular</p> <p>valva braquial o ventral</p> <p>valva peduncular o dorsal</p>	<p>a b</p> <p>5mm 5mm</p>
<p>CONULÁRIDOS</p>	<p>4</p> <p>apertura</p> <p>teca</p> <p>costilla transversal</p> <p>ápice</p>	<p>a b</p> <p>10mm 10mm</p>
<p>TENTACULÍTIDOS</p>	<p>5</p> <p>conchilla</p> <p>apertura</p> <p>anillos transversales</p> <p>cámara inicial</p>	<p>a</p> <p>10mm</p>



Ilustró: F. Gastaminza
 fedex22@gmail.com

7. Reconstrucción de la comunidad.

Una comunidad a toda orquesta

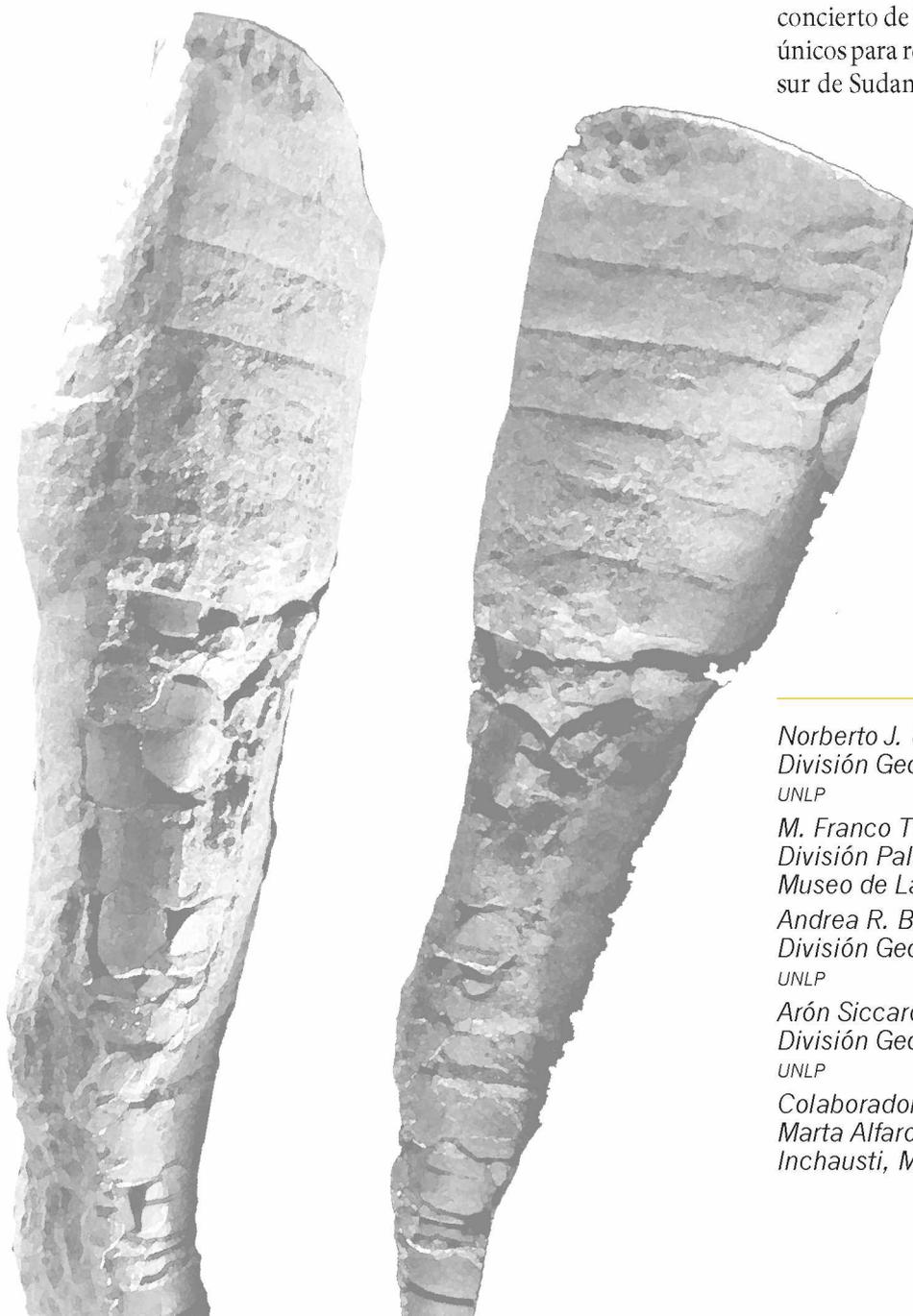
Cada grupo de invertebrados jugó un papel específico en la comunidad de la Cuenca de Paraná, mostrando una relación particular con el sustrato y la columna de agua. Por ejemplo, algunos animales vivieron inmóviles, apoyados (hyolítidos, algunos braquiópodos) o fijados sobre el fondo marino mediante un pedúnculo carnososo (braquiópodos) o algún disco adhesivo (conuláridos), alimentándose de plancton y partículas orgánicas en suspensión en el agua. Otros organismos habrían vivido semi-enterrados (tentaculítidos) o excavaban en el sustrato en busca de alimento y protección (bivalvos). Por su parte, los ca-

6. Representantes de grupos en su mayoría extintos. 6-1) Trilobites: a, b) *Calymene boettneri*, c) *Trimerus* sp. y d, e) *Guaranites paraguayensis*; 6-2) Graptolitos: a, b, c) *Normalograptus persculptus* y d) *Monograptus priodon*; 6-3) Braquiópodos: a) *Eostreophondonta conradii* y b) *Eocelia paraguayensis*; 6-4) Conuláridos: a, b) *Conularia* sp.; 6-5) Tentaculítidos: a) *Tentaculites* sp.

racoles tal como en la actualidad, se desplazaron sobre la superficie del fondo marino nutriéndose de algas y materia orgánica. Los trilobites también poseían una vida libre y dejaron abundantes huellas de su actividad sobre el sustrato. Algunos se alimentaban de detritos orgánicos presentes entre los granos de sedimento, mientras que otros habrían sido predadores muy eficientes, dotados de ojos complejos y espinas en las bases de sus patas, las cuales habrían facilitado la captura y procesamiento de las presas. En tal sentido, el trilobite gigante *Guaranites paraguayensis* habría sido uno de los predadores más temibles, junto a los euríptéridos (escorpiones de mar) y los cefalópodos nautiloideos. Estos últimos eran nadadores muy veloces, capaces de desplazarse libremente a diferentes profundidades y de atacar mortalmente a una amplia gama de invertebrados. La comunidad de la Cuenca de Paraná se completa con formas planctónicas muy delicadas (graptolitos) que vivían suspendidas en la columna de agua y eran transportadas

pasivamente por las corrientes marinas, alimentándose de microplancton (Fig. 7).

Cabe destacar que los graptolitos del Paraguay (ej.: *Monograptus priodon*, *Normalograptus persculptus*) resultaron ser particularmente útiles para determinar la edad de los estratos que los contienen y para establecer correlaciones con otras localidades. Asimismo, algunos trilobites (*Trimerus*) aportan valiosa información paleoecológica ya que son diagnósticos de ambientes de plataforma no muy profundos, con condiciones de energía relativamente alta. Los invertebrados de la Cuenca de Paraná incluyen a buena parte de los actores típicos de los mares silúricos. Cada uno de estos grupos ejecutó una partitura específica en el gran concierto de la comunidad, y brindan datos únicos para reconstruir la paleogeografía del sur de Sudamérica. ◆



Norberto J. Uriz.
División Geología, Museo de La Plata.
UNLP

M. Franco Tortello.
División Paleozoología Invertebrados,
Museo de La Plata. CONICET - UNLP

Andrea R. Bidone.
División Geología, Museo de La Plata.
UNLP

Arón Siccardi.
División Geología, Museo de La Plata.
UNLP

Colaboradores: Carlos A. Cingolani,
Marta Alfaro, Julio C. Galeano
Inchausti, Marcela Cichowolski

Armadillos: antiguos mamíferos acorazados habitantes de las Américas

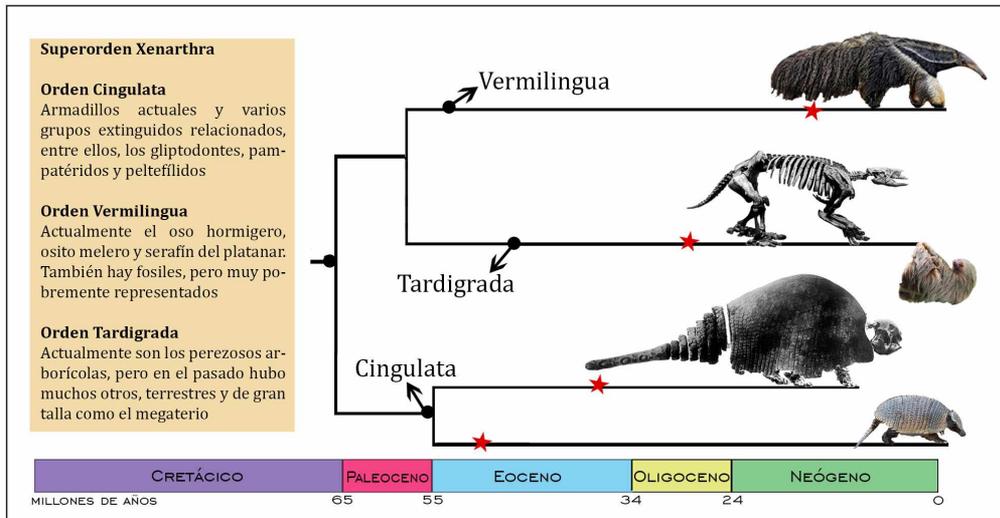


PALEONTOLOGÍA
Vertebrados

Martín R. Ciancio

Desde hace varios millones de años, un peculiar grupo de mamíferos habita nuestro continente, los armadillos, cuyo nombre alude a la “armadura” que recubre su cuerpo dorsalmente. Actualmente están representados por las mulitas, los peludos, el armadillo de tres bandas, el tatú carreta, los armadillos de cola desnuda y los pichiciegos. Pero esta diversidad es solo una pequeña muestra de lo que fueron en el pasado.

Los armadillos, junto con los perezosos y los osos hormigueros, conforman una de las grandes agrupaciones de mamíferos exclusiva del continente americano, los Xenarthra (Fig. 1), llamados también Edentata en algún tiempo. El nombre Xenarthra, hace referencia a la presencia de articulaciones adicionales entre las vértebras lumbares (*xeno*=extraño; *arthron*=articulación), un rasgo que los distingue de otros mamíferos. Pero además poseen otras características propias, como la simplificación en la dentición o incluso la ausencia total de dientes, el sinsacro fusionado a la pelvis, miembros anteriores potentes y con gran movilidad, fusiones en diferentes porciones de su esqueleto, entre otras.



1. Principales grupos de xenartros y sus relaciones. La estrella indica el registro más antiguo de cada una de las agrupaciones.

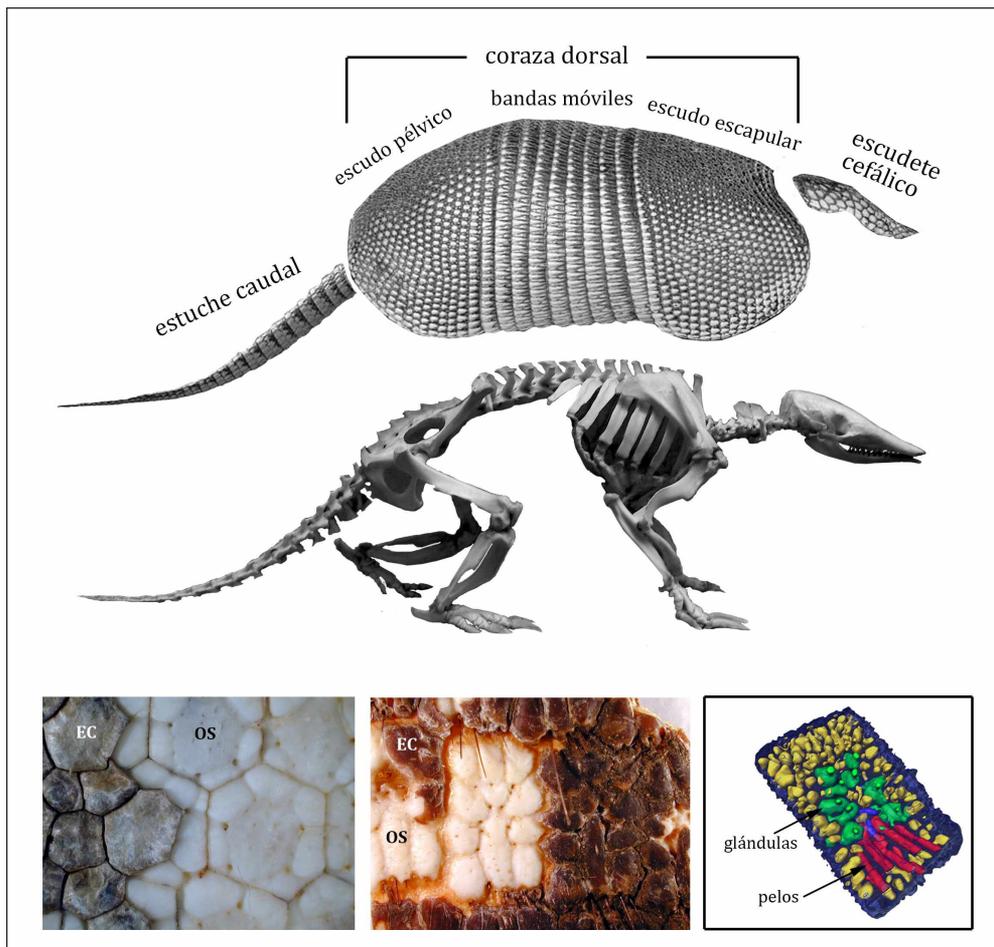
Los acorazados o cingulados

La característica anatómica más evidente de los Cingulados (Fig. 1), que los diferencia del resto de los xenartros y de todos los demás mamíferos, es la presencia de pequeños osículos (osteodermos) en su piel que articulan entre sí formando un caparazón dorsal separado en tres estructuras: un escudete

cefálico, que recubre la cabeza; una coraza dorsal que cubre la mayor parte del cuerpo dorsal y lateralmente; y un estuche caudal que recubre la cola (Fig. 2). En las especies actuales, estos osteodermos están recubiertos por escamas córneas y están asociados a otras estructuras típicas de la piel de los mamíferos, como pelos y glándulas sudoríparas y sebáceas. Esta combinación de pelos, escamas córneas y placas óseas en la piel, es única entre todos los animales conocidos hasta el momento. En los fósiles se conserva sólo la parte ósea, aunque en su estructura, pueden observarse los espacios que habrían ocupado, los pelos y las glándulas (Fig. 2).

La coraza dorsal de los armadillos es móvil y tiene la capacidad de flexionarse en su zona media; tiene dos escudos fijos (escapular y pélvico) entre los cuales se intercala una región compuesta por hileras de osteodermos parcialmente solapadas (bandas móviles) que funcionan como un “fuelle”, permitiendo que se expandan o se plieguen. El matabola (*Tolypeutes matacus*, Fig. 3) y el armadillo de tres bandas (*Tolypeutes tricinctus*) tienen la máxima capacidad de enrollamiento, quedando como una pelota sin que asome ninguna parte blanda de su cuerpo.

Los armadillos tienen un tamaño variable, desde pequeño, como el pichiciego menor (*Chlamyphorus truncatus*, Fig.3) que no exceden los 15 centímetros y puede pesar hasta 150 gramos, hasta grande como el tatú



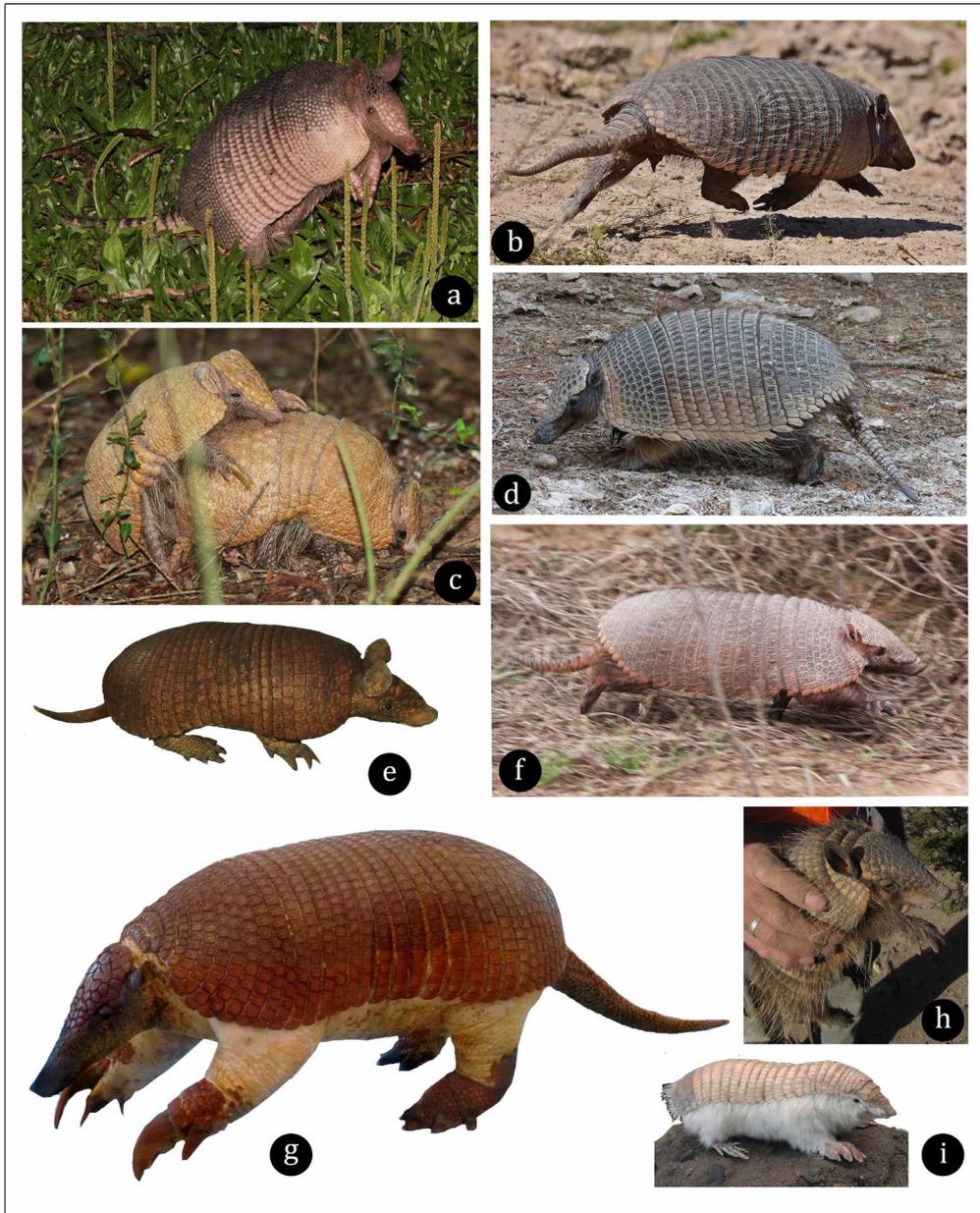
2. Arriba, esqueleto y coraza de *Dasypos* mostrando las características esqueléticas y de la coraza de los armadillos. Abajo, izquierda, detalle de coraza de *Dasypos hybridus*; centro, detalle de coraza de *Chaetophractus villosus*; derecha, reconstrucción 3D de un osteodermo, mostrando las principales estructuras que contiene. OS, osteodermo. EC, escama córnea.

carreta (*Priodontes maximus*, Fig. 3) que llega a medir unos 90 cm de largo y a pesar hasta 50 kg. Los armadillos son de hábitos terrestres y potentes excavadores. Sus patas cortas y fuertes tienen de 3 a 5 dedos en las delanteras con garras robustas para cavar en busca de insectos y/o raíces y para construir sus cuevas, y 5 dedos en las patas traseras. El cráneo es alargado y tubular o aplanado, y la mandíbula es delgada y alargada (Fig. 2). Sus dientes son simples y, a diferencia de la mayoría de los mamíferos, no están diferenciados en incisivos, caninos, premolares y molares, sino que son todos iguales. Son de forma cilíndrica y crecen durante toda la vida. Otra rareza es que tienen una sola generación dentaria (es decir que no tienen “dientes de leche”), a excepción de las mulitas que pueden cambiarlos. La parte más anterior de la boca carece de dientes y hacia atrás el número varía entre 28 y 40, excepto

en el tatú carreta que tiene entre 72 y 76. Tienen un metabolismo bajo y regulan su temperatura corporal de manera imperfecta.

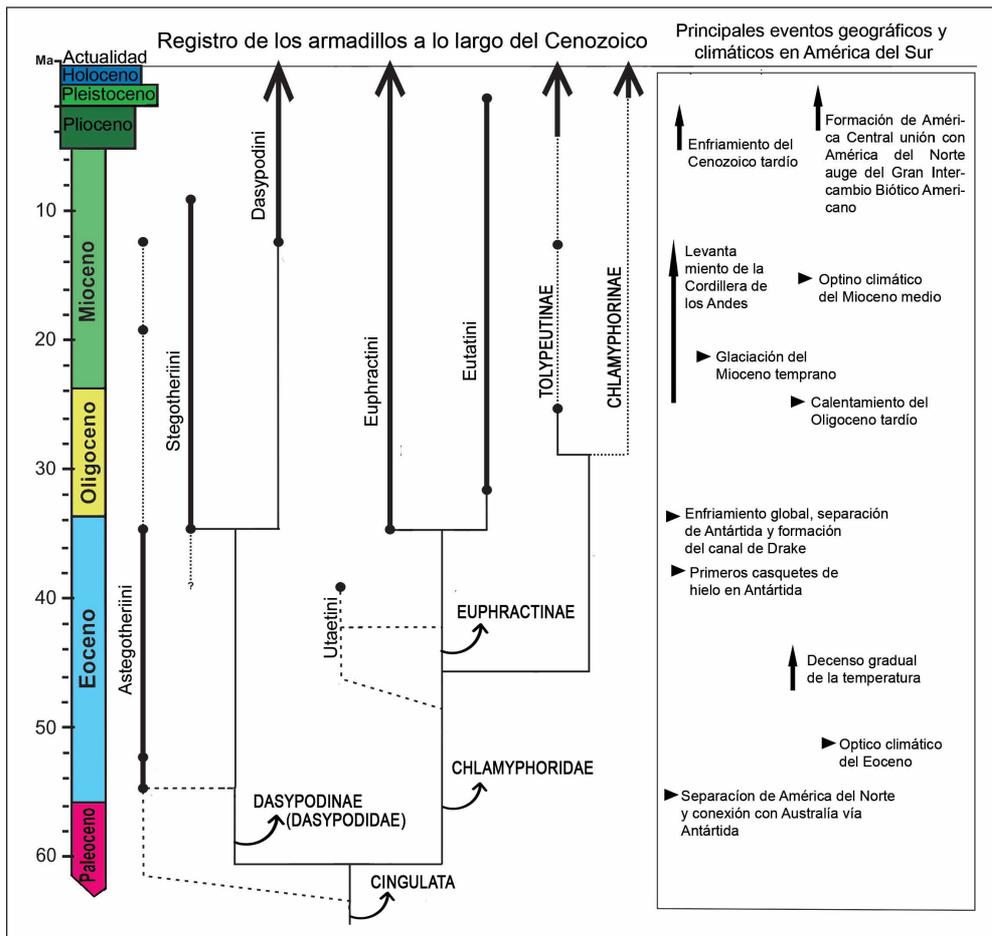
¿Dónde viven?

En general, viven en áreas abiertas, como sabanas o pampas, pero también pueden habitar en áreas boscosas, y se pueden encontrar en zonas de climas templado-fríos a cálidos. Pueden ser diurnos, crepusculares o nocturnos y muchos cavan madrigueras donde permanecen gran parte del tiempo. La mayor parte de las especies se distribuyen desde el centro de Argentina hasta el norte de Colombia y Venezuela. Algunos muy especializados tienen una distribución muy restringida, como la mulita peluda (*Cryptophractus pilosus*) que vive en los bosques



3. Representantes actuales de armadillos. Dasypodinae, Dasypodini: a) Mulita de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*). Euphractinae, Euphractini: b) Armadillo de seis bandas (*Euphractus sexcinctus*); d) Pichi (*Zaedyus pichiy*); f) Peludo (*Chaetophractus villosus*); h) Piche llorón (*Chaetophractus vellerosus*). Tolypeutinae, Tolypeutini: c) Mataco bola (*Tolypeutes matacus*); Priodontini: e) Armadillo de cola desnuda (*Cabassous unicinctus*); g) Tatú carreta (*Priodontes maximus*). Chlamyphorinae: i) Pichiciego pequeño (*Chlamyphorus truncatus*). Fotos: Esteban Soibelzon (a, f) y Sergio Ríos (b y c); el resto (con excepción de i) del autor.

montanos de la zona cordillerana de Perú, sobrepasando los 3000 metros sobre el nivel del mar, o como los pichiciegos, que rara vez asoman a la superficie. También hay especies que pueden adaptarse fácilmente a diferentes condiciones climático-ambientales, como el pichi patagónico (*Zaedyus pichiy*, Fig. 3), que habita en zonas abiertas y áridas de la Patagonia argentina y chilena, donde los inviernos son muy rigurosos, pero su capacidad de hibernar le permite sobrevivir.



4. Esquema general de la distribución temporal de los diferentes grupos de armadillos y los principales eventos geológicos relacionados. Las líneas gruesas indican el lapso de registro, los puntos indican los primeros y últimos registros. Las líneas de puntos finos indican lapsos con ausencia de registro y las líneas punteadas las posibles relaciones entre grupos. La escala de tiempo está en millones de años.

Otras especies tienen distribuciones muy amplias, como el Peludo (*Chaetophractus villosus*, Fig. 3), que se encuentra desde Bolivia hasta el extremo sur de la Patagonia, incluso Tierra del Fuego, donde fue introducido por el ser humano; y la mulita de nueve bandas (*Dasyus novemcinctus*, Fig. 3) que se distribuye desde el Noroeste de Argentina y Uruguay, hasta el centro-este de Estados Unidos.

¿De qué se alimentan?

Típicamente los armadillos tienen una dieta basada en hormigas y termitas (mirmecófagos), pero existe una amplia gama de hábitos alimenticios. Así algunas especies comen larvas de otros insectos y lombrices, otras incluyen más materia vegetal (raíces, bulbos, hojas, frutos, semillas) que insectos,

e incluso hay varias que pueden incluir pequeños vertebrados y carroña en su dieta.

Los armadillos y su historia

Los armadillos más antiguos se hallaron en Brasil y en la Patagonia argentina y vivieron hace unos 50 millones de años. Esto parece mucho tiempo si lo comparamos con el tiempo que dura nuestra vida, pero si tenemos en cuenta que los primeros dinosaurios se registraron hace poco más de 200 millones de años, y que el origen de la Tierra se estima en 4600 millones de años atrás, no lo es tanto.

Los primeros armadillos pertenecían a grupos ya extintos (astegoterinos y utaetinos, Fig. 4), a partir de los cuales habrían evolucionado muchos de los grupos que hoy conocemos. Sus restos fósiles son bastante

fragmentarios y consisten principalmente de algunos osteodermos sueltos. Sin embargo, en algunos casos, se han rescatado restos de diferentes porciones de su esqueleto que nos muestran que si bien poseían algunas características primitivas para el grupo, como por ejemplo, restos de esmalte en los dientes o una coraza mucho más móvil (compuesta casi enteramente por bandas móviles y un pequeño escudo pélvico), su anatomía era muy similar a la de los armadillos actuales. Esto nos lleva a pensar que su plan general fue muy exitoso y adaptable, capaz de sobrellevar los diferentes cambios climático-ambientales que se fueron sucediendo a lo largo de la historia de la vida en la Tierra.

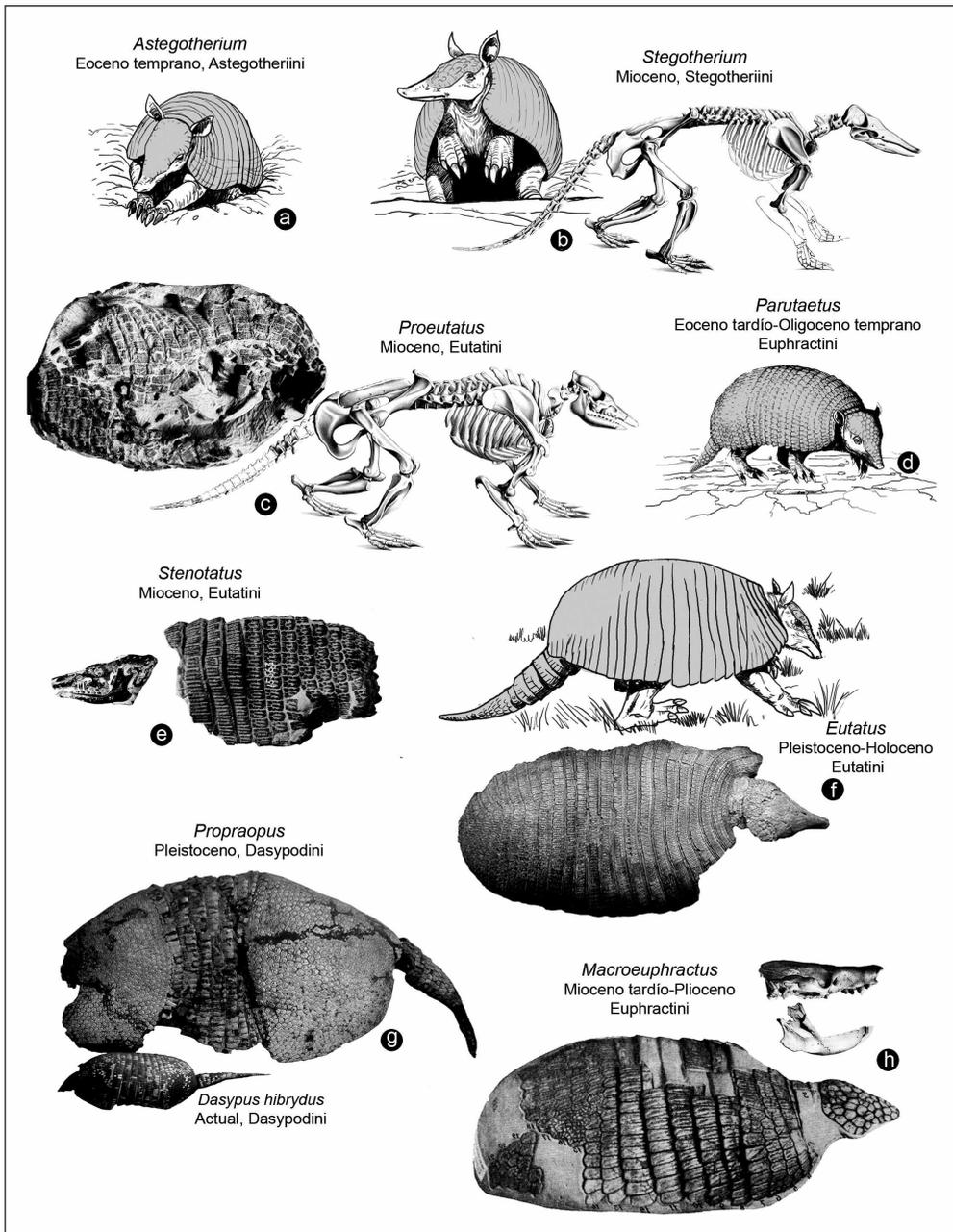
Tal es así, que los armadillos son los últimos representantes de este gran grupo de mamíferos, que tuvo su origen en América del Sur cuando era un continente isla. Este aislamiento, que si bien tuvo algunas interrupciones, duró alrededor de 30 millones de años, finalizó hace sólo 3 millones de años, cuando se terminó de establecer la conexión con América del Norte a través del istmo de Panamá. Es por ello que durante la

mayor parte de su historia la distribución de los xenartros estuvo restringida a América del Sur, al igual que muchos otros mamíferos como los ungulados nativos sudamericanos y numerosos grupos de marsupiales. Cuando se instaló el puente terrestre entre las Américas, a través de lo que hoy se conoce como América Central, migraron hacia el norte junto con otros xenartros acorazados, como los gliptodontes y pampatéridos.

Este puente permitió también el flujo de otros grupos de mamíferos de Sur a Norte y de Norte a Sur, en lo que se denomina el Gran Intercambio Biótico Americano, que comenzó hace unos 8-9 millones de años, pero tuvo su máxima expresión a finales del Plioceno (hace aproximadamente 2.3 millones de años). La redistribución de la fauna entre estos dos subcontinentes originó la composición de la fauna tal como la vemos en la actualidad.

Pero a lo largo de este extenso período de separaciones y conexiones, en la historia geológica de América del Sur se registran numerosos cambios ambientales influenciados por diferentes factores globales y regionales. Dichos cambios incluyeron la sucesión de períodos más cálidos y momentos más fríos, en los que se desarrollaron diferentes paisajes. Estas fluctuaciones han sido muy estudiadas en diferentes regiones y especialmente en Patagonia, donde hay un registro continuo del Cenozoico, y se ha podido establecer una secuencia de cambios bastante detallada. Los movimientos de los continentes (deriva continental), la elevación de la Cordillera de los Andes, la fuerte actividad volcánica, los cambios en las corrientes marinas y otros procesos geotectónicos han generado numerosas fluctuaciones climáticas. Éstas tuvieron influencia sobre las comunidades bióticas, provocando cambios en las floras y faunas representativas de cada período; los armadillos y sus parientes, no han escapado a estas influencias.

En Patagonia, cuando aparecieron los primeros armadillos hace 50 millones de años (a principios del Eoceno), predominaban los bosques tropicales a subtropicales, con temperaturas más cálidas;



5. Algunos representantes fósiles de armadillos. En cada uno se da el nombre del género, el tiempo en que vivió y al grupo de armadillos que pertenece. a, b y f; modificados de Carlini et al. (en prensa), reconstrucciones realizadas por Jorge Gonzalez. Esqueletos en b y c, y corazas en c y e; modificados de Scott, W.B. 1903-5. Dibujo en b, modificado de Carlini et al. 2009. Coraza en f y cráneo en h, modificado de Lydekker, R. 1894.

claramente era un paisaje patagónico muy diferente al actual. Posteriormente, bajaron las temperaturas y las áreas abiertas (pastizales) predominaron sobre las zonas boscosas. El lapso más frío se registra hacia finales del Eoceno y principios del Oligoceno, cuando se produjo un cambio climático-ambiental a gran escala desencadenado por la separación de Antártida y América del Sur (con lo que comenzó la circulación circumpolar de aguas frías

profundas a través del Pasaje de Drake), y por el establecimiento de los primeros casquetes de hielo en el continente Antártico (si, es así, la Antártida no estuvo siempre cubierta de hielo, pero eso es para otra historia). Este “deterioro” climático afectó a las biotas mundiales, produciendo un recambio biológico masivo. Luego continúa una secuencia de oscilaciones de épocas más cálidas y húmedas, que permitieron el desarrollo de bosques cerrados y com-

ponentes tropicales-subtropicales, y de épocas con temperaturas templado-frías y secas que propiciaron ambientes más abiertos con vegetación propia de estepas arbustivas y sabanas arboladas. En el transcurso del Cenozoico y bajo este escenario de cambios ambientales, la diversidad de los armadillos fue variando, con la evolución de nuevos grupos y la extinción de otros. Se han reconocido numerosas especies (más de 100) que vivieron en diferentes períodos.

Los armadillos y los seres humanos

Los armadillos, como tantos animales endémicos de América, llamaron la atención de los primeros europeos que llegaron a América del Sur. Esto llevó a las más curiosas descripciones, tratando de ajustar su percepción a lo ya conocido en su continente.

Unas de las primeras descripciones fue la de Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdes (1478-1557) en 1526, como parte del libro "Natural History of the West Indies". Oviedo se refería a los armadillos de la siguiente manera *"... Este animal es un cuadrúpedo. Todo su cuerpo y cola están cubiertos de piel. Su piel es como la piel de un lagarto, entre blanco y gris, pero algo más blanca. En apariencia, es exactamente como un caballo blindado, con su caparazón y armadura cubriendo completamente su cuerpo. Debajo de la armadura, sale la cola y, en su lugar, las piernas, el cuello y las orejas. En resumen, es exactamente como un caballo de guerra con armadura. Este animal es aproximadamente del tamaño de un perro pequeño, o un perro común, y no es vicioso, sino más bien tímido. Hacen sus hogares en montículos de tierra, y cavando con sus patas ahuecan sus cuevas y madrigueras, algo así como las hechas por conejos. Son excelentes alimentos y son capturados en redes, y algunos son asesinados por arqueros cruzados. La mayoría de las veces estos animales son capturados cuando los campos son quemados en preparación para la siembra o para renovar el pasto para vacas y ganado."*

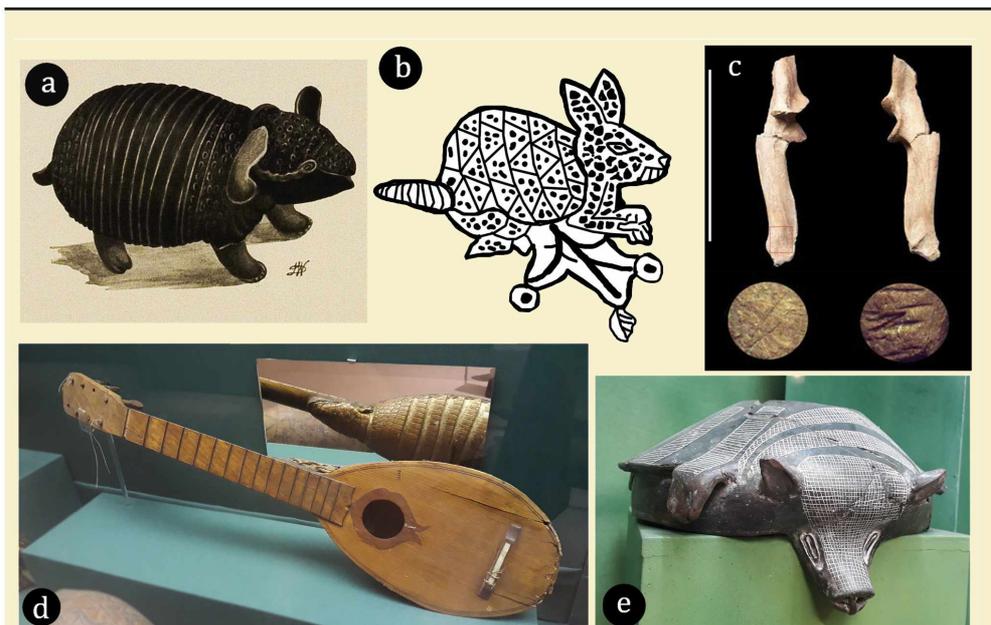
En 1806, Antonio de Ulloa, ofrece otra interesante descripción de un armadillo, *"La naturaleza, que ha proporcionado al zorro una defensa tan eficaz, no ha olvidado al armadillo, cuyo nombre lo describe en parte. Su tamaño se trata de un conejo común, aunque de una forma muy diferente; el hocico, las patas y la cola, semejantes a las de un cerdo. Todo su cuerpo está cubierto con un fuerte caparazón que, respondiendo exactamente a las irregularidades de su estructura, lo protege de los insultos de otros animales, sin afectar su actividad. Además de esto, tiene otro, como casco, ...; esto protege su cabeza, y por eso está muy seguro. Estas conchas se abigarran con varios relieves naturales, por así decirlo, en claro oscuro, de modo que a la vez su defensa y un hermoso adorno."*

Sin embargo, desde mucho antes de la llegada de los europeos, los armadillos ya formaban parte de las culturas de los habitantes de las Américas. Su uso más frecuente era como alimento, aunque también se utilizaban en aspectos medicinales, por ejemplo, la grasa que se encuentra por debajo de la coraza se utilizaba como unguento con propiedades curativas. Sus caparazones se usaban como máscaras para rituales, elementos ornamentales o de la vida cotidiana. También para la confección de instrumentos musicales, como el charango, una pequeña guitarra que utilizaba el caparazón del armadillo como caja de resonancia, originado en las regiones del altiplano sudamericano

Los aztecas los llamaban *ayotochtli*, que en idioma náhuatl significaba conejo-tortuga o conejo calabaza. Para los Mayas el *huetch* era el armadillo de nueve bandas, que además de proveerles alimento, lo utilizaban como modelo para su cerámica y en otros elementos de sus culturas. Entre los

Entre todas estas especies, hubo formas muy llamativas y peculiares de armadillos. Unos de ellos fue *Stegotherium* (Mioceno) que era un poco más chico que un tatú carreta, tenía pocos dientes y muy pequeños, y un rostro muy alargado, lo que indicaba que era muy especializado para la mirmecofagia y su coraza dorsal tenía mucha movilidad. Los Eutatinos fueron un grupo de armadillos entre los que estaban *Proeutatus* (Mioceno) y *Eutatus* (Pleistoceno-Holoceno), que

alcanzaban un tamaño bastante grande, tenían esqueletos robustos y dientes con cierta lobulación, además por la morfología de sus osteodermos se infiere que tuvieron un gran desarrollo de pelos. Estas especies estuvieron asociadas a ambientes más abiertos y condiciones frías. Otro armadillo extinto llamativo es *Macroeuphractus* (Mioceno- Plioceno), que habría llegado a pesar hasta 100 kg, y fue el único especializado para una dieta carnívora. Tenía mandíbulas fuertes, sus



1 a) Alfarería zoomorfa de Catamarca, representación de un armadillo (Fuente: Biblioteca Nacional de Maestros, http://www.bnm.me.gov.ar/e-recursos/recursos_didacticos/portafolios/pueblos_originales/imagenes.htm). b) Glifo azteca del Ayotochtly, representación de armadillos. c) Cúbito o ulna (hueso del antebrazo) de *Eutatus* de hace unos 7500 años (Holoceno) que muestra marcas de corte realizados por humanos, con instrumentos de piedra (tomado de Martínez y Gutiérrez, Ciencia Hoy, 2015, n° 144). d) Charango de la Región Andina realizado con la coraza del armadillo de seis bandas. e) Pieza de cerámica gris grabada, representando un armadillo, de la cultura de La Aguada (500-900 años D.C.) del Noroeste de la Argentina.

pueblos originarios que habitaron territorio argentino, los QOM por ejemplo, reconocían varias especies diferentes de armadillos: *Huonec* (Mataco), *Napam* (peludo), *Pamalo* (tatú carreta) y *Tapinec* (mulita). Los Aymara se referían al armadillo como *Khirkhi* o *Khirkhinchu*. Los mapuches reconocían al *kofür* (mulita) y al *kvmxv* (pichi). En el Aónikenk, la lengua Tehuelche, se llamaba *Aano* al piche y *Chakel* al Peludo.

Pero yendo un poco atrás en el tiempo, hace unos 15000 años, cuando los primeros seres humanos poblaron el continente americano, se encontraron con numerosas especies de animales y plantas desconocidas, exclusivas de este continente, entre los cuales también se encontraban los xenartros. En numerosos sitios arqueológicos se registran restos de armadillos, algunos con marcas de corte e incluso con quemaduras y asociados a fogones. También hay fuertes evidencias de que los seres humanos convivieron un tiempo con los representantes de los megamamíferos americanos, entre los que se encontraban los gliptodontes y los grandes perezosos. En muchos de sus restos fósiles se observan marcas de corte o de la utilización de diferentes herramientas para el procesamiento de estos grandes animales. De hecho, se discute el rol del ser humano en su extinción.

dientes eran puntiagudos y el segundo par tenía forma de caninos, algo rarísimo para el grupo. *Propaopus* (Pleistoceno–Holoceno) también alcanzó gran tamaño; era muy parecido a las mulitas actuales (*Dasypus*) y de hecho son parientes muy cercanos. Pero no todos los armadillos extintos alcanzaron grandes tamaños, algunos eran pequeños como *Parutaetus*, *Prozaedyus*, *Stenotatus*, entre otros.

Pese a su capacidad para adaptarse a las fluctuaciones de climas y ambientes, y de haber vivido tanto tiempo en la Tierra, hoy la mayoría de las especies de armadillos se encuentran amenazadas. Los armadillos se ven afectados principalmente por la caza para consumo de su carne, la destrucción de sus ambientes naturales, las actividades agrícola-ganaderas, la urbanización y el uso de pesticidas. Por ello es importante la conservación y preservación de este antiguo grupo de mamíferos propio de nuestro continente y con características únicas dentro de los mamíferos. No caben dudas de que este es uno de los grupos más intrigantes de mamíferos, de los cuales todavía nos queda mucho por descubrir. ◆

Lecturas sugeridas

Carlini et al. (en prensa) The Xenarthra Cingulata: diversity, palaeobiogeography, and relationships of a very characteristic South American group of Mammalia. En: Rosemberger A. and Tejedor M. (eds), *Origins and Evolution of Cenozoic South American Mammals*.

Ciancio Martín, Soibelzon Esteban, Francia, Analía (Editores). 2015. *Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable. Una guía didáctica para comprender la evolución de la vida en la tierra*. Edición ampliada. 148pp. EDULP, La Plata, Buenos Aires Argentina. ISBN: 978-987-1985-32-6

Croft, D., 2016. *Horned Armadillos and Rafting Monkeys. The Fascinating Fossil Mammals of South America*. Indiana University Press, Bloomington, Indiana, pp. 304. ISBN 978-0-253-02084-0.



Martín R. Ciancio
División Paleontología Vertebrados,
FCNyM-UNLP. CONICET.

Estudios geológicos en el margen continental argentino

Roberto A. Violante
José Luis Cavallotto
Susana Marcolini

El Margen Continental Argentino tiene un enorme potencial para estudios científicos y aplicados en el área de las geociencias marinas, por sus características geotectónicas y oceanográficas que le imprimen condiciones casi únicas entre las cuencas oceánicas del mundo. Sin embargo la investigación en geología submarina es incompleta, principalmente por las limitaciones tecnológicas sobre un territorio oceánico tan vasto. En las últimas décadas han habido avances muy significativos en su conocimiento, que abren las puertas a nuevas líneas de investigación a las cuales el país debería dedicarle importantes esfuerzos.

La Geología Marina es una rama de las geociencias que históricamente no ha sido apoyada ni desarrollada lo suficiente en la República Argentina, considerando la gran extensión del margen continental y su importancia en el contexto geodinámico, tectosedimentario y oceanográfico de las cuencas marinas del planeta. Por otra parte sus recursos naturales son potencialmente muy importantes, no solo los bien conocidos recursos pesqueros, sino también los minerales (hidrocarburos, nódulos y sulfuros polimetálicos, hidratos de gas, gas biogénico, áridos, etc.) y los energéticos (energía de mareas, olas, corrientes, térmica, etc.).



1. Buques científicos argentinos para desarrollar tareas geológicas, geofísicas y oceanográficas. Arriba: Puerto Deseado. Abajo: Austral.

El Servicio de Hidrografía Naval es la institución que le ha dedicado más esfuerzos a los estudios científicos en el mar (geológicos, geofísicos, oceanográficos, biológicos, ambientales, hidrográficos), generando a lo largo de su vasta trayectoria el conocimiento aplicado al desarrollo científico y económico marítimo del país en el marco de la “Ley Hidrográfica” (Ley 19.922) que regula su

funcionamiento. En menor medida, otros pocos grupos de especialistas en la materia de algunos institutos y universidades de áreas costeras del país han incursionado en la temática con valiosos aportes.

Dentro de las ramas de la Geología Marina, sólo la geología de las costas ha tenido un desarrollo apreciable e importante desde hace mucho tiempo. Pero el estudio de las regiones profundas u “*offshore*” (plataforma, talud y emersión continental) es incompleto y muy desperejo regionalmente, estando por el momento muy lejos de alcanzar los objetivos científicos que el país requiere. Esta realidad radica en gran parte en el desafío tecnológico y económico que implica trabajar en el mar y en un territorio tan vasto, donde se necesita de herramientas específicas, como plataformas móviles aptas para los relevamientos con muy altos costos de funcionamiento (buques científicos especialmente diseñados, Fig. 1) e instrumental que de manera directa o indirecta permita llegar al fondo oceánico atravesando cientos o miles de metros de agua (sondas batimétricas multihaz, sistemas sísmicos, perfiladores de fondo y subfondo, extractores de sedimentos superficiales y de subsuelo, entre otros).

Los autores de la presente contribución, egresados de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, desarrollan su carrera profesional en el Servicio de Hidrografía Naval, formando parte del Equipo de Trabajo que oportunamente creara otro egresado de la misma casa de estudios, el Dr. Gerardo Parker, quien fuera uno de los pioneros de la Geología Marina moderna en el país. De esta manera, en las últimas cuatro décadas se llevaron adelante estudios e investigaciones científicas en sectores seleccionados del Margen Continental Argentino, en algunos casos en colaboración con otras instituciones nacionales y extranjeras, que comprendieron aspectos geológicos regionales, geomorfológicos, geofísicos, sedimentológicos y paleoceanográficos, algunos de ellos inéditos que permitieron cambiar ciertos conceptos previamente establecidos. De esta manera se alcanzó buena parte del conocimiento que se tiene actualmente sobre ese ámbito. Estos antecedentes



2. Esquema de un margen continental pasivo, como el que ocupa la mayor parte del territorio sumergido argentino, con sus partes componentes. A la derecha, mapa satelital de los océanos donde se marcan en rojo los márgenes continentales del mundo y se recuadra el margen argentino. Se incluye una descripción de los tipos de márgenes continentales.

se apoyaron en valiosos estudios iniciados por investigadores precedentes, cuyo aporte debe destacarse.

Se incluye en este trabajo un glosario de términos específicos de la geología marina para poder interpretar cabalmente su contenido.

¿Qué es el margen continental y cuál es su importancia para las ciencias marinas?

Los márgenes continentales son rasgos de la corteza terrestre que representan la transición entre las regiones netamente continentales y las netamente oceánicas (Fig. 2), donde los procesos propios de cada una de ellas han interactuado entre sí en épocas relativamente recientes de la historia del planeta. La importancia de los márgenes radica en que guardan los registros de hechos trascendentales de la evolución de la Tierra, como la deriva continental y la formación de los océanos, así como los grandes

cambios climáticos y oceanográficos. Entre otras características, los márgenes acumulan el 90% de los sedimentos totales producidos en la superficie terrestre, son depositarios del 25% de la producción oceánica primaria, del 90% del reservorio de carbono orgánico del mundo y del 32% de la concentración de sílice biogénica, siendo fundamentales para el ciclo biogeoquímico del carbono y de los flujos de nutrientes en los ecosistemas marinos. Asimismo son portadores de grandes recursos pesqueros, hidrocarburíferos, minerales y de energías alternativas.

Los márgenes se formaron en los bordes de las cuencas oceánicas durante los procesos de expansión de los fondos marinos asociados a la deriva continental y por lo tanto son de diferentes tipos y características según el contexto geotectónico en el cual se formaron (Fig. 2). Están constituidos por los siguientes rasgos mayores: plataforma, talud y emersión (algunos autores incluyen también las llanuras costeras, como ámbitos en las costas que representan antiguos

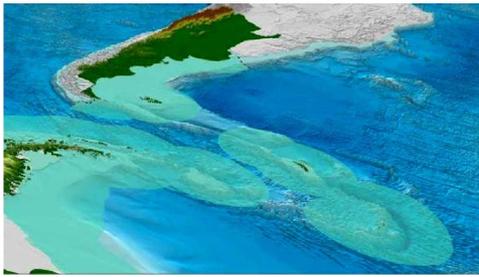
fondos marinos hoy emergidos), con geoformas subordinadas en cada uno de ellos, como terrazas, valles sumergidos, cañones submarinos, canales y otras formas construidas por distintos tipos de procesos sedimentarios. Por sus orígenes particulares, aquellos rasgos mayores tienen características muy variadas. La plataforma representa la continuación sumergida del continente adyacente y en su zona litoral ocurren los procesos que afectan a la costa, como las olas, las mareas y las corrientes costeras. Se extiende hasta profundidades entre 100 y 200 metros con muy bajas pendientes y su particularidad es que ha estado sometida a descensos y ascensos relativos del nivel del mar (regresiones y transgresiones respectivamente) asociados a las glaciaciones e interglaciaciones del Cuaternario (período geológico que comprende los últimos 2,58 millones de años). Durante las regresiones permaneció bajo condiciones continentales, mientras que durante las transgresiones (como es su situación actual) se mantiene completamente sumergida. Por su parte, el talud y la

emersión, que se extienden más allá de la plataforma excediendo los 4000 metros de profundidad, con pendientes más abruptas el primero y suaves la segunda, nunca han estado expuestos a condiciones subaéreas y se mantuvieron permanentemente bajo la influencia de aguas oceánicas. A pesar de ello, su sustrato geológico es de la misma composición que el subsuelo continental y además poseen una cobertura de sedimentos terrígenos provenientes del continente adyacente, los que fueron transportados hacia las profundidades primeramente por acción eólica, fluvial y glacial hasta la costa y la plataforma, y posteriormente redistribuidos en el lecho marino por acción de corrientes marinas profundas, decantación de partículas en suspensión y procesos gravitacionales en las áreas de mayores pendientes.

Los márgenes continentales guardan en su registro sedimentario y fosilífero las evidencias de los cambios geológicos, oceanográficos y climáticos ocurridos en el pasado, es decir modificaciones en la configuración de las cuencas oceánicas, en la circulación de las corrientes marinas y en los cambios de las propiedades físicas de las masas de agua, como temperatura, salinidad, densidad, contenido de oxígeno y nutrientes. De esta manera, los sedimentos del fondo marino son potenciales proveedores de información de gran valor, no solamente sobre aspectos puramente geológicos de los océanos sino también paleoceanográficos y paleoclimáticos, ya que el conocimiento de cómo se modificaron las corrientes marinas y las propiedades del agua a lo largo del tiempo permite comprender los cambios climáticos que los provocaron.

El Margen Continental Argentino

Este margen (de aquí en más identificado como MCA) es uno de los más extensos y complejos del mundo (Fig. 3), por su ubicación en una de las regiones más dinámicas del planeta en función de sus características geológicas y oceanográficas. Esa complejidad dio origen a cuatro



3. Imagen 3D del Margen Continental Argentino. Tomada de la página web de la Comisión Nacional del Límite Exterior de la Plataforma Continental: <http://www.plataformaargentina.gov.ar/es/plataforma-continental-3d>

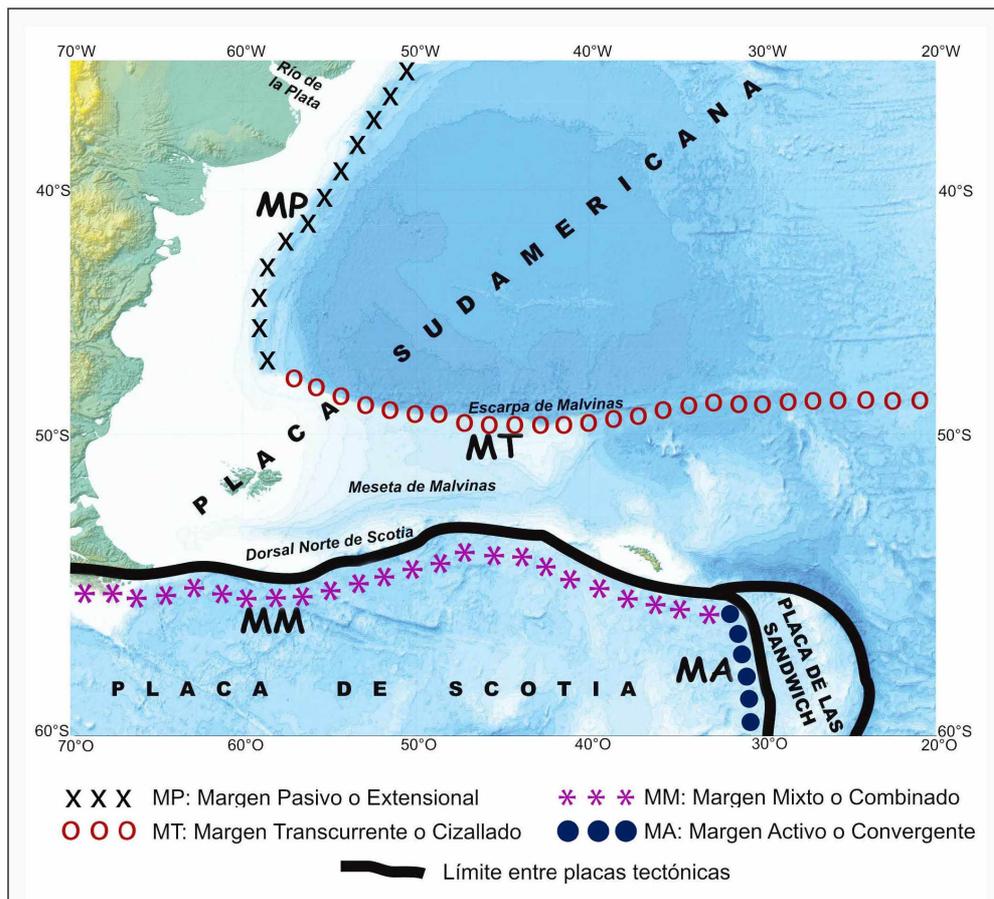
el talud y la emersión continental (Fig. 5), todos ellos sumamente extensos y complejos por su configuración y procesos dinámicos (sedimentarios-oceanográficos) actuantes.

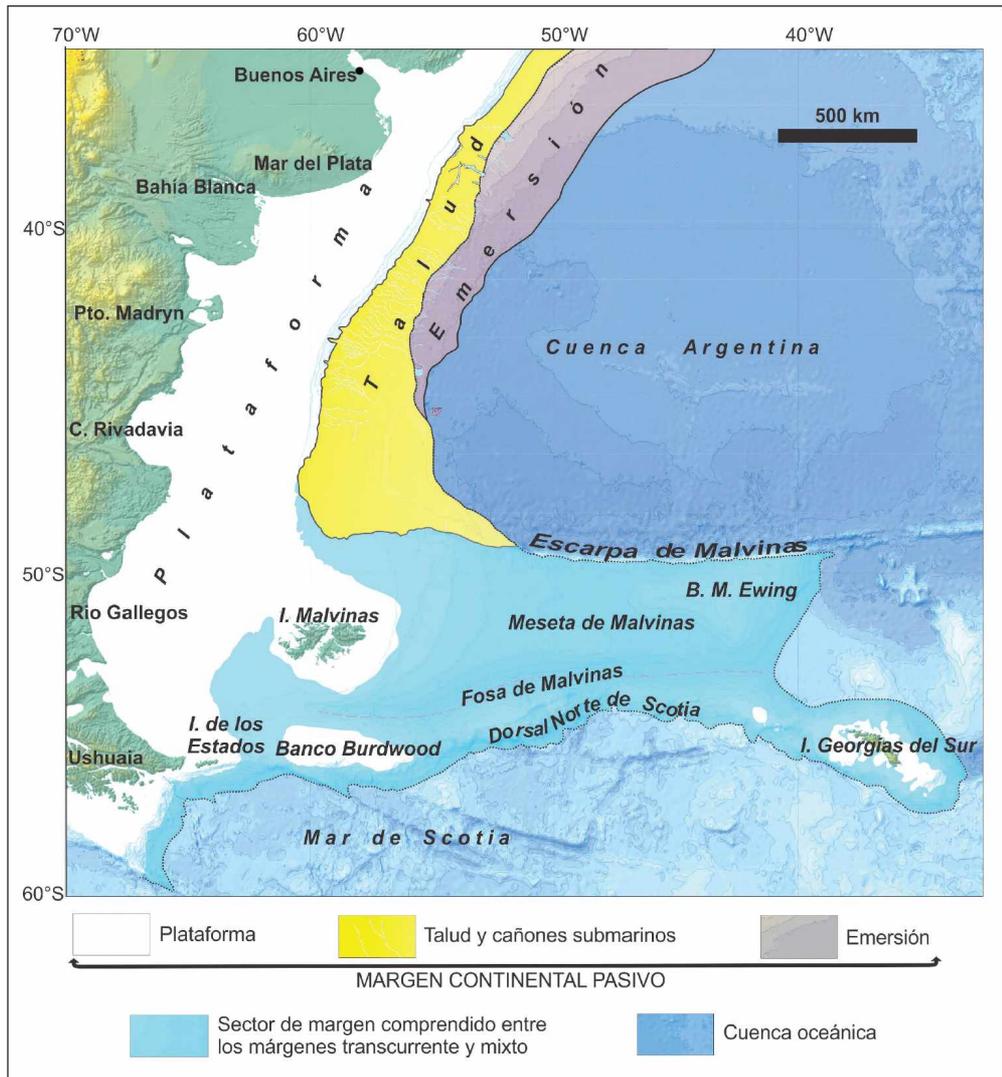
La Plataforma y sus evidencias de exposición subaérea

La plataforma argentina tiene casi 1 millón de km² de superficie y se extiende a lo largo de unos 2500 km en sentido norte-sur, con anchos de hasta varias centenas de kilómetros. Su principal característica geológica es que fue afectada por sucesivas inundaciones y exposiciones subaéreas como consecuencia de las variaciones del nivel del mar en el Cuaternario. De esta manera, su superficie y subsuelo contienen variados registros sedimentarios de esos procesos. En el subsuelo (hasta varias decenas de metros por debajo del lecho marino) hay evidencias muy antiguas (de hasta cerca de 2 millones

tipos de márgenes en diferentes regiones (Fig. 4): a) un margen pasivo o extensional desde el Río de la Plata hasta 48-49°Lat. S; b) un margen transcurrente o cizallado a lo largo de la Escarpa de Malvinas, la cual limita por el norte a la Meseta de Malvinas; c) un margen activo en el frente oriental del Arco de Scotia (Islas Sandwich del Sur); y d) un margen mixto o combinado (activo + transcurrente) en las Dorsales Norte y Sur del Arco de Scotia. Los rasgos de orden menor de esos márgenes son la plataforma,

4. Tipos de márgenes que conforman el Margen Continental Argentino.



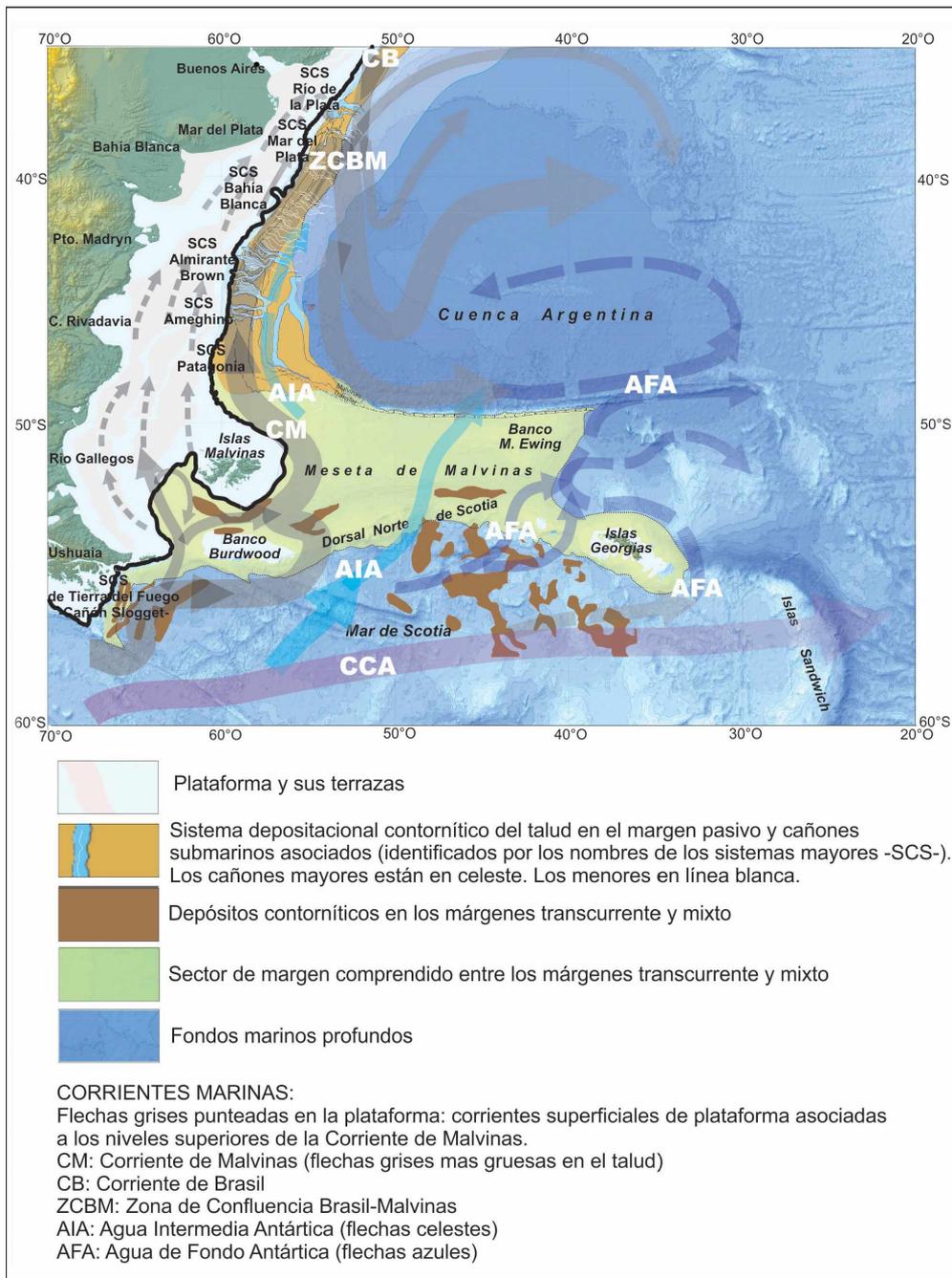


5. Rasgos morfo-sedimentarios mayores del Margen Continental Argentino.

de años) que revelan la formación de primitivas playas y otros ambientes litorales. Pero los registros mejor documentados son aquellos relacionados a los procesos ocurridos durante el último ascenso del nivel del mar (post-glacial) ocurrido a partir de los 20.000 años antes del presente, el cual llevó al modelado final de la plataforma dejando una morfología de terrazas marinas (Fig. 6) con numerosas evidencias de la exposición subaérea (previa a su inundación final) representada por sedimentos continentales, antiguas playas, médanos, lagunas costeras y marismas, así como relictos de paleovalles fluviales y paleosuelos (Fig. 7a).

El talud y la emersión: la dinámica en el fondo oceánico

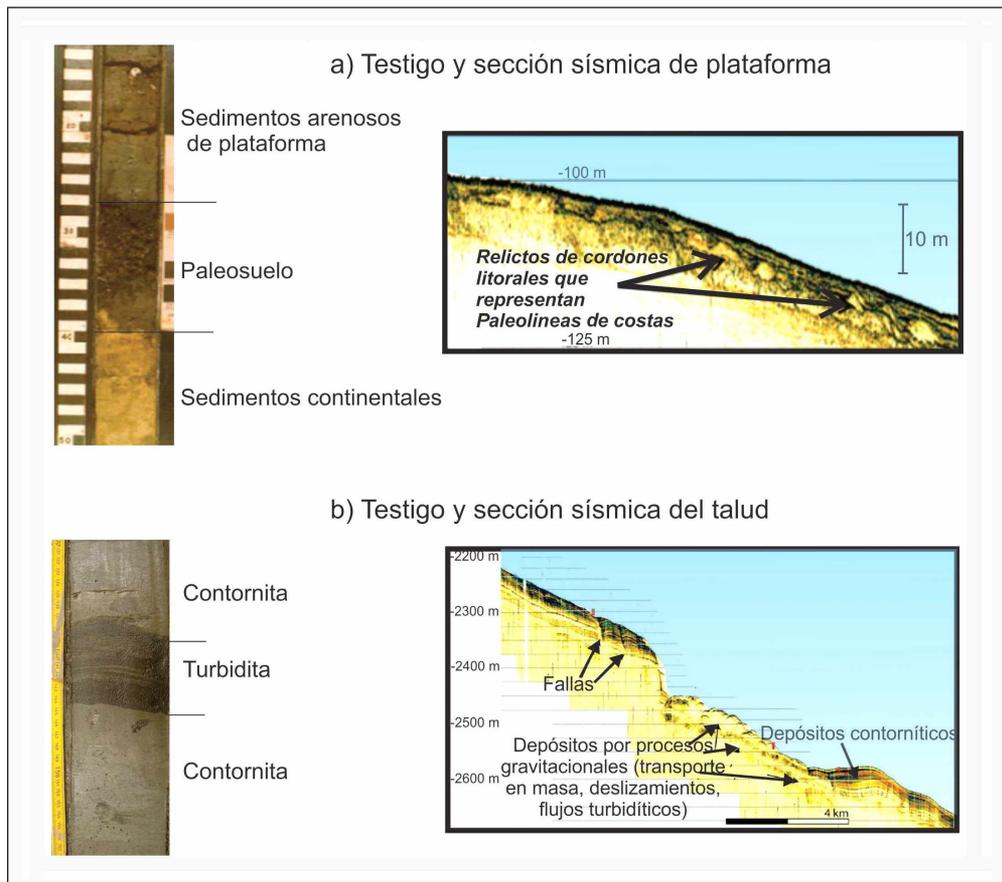
El talud y la emersión son ámbitos formados exclusivamente bajo el océano, aunque como se mencionó previamente, con una fuerte influencia continental, por estar desarrollados sobre corteza continental y tapizados por sedimentos mayoritariamente provenientes del continente. Allí ocurren tres procesos sedimentarios principales: a) pelágicos, que consisten en la decantación y acumulación en el fondo oceánico, por caída vertical dentro de la masa de agua, de partículas sedimentarias en suspensión, materiales biogénicos (generalmente caparzones de microorganismos marinos como foraminíferos, ostrácodos, radiolarios, diatomeas y otros) y componentes químicos, b) gravitacionales, que transportan sedimentos



6. Detalle de los rasgos morfo-sedimentarios y características oceanográficas del Margen Continental Argentino.

sobre el lecho marino en forma transversal a las pendientes exclusivamente por acción de la gravedad, desde el borde de la plataforma hacia las profundidades, tanto por transporte en masa, deslizamientos y derrumbes en las zonas de mayores gradientes, como por flujos densos (denominados “turbidíticos”) encauzados en cañones submarinos, cuyos depósitos sedimentarios se denominan turbiditas (Fig. 7b), las cuales suelen conformar abanicos en la base del talud y en la

emersión; c) acción de corrientes marinas profundas, que siguen el contorno del talud y la emersión a variadas profundidades (Fig. 6), removilizando sedimentos del fondo oceánico, transportándolos por grandes distancias y finalmente depositándolos en acumulaciones longitudinales que constituyen depósitos “contorníticos” o contornitas (Fig. 7b). La alta dinámica oceánica-sedimentaria del MCA se manifiesta por la presencia en el talud y emersión de uno de los sistemas



7. Ejemplos de registros sísmicos y testigos del Margen Continental Argentino. a) Plataforma. b) Talud.

contorníticos más grandes del planeta, el cual intercala grandes depósitos turbidíticos. Los sedimentos pelágicos no forman acumulaciones sedimentarias significativas. Los sistemas contorníticos en el sector de margen pasivo forman extensas “terrazas” a diferentes profundidades, formadas en los niveles donde las corrientes de fondo son más energéticas (Fig. 6). En el sector de margen transcurrente y mixto, en cambio (Meseta de Malvinas y Arco de Scotia), los depósitos contorníticos son discontinuos y de tamaños reducidos, no por una menor influencia de las corrientes de fondo sino por desarrollarse en sectores localizados dentro de fosas y canales.

Los cañones submarinos son rasgos muy importantes del MCA (Figs. 5 y 6). Se mencionan más de 70 de ellos conformando diferentes sistemas de distinta magnitud, existiendo sectores con grandes cañones como los pertenecientes a los sistemas denominados Río de la Plata, Mar del Plata, Ameghino y Almirante Brown -en el caso de los dos últimos constituyendo redes complejas

con canales principales y tributarios- y otros sectores con numerosos cañones individuales, más pequeños y muy cercanos entre sí, como es el caso de los sistemas Bahía Blanca, Patagonia y Tierra del Fuego. De acuerdo a los estudios actuales se infiere que la gran mayoría de los cañones se han formado por procesos de erosión retrocedente, es decir derrumbes de laderas y deslizamientos en sus zonas basales -talud medio e inferior- que una vez iniciados progresan pendiente arriba mediante sucesivos derrumbes. Por su parte, sólo se conoce por el momento un solo caso de un cañón submarino posiblemente originado por la acción indirecta de antiguos ríos que surcaban la plataforma durante épocas de bajo nivel del mar, siendo este el Cañón Sloggett en el margen de Tierra del Fuego. Es muy común que muchos cañones submarinos evidencien interacciones entre procesos gravitacionales y contorníticos que generan depósitos sedimentarios mixtos sumamente complejos.

Qué importancia y aplicaciones tienen los estudios del margen continental

Los sedimentos del fondo oceánico ofrecen las herramientas para realizar reconstrucciones paleoceanográficas, las cuales permiten determinar cómo han variado los procesos oceánicos a través del tiempo así como su implicancia paleoclimática y paleoambiental. Esas reconstrucciones se basan en el estudio de diversos indicadores (*proxies*), como las texturas y estructuras sedimentarias, contenido microfaunístico, propiedades geoquímicas e isotópicas. Ellos aportan información sobre las condiciones ambientales al momento de la depositación de los sedimentos. La magnitud de los depósitos sedimentarios del MCA -como consecuencia de la alta dinámica asociada a su ubicación en el contexto oceanográfico del Océano Atlántico sur- hace que su potencial para tales reconstrucciones sea sumamente importante. Por ejemplo, en base a estos *proxies* se pudo documentar la manera en que las corrientes oceánicas de

origen antártico actúan sobre la dinámica sedimentaria en el talud, y cómo la Zona de Confluencia Brasil-Malvinas ha migrado al norte y al sur de su posición actual en respuesta a la alternancia de glaciaciones e interglaciaciones del Cuaternario.

Respecto a los recursos naturales del MCA, se conoce que contiene grandes cuencas hidrocarburíferas, acumulaciones de áridos (arenas, gravas) y minerales meta-líferos. Por otra parte hay potenciales recursos energéticos alternativos condicionados por las características de sus olas, mareas y corrientes marinas, existiendo ya algunos proyectos para el futuro aprovechamiento.

Consideraciones finales

El MCA, por sus características geológicas, oceanográficas y climáticas, constituye uno de los ámbitos marinos más importantes del planeta, con un alto potencial científico de trascendencia internacional y una gran cantidad de recursos que el país debería estar en condiciones de evaluar y explotar en épocas venideras. Sin embargo, ese extenso ámbito está aún en etapas iniciales de estudios específicos, y más aun considerando el incremento en su extensión tras la reciente (2016-2017) aprobación de la propuesta argentina de ampliación de su territorio sumergido en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Sin duda, su estudio debe ser encarado de manera multi e interdisciplinaria por diversas ramas dentro de las geociencias. La también reciente (2014) puesta en marcha de la Iniciativa Nacional Pampa Azul (ver cuadro adjunto) ofrece el marco necesario para que las instituciones con experiencia en aquellas actividades empuen a interactuar apuntando a objetivos estratégicos que se lleven adelante en forma ordenada, sistemática y sostenida en el tiempo, con los recursos económicos, humanos y técnicos adecuados. Las universidades -particularmente aquellas localizadas en regiones costeras con más fácil acceso al mar-, deben tener un rol protagónico en ese contexto, formando recursos humanos especializados, tanto investigadores como

Pampa Azul

Pampa Azul es una iniciativa estratégica de investigaciones científicas en el Mar Argentino llevada adelante desde 2014 por la actual Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, con la participación de numerosos Ministerios y Secretarías de Estado, así como de diversas Instituciones científico-técnicas y Universidades. El objetivo es llevar adelante actividades de exploración en el mar (que incluye investigación pesquera, geológica-geofísica, ambiente, biodiversidad y cambio climático) aplicado a la búsqueda y conservación de sus recursos, desarrollar innovación tecnológica para los sectores productivos vinculados al mar, y hacer tareas de divulgación científica. Las actividades de Pampa Azul se sustentan en la Ley PROMAR (Ley 27167) aprobada por el Congreso de la Nación en 2015.

técnicos y profesionales de apoyo. El conocimiento de las ciencias marinas de base y particularmente de la geología marina es una deuda aún pendiente en el país, el cual no puede darse el lujo de dejar de estudiar su enorme y altamente productivo espacio marítimo incluido su suelo y subsuelo, en un contexto internacional que plantea la progresiva escasez de los recursos energéticos terrestres y la necesidad que tendrá el planeta de recurrir, en un futuro cercano, a sus recursos marinos. ◆

Glosario de términos específicos incluidos en el texto

Cañón submarino: valle profundo en el fondo marino que atraviesa normalmente en forma transversal a las pendientes del talud y emersión continental, que puede estar conectado o no a la plataforma adyacente. Constituye una importante vía de transferencia de sedimentos y nutrientes desde las zonas marinas someras a las profundidades oceánicas.

Contornita: depósito sedimentario en los fondos marinos genéticamente asociado a la acción de corrientes de fondo.

Deriva continental: es el desplazamiento de las masas continentales como consecuencia de la dinámica interna de la Tierra (tectónica de placas).

Ecosonda multihaz: sistema sonar que funciona con múltiples haces acústicos, que permite obtener imágenes de alta resolución del relieve oceánico.

Glaciación e interglaciación: períodos de la historia de la Tierra en los cuales, por factores climáticos cambiantes, cuando descienden las temperaturas globales se desarrollan grandes glaciares (glaciación) a expensas del agua oceánica evaporada de la cuenca marina, provocando un descenso del nivel del mar, y viceversa, cuando los glaciares se derriten durante los períodos cálidos (interglaciación) el agua vuelve al océano a través de los ríos y el nivel del mar asciende.

Paleoceanografía: rama de la ciencia que estudia cómo evolucionaron las cuencas oceánicas, así como las condiciones oceanográficas del pasado (variaciones en la circulación de las corrientes marinas, en las características físicas, químicas y biogeoquímicas del agua de mar, y en los procesos sedimentarios), en base al estudio de los registros sedimentarios y faunísticos preservados en los fondos marinos.

Perfilador de fondo: instrumental para relevamiento del fondo oceánico, que mediante la emisión de ondas acústicas enviadas desde un buque permite obtener imágenes de la topografía (batimetría) y características estructurales y sedimentarias de la superficie y subsuelo poco profundo.

Producción primaria: se refiere a la producción de materia orgánica que realizan los organismos marinos a través de la fotosíntesis o quimiosíntesis. La producción primaria es el punto de partida de las cadenas tróficas.

Sistema sísmico: instrumental para relevamiento del fondo oceánico, que mediante la emisión de ondas acústicas permite obtener imágenes de la estructura y disposición de las capas que componen el subsuelo.

Terrazas: superficies subhorizontales que interrumpen, a diferentes profundidades, los fondos oceánicos más inclinados, como en la plataforma y el talud. Ellas se forman por variados procesos sedimentarios de acumulación y erosión relacionados a diferentes factores según el ambiente, como las transgresiones marinas en la plataforma y los procesos contorníticos en el talud.

Transporte en masa: término genérico que identifica diversos procesos de movilización por acción de la gravedad de sedimentos acumulados en zonas de altas pendientes del fondo oceánico. Incluye reptación de suelos, derrumbes, deslizamientos, flujos de detritos y flujos de alta densidad.

Turbidita: depósito formado por una corriente de turbidez, que es un tipo de flujo denso de agua y sedimentos que se desplaza por acción de la gravedad sobre las pendientes, en muchos casos en los valles de cañones submarinos.

Roberto A. Violante. Servicio de Hidrografía Naval.

José Luis Cavallotto. Servicio de Hidrografía Naval

Susana Marcolini. Servicio de Hidrografía Naval

LA PUERTA ENTRE ABIERTA





Llauto de plumas de loro barranquero y otras aves cosidas sobre faja de tela. Procedencia: Perú. Colección B. Muñiz Barreto.

Belleza emplumada: tejidos y plumarios en las colecciones arqueológicas del Museo

Ana Igareta

"... y también le arrancáh'al bicho tres plumas de la cola pa hacer un manojo que te colgáh'en el pescuezo. En seguida vah'a saber más cosas que las que te puedo decir, porque el corazón del caburé, con ser tan chiquito, está lleno de brujerías y de cencia"

Don Segundo Sombra
(Ricardo Güiraldes, Ediciones
Nuevo Siglo 1994:73)

A lo largo del tiempo y en distintas geografías, numerosas culturas han atribuido cualidades mágicas y maravillosas a los trajes y adornos hechos con plumas de aves. Leyendas de todo el mundo cuentan las proezas implicadas en la obtención de enormes o pequeñas plumas de colores y en la confección de ropajes, y cómo quienes los usan se ven favorecidos por la belleza, la fortuna o la sabiduría. En algunos casos, la posesión de una sola pluma alcanza para poner a la suerte del lado de quien la porta y su pérdida basta para desmoronar un imperio.

Para la arqueología, los plumarios –piezas realizadas combinando tejidos y plumas de diversos tamaños y colores– significan algo sutilmente diferente: poder. La enorme cantidad de tiempo y recursos que requiere la confección

Carátula: Falda tejida de algodón con apliques de tres discos de plata y plumas de guacamayo verde, guacamayo azul y guacamayo rojo cosidas en hileras. Estilo Chimú. Procedencia: Costa Norte de Perú. Colección B. Muñiz Barreto.



Anverso y reverso de un uncude algodón con plumas de pato criollo y gallito de las rocas cosidas formando diseños geométricos y con representación de tres personajes antropomorfos. Estilo Chimú. Procedencia: Costa Norte de Perú. Colección B. Muñiz Barreto.

de este tipo de piezas, la búsqueda y caza o captura de las aves, la obtención cuidadosa de cada pluma y la habilidad necesaria para la manufactura de un tocado, un manto o una falda sólo pueden ser sustentados por individuos poderosos. Ya fuera que formaran parte de una elite política, religiosa o administrativa, y tanto si las piezas les fueron ofrendadas voluntariamente como realizadas por obligación, su posesión y uso habría servido como indicador material de la existencia de individuos de un status particular dentro de su grupo. Los plumarios tienen su propio lenguaje



Detalle en el que se observa el tejido de algodón de base y por encima las costuras del hilo que sostienen por el cálamo cada una de las plumas, que se colocan yuxtapuestas.

y sus diseños cuentan historias no siempre sencillas de desentrañar.

Pero el uso de plumas como materia prima en la confección de textiles proporciona además evidencia sobre otros aspectos de la vida de las sociedades que los produjeron y los utilizaron. Por ejemplo, el hecho de que parte de las plumas de telas confeccionadas en la costa del Pacífico, provengan de especies de aves propias de la yunga, da cuenta de la existencia desde hace miles de años de amplios circuitos de circulación e intercambio entre las poblaciones que habitaron los territorios de Los Andes y el Amazonas. Otras plumas utilizadas son evidencias para los arqueólogos de la existencia de colonias de pingüinos en las costas de Chile y Perú, aprovechadas por milenios como recurso por las poblaciones locales.

La colección textil de la División Arqueología del Museo de La Plata incluye una pequeña pero interesante muestra de plumarios -tocados, adornos corporales, mantos y faldas- adquiridos por la institución hace más de un siglo. Algunas de las piezas se encuentran exhibidas en la Sala de Arqueología Latinoamericana y pueden ser disfrutadas en persona por los visitantes, mientras que el resto se encuentra en guarda en sus depósitos. Los ejemplares identificados más antiguos del conjunto corresponden

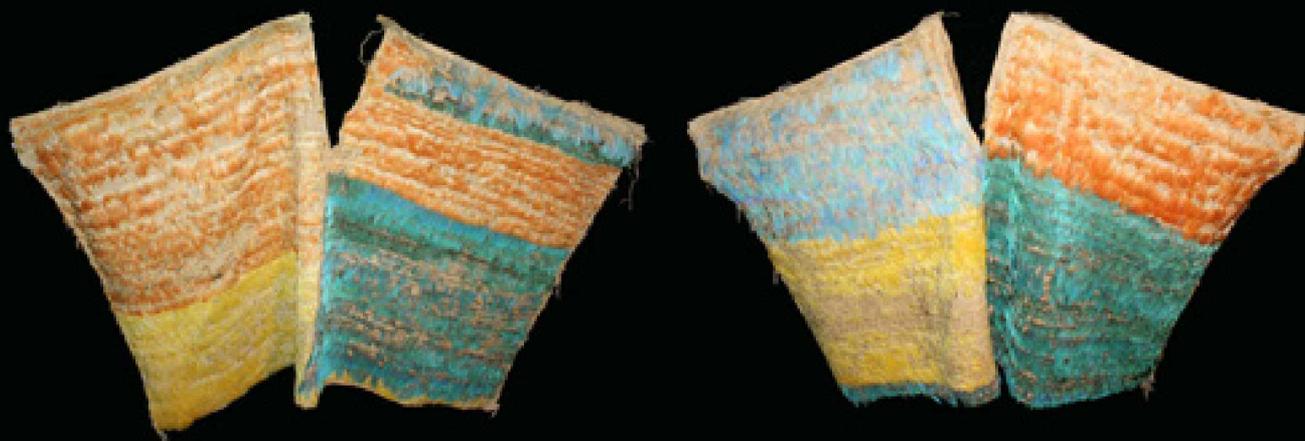


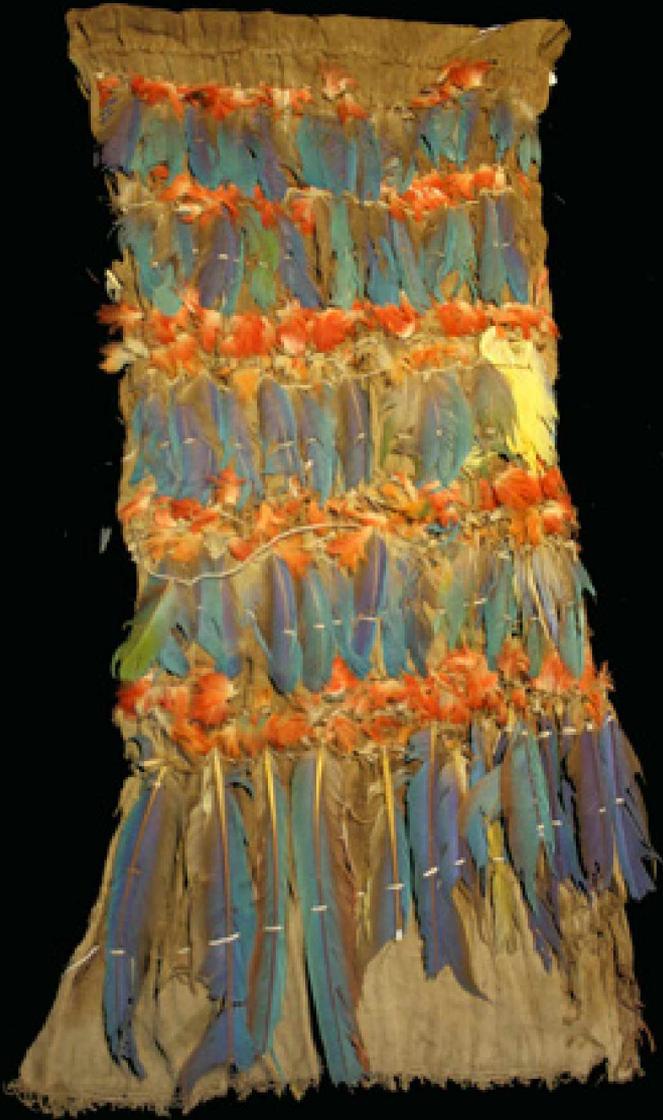
Chacana confeccionada con 39 secciones de cañas unidas entre sí con hilo de algodón por los extremos y recubiertas con plumas de calancate cararaja, loro hablador y guacamayo azul y amarillo. El diseño representa a dos personajes con trajes (un hombre y una mujer), dos aves bicéfalas en los extremos y un sol con rostro en el centro de la pieza. Periodo Republicano. Procedencia: Bolivia. Colección B. Muñiz Barreto.



Chacana formada por 35 secciones de cañas unidas entre sí por los extremos con hilo de algodón y recubiertas con plumas de guacamayo azul y amarillo en mosaico encolado; no se han podido identificar aún a qué aves pertenecen las plumas rojas. El diseño representa a cuatro personajes con llamativos trajes azules y amarillos y tres aves amarillas. Periodo Republicano. Procedencia: Bolivia. Colección textil DA, MLP.

Unco de tejido de algodón con plumas de guacamayo azul y rojo y de otras aves que no han podido ser identificadas aún. Las plumas fueron cosidas formando cuadros o bandas asimétricas y de colores contrastantes. Procedencia: Perú. Colección textil DA, MLP.





Fragmento de tejido de algodón con plumas de guacamayo rojo y azul cosidas formando guardas paralelas. Procedencia: Perú. Colección textil DA, MLP.



Panel textil, tal vez de un manto, de tejido de algodón con plumas cosidas formando un diseño geométrico escalonado. Estilo Nazca. Procedencia Perú. Colección Velazco.

Fragmento de tejido de algodón con plumas cosidas en tonos rosados y pardos, formando un diseño que recuerda a la imagen de aves en vuelo. No se han identificado aún a qué aves pertenecen las plumas. Procedencia: Perú. Colección textil DA, MLP.







Tocado de plumas dividido en tres secciones: un penacho de dos capas de plumas dispuestas en hileras y cosidas entre sí; un casquete cubierto de plumas cosidas a un tejido de algodón y un cubrenuca de plumas cosidas a un tejido de algodón con diseño de un personaje antropomorfo en el centro. Las plumas blancas y pardas son de pato criollo, las naranjas de gallito de las rocas y las azules de un ave que no ha podido ser identificada aún. Estilo Chimú. Procedencia: Costa Norte de Perú. Colección B. Muñiz Barreto.

a plumarios de unos 2000 años de antigüedad atribuidos a la tradición Nazca. La colección incluye también piezas producidas en tiempos del imperio Inca y otras pertenecientes al período colonial y al republicano. Cada cultura y cada período imprimieron a los plumarios rasgos característicos propios que, cientos de años después, siguen impactando por su belleza.

Los plumarios presentados en esta oportunidad proceden de distintos sitios de Perú y Bolivia e incluyen llautos, chacanas, penachos y uncus, en los que las plumas fueron cosidas por su cálamo –la parte rígida y hueca–

a un tejido de algodón. Dependiendo del ave del que provienen las plumas y del tipo de plumas –de vuelo, de contorno o plumón– el diámetro del cálamos puede variar entre menos de 1 y 5 mm, y cada uno es sostenido individualmente con un punto de hilvanado a la tela. Los llautos son piezas angostas y largas que se utilizaban a modo de vincha para sostener ornatos en la cabeza. Las chacanas son adornos corporales que se usaban –y aún se usan– cruzados en bandolera sobre el pecho durante rituales y ceremonias. Se las confecciona recortando una por una plumas que son luego pegadas a secciones cortas de caña for-



Penachos de plumas y fibra vegetal trenzada. Procedencia: Perú. Colección textil DA, MLP.

mando diseños; método denominado mosaico. Los *penachos* son adornos de plumas y fibra vegetal trenzada y unidas entre sí por entorchado, un sistema de soporte que requiere que el cálamo de cada pluma sea envuelto con un cordel que después se trenza con otros para darle soporte a la pieza. No se conoce con exactitud su uso pero se estima que podrían haber formado parte de adornos cefálicos. Los *uncus* son prendas sin mangas semejantes a un poncho corto que cubre pecho y espalda y han sido empleados desde hace siglos por diversos grupos de toda el área andina.

El Equipo Textil de la División Arqueología del Museo está integrado por las licenciadas Jorgelina Collazo y Analía Quaranta y el Museólogo Juan Ignacio Pérez Galetta, quienes desde hace más de cinco años se encuentran abocados a la puesta en valor de las colecciones textiles del Depósito 25 de la División. La incorporación a la actividad del Dr. Diego Montalti, Jefe de la Sección Ornitología de la División Zoología de Vertebrados, hizo posible la identificación de las especies de las que provienen las plumas y el desarrollo de un plan interdisciplinario de manejo y conservación de los plumarios.



Penachos de plumas y fibra vegetal trenzada. El de la izquierda incluye plumas de guacamayo barbazuil; no se han identificado aún a qué aves pertenecen las plumas del penacho de la derecha. Procedencia: Perú. Colección textil DA, MLP.

Ana Igareta

Encargada de colecciones Depósito 25, División Arqueología, Museo de La Plata. FCNyM.

Investigadora Asistente CONICET, HITEPAC, FAU. UNLP

Fotografías: Matías Hernández, EAH, División Arqueología.

Mor(F/B) o Intento de ensayo rizomático



Verónica S. Lema

Quienes investigan las relaciones entre sociedades humanas y plantas en el pasado son usualmente llamados arqueobotánicos. Muchos de ellos encuentran en los estudios morfológicos de semillas, frutos u otras estructuras vegetales, la base de las interpretaciones sobre cambios a lo largo del tiempo de esa relación, incluyendo procesos evolutivos como la domesticación. La biología molecular ofrece una oportunidad de reflexión interesante a diferentes enfoques de análisis. ¿Debemos declinar los estudios morfológicos por los genéticos? ¿La morfología engaña y los genes no? Un breve repaso por los morbos morfológicos de la mano de una arqueóloga que por más que quiera, no excava genes...

Pero los arqueólogos no excavamos ADN... esa es mi primera idea cada vez que leo una nota sobre evolución (deloquesea...) y genética molecular, el *boom* de las últimas décadas. Si, bueno, puede ser una desviación profesional mi afinidad por lo pasado y la reticencia a las actualizaciones (ese yugo constante de cualquier dispositivo electrónico) pero no, no excavamos ADN, no zarandamos nucleótidos, no hacemos un "tridi" a un polímero *in situ*¹. Recuerdo que cuando estaba haciendo mi tesis doctoral –que tocaba el tema de la domesticación de los zapallos criollos– y la misma se encontraba

en estado avanzado de preñez, me enteré que había un especialista en esos bichos (sí, los zapallos son bichos) y que no trabajaba lejos de donde vivía. Tome valor y lo fui a ver para chequear si estaba haciendo las cosas maaaas o menos bien, necesitaba su ‘bendición’ aunque no implicara besar un anillo. Muy amablemente me escuchó tartamudear sobre lo que sabía acerca de su especialidad y cómo quería estudiar la domesticación de esos bichos a través de estudios anatómicos y morfológicos, cualitativos y biométricos, aplicados a restos arqueológicos de semillas y frutos. Me prestó mucha atención y al final me dijo: “mirá, está muy bien lo que decís, pero es obsoleto, hoy por hoy tenemos que analizar y rastrear los códigos genéticos de estas plantas y ahí vamos a entender realmente el proceso, la morfología miente mucho y nos ha llevado por caminos equivocados muchas veces, por suerte estamos instalando máquinas para hacer molecular acá en el instituto así que cuando estén puestas a punto si querés te puedo dar una mano...” Creo que esto último lo comenzó a decir al notar que mi cara se iba derritiendo a medida que hablaba, estaba a pocos meses

de entregar mi tesis (no me quedaba otra si quería mantener un sueldo) ¡y el especialista me decía que lo que estaba haciendo no valía nada!

El cerebro es extraño...el mío, al menos. Como en un reflejo involuntario, esos que hacen que uno no mantenga la mano dentro del fuego o no siga apoyando el pie en una espina, mi cerebro ‘saltó’ y salió con esa frase de que no excavamos genes, a lo que él me respondió lo que yo ya sabía: que se habían reportado resultados exitosos en la extracción y secuenciamiento de ADN antiguo a partir de semillas. De vuelta el reflejo neuronal y le salí con una pequeña mentira, o una justa exageración: “bueno, pero la mayoría de los restos son carbonizados, en ese caso es imposible” y ahí muy tranquilo me dijo “ah bueno, claro, en ese caso sí”, es verdad que mi muestra era mayormente de restos secos, tanto como que la mayoría de los arqueobotánicos trabajan con restos chamuscados². Desde ese entonces creo que me fue fascinando más y más el engaño supuesto de la morfología, principalmente porque sobre ella operan las formas tradicionales de selección cultural –que son las que han incidido en gran parte de la diversidad del planeta- y porque siendo ella misma una noción moderna de Occidente, tiene mayor capacidad de dialogar con las lógicas nativas y tradicionales que la más modernísima genética. De hecho los cortocircuitos en el diálogo entre genetistas y biólogos “clásicos”, atravesados por la mismísima morfología, es motivo de diversos “chistes internos” que dejan a los biólogos moleculares mal parados.

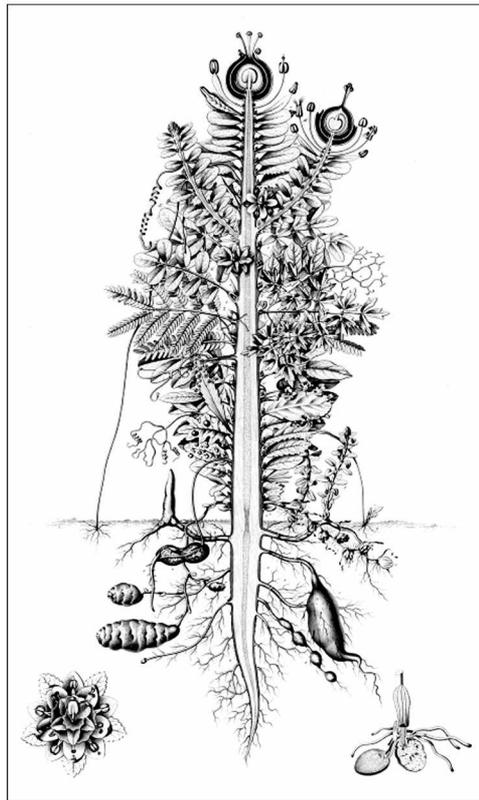
Este *affaire* con la morfología nació también por mi instinto de supervivencia, para no cortarme las venas con la hoja de afeitar con que estaba –de hecho- cortando en el laboratorio la semilla cientoypico de zapallo que había comprado en la verdulería de la vuelta de casa esa misma mañana... “¡si te vieran tus compañeros arqueólogos!” bromeaba mi codirectora ecóloga devenida en arqueobotánica... pero en ese mismo laboratorio donde trabajaba, saben decir que el mismísimo Rex González se paseaba raudo barajando miles de asuntos para, entre este y aquel, parar un segundo y decirle al pasar a los jóvenes estudiantes encorvados sobre los

tiestos que siglaban con plumín y tinta china: “nunca olviden que detrás de esos objetos hubo gente”... y como los fantasmas operan más allá de su volición, yo me repetía “no te olvides que detrás de ese zapallo hay gente”. Creo que ese acto de salvataje del tercer tipo disparó mi afición a la morfología vegetal y sus “contaminaciones humanas”.

La morfología también resultaba un campo de disputa en distintos planos, no solo entre procesos de diversificación y selección (el fenotipo es el resultado del acervo génico más las presiones ambientales, el mentado credo aprendido desde el día 1 en la facultad) y –además– entre selección cultural y natural, sino también entre corrientes teóricas en biología (que sí, ¡las hay!); entre neodarwinistas (las dominantes en el campo actualmente), dialécticos de los ‘70, o evo-devo post ‘90s. Incluso las teorías del “diseño inteligente” disputan la morfología cuando eligen al ojo como ejemplo clásico de órgano demasiado sofisticado para ser explicado por un modelo tan simple como el que postula que todo se origina básicamente por dos mecanismos: generación de diversidad/selección natural más algún toque de deriva génica, efecto fundador o cuellos de botella...no, no señores, ese ojo necesita de otro dentro de una pirámide, de un “Pierre Cardin celestial”. Saltacionistas versus gradualistas también se disputaron el campo de la morfología, sobretudo en paleontología, hermana nuestra en su atención primaria a las formas como principal código a partir del cual descifrar procesos pasados, morfotipo más, morfotipo menos.

De arquetipos y archaopteryx

Hace un tiempo el encuentro de una nota³ que remitía a la imagen que copio a continuación disparó este escrito, junto a reflexiones varias sobre el “morbo morfológico”. La imagen es apenas referida en el texto, pero bajo la misma se lee: “Una “planta arquetipo”: Johann Wolfgang von Goethe pidió al botánico francés Pierre Jean Turpin dibujar esta planta compuesta imaginaria, mostrando una diversidad de formas” (Fig. 1).



1. Planta arquetípica creada por P. J. F. Turpin que se publicó en las obras de Historia Natural de Goethe (Francia, 1837.)

No voy a mentir, tuve que constatar que fuera el mismo Goethe que el de “Fausto” y si, resulta que es el mismísimo y que Juancito Goethe resultó ser el padre de la morfología allá por el segundo tercio del siglo XVIII. Este “arquetipo vegetal” o “Urpflanze” (“planta primordial”) contenía elementos de todas las plantas –vasculares– que eran conocidas, lo cual asimismo permitiría derivar de este arquetipo todos los rasgos de las plantas conocidas... la parte y el todo que le dicen. Tal planta, claramente, nunca fue hallada, algo que a Juancito poco le importaba ya que consideraba que “la planta arquetípica, como yo la veo, será la más maravillosa creación en todo el mundo, y la naturaleza misma me envidiaría por eso. Con este modelo y la clave para el mismo, uno sería capaz de inventar plantas (...) las cuales, incluso si de hecho no existen, sin embargo podrían existir y no serían simplemente visiones e ilusiones pintorescas o poéticas, sino que tendrían verdad y lógica interna.”⁴, suena casi a ingeniería genética, ¿verdad? Más allá de esta “planta lógica”, el verdadero arquetipo en la propuesta de Goethe era la “hoja” –si, la

hoja con comillas- ya que de ella derivarían todas las estructuras de las plantas vasculares, principalmente las partes que componen a flores y frutos, salvo las raíces. El tiempo le dio la razón a Goethe, su propuesta fue confirmada posteriormente y, a pesar de los ajustes propios del paso del tiempo, la idea general subyacente de la “hoja” como principio generador abstracto, perdura en lo que se llama “teoría foliar”⁵. Lo llamativo es que el arquetipo venía a poder explicar las trasmutaciones permanentes que a Juancito –mucho antes que a Darwin o a Wallace– ya le quitaban el sueño: “*Deberíamos tener un término general con el cual designar este órgano diversamente metamorfoseado y con el que comparar todas las manifestaciones de su forma (...) también podríamos decir que un estambre es un pétalo contraído, como que un pétalo es un estambre en estado de expansión; o que un sépalo es una hoja del tallo contraída acercándose a una cierta etapa de refinamiento, como que la hoja del tallo es un sépalo expandido por la influencia de sabia más tosca*”⁶. Esta cita es del reconocido escrito “La metamorfosis de las plantas” (1790), mismo título que un extenso poema

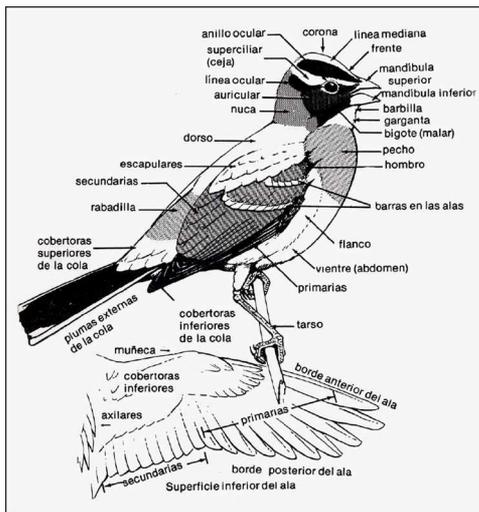


2. Pangrama visual de aves.

(¡!) de 1798 donde Goethe “condensa metafóricamente las conclusiones de su estudio”³. El poema tiene más de setecientas palabras, tan largo verso probablemente llegue a ser un pangrama, es decir, un texto que usa casi todas las letras posibles del alfabeto de un idioma. Siguiendo con la propuesta de Juancito de unir la estética visual a la ciencia⁷, consideremos los pangramas visuales⁸ (Fig. 2).

Éstos obedecen al principio de que los rasgos individuales de un campo completo de interés corresponden a las letras del alfabeto, en la imagen el campo de interés lo constituyen aves comúnmente encontradas a la vera de las rutas, las siluetas individuales de las aves corresponden a las letras del alfabeto y el arreglo de las siluetas en una representación pictórica total corresponde a todas las ‘letras’ usadas al unísono para crear una frase llena de sentido. Ahora bien, distinta es una imagen (Fig. 3), donde se busca ilustrar las partes que *puede tener* un ave usando una imagen más o menos realista, pero que ‘en realidad’ no corresponde a ningún ave verdadera que reúna todas las características señaladas en la “topografía de un ave” (y eso que la ilustrada es una potencial ave bastante restringida). Esa ave es un ejemplo de arquetipo.

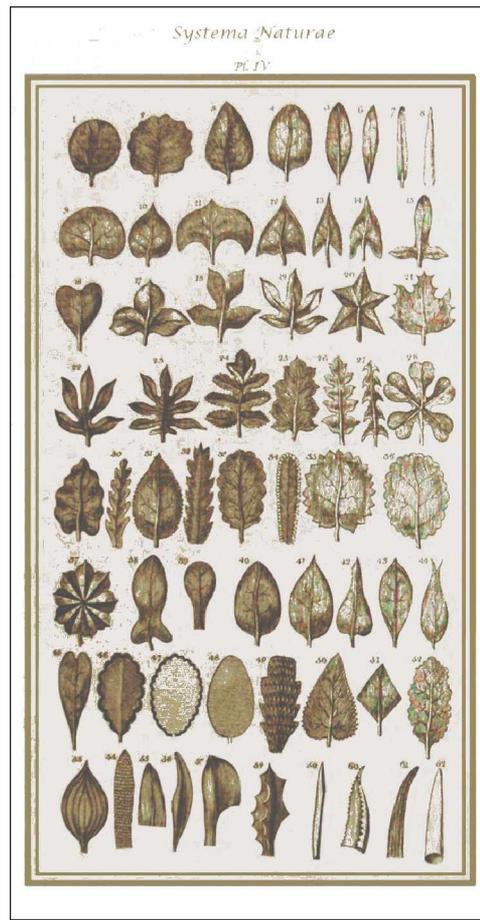
El corolario de ambas imágenes es que el pangrama visual es relacional mientras que el arquetipo es generativo, un arquetipo o prototipo a partir del cual distintas especies-específicas son modeladas. En ese sentido



3. Topografía de un ave arquetípica.

un arquetipo es un ideal morfológico que exhibe todas las características generales de un grupo de organismos, como la *Urpflanze* de Goethe, o el vertebrado arquetípico de Owen (1848)⁹. Pangrama y arquetipo son similares en que tienen una lista de rasgos visuales combinados en una imagen total, pero el arreglo de estos rasgos en el arquetipo es definitivo, funcional y generativo, mientras que en el pangrama el arreglo procura ilustrar la totalidad delineando claramente las individualidades sin pretender dar cuenta de por qué guardan relación entre sí. Resulta así relativamente fácil considerar que los pangramas serán más afines a la obra del sueco Linneo; basta abrir “*Systema naturæ*” (1735) en cualquier página y ¡voilà! he ahí el pangrama (Fig. 4).

Estas diferencias ya las había notado el propio Goethe, siendo una persona que afirmaba que “*La forma es un movimiento, un devenir, una cosa que pasa. La doctrina de las formas es la doctrina de la transformación. La doctrina de la metamorfosis es la clave para todos los signos de la naturaleza*”¹⁰ el trabajo de Linneo le pareciera necesario pero no suficiente. El pensamiento tipológico estático y mecanicista del sueco, chocaba con el pensamiento tipológico dinámico y fenomenológico del alemán. La mirada de Goethe-gestada en la *Naturphilosophie* o Filosofía de la Naturaleza, forjada en el Idealismo y el Romanticismo, e influenciada también por la filosofía spinoziana escapaba de la alienación del mundo natural, propia del enfoque cartesiano convencional, proponiendo una



4. “*Systema Naturae*” (Carlos Linneo, 1735).

forma de identificación entre el observador y lo observado como el camino hacia un conocimiento más profundo y unificador de la naturaleza, conjugando empirismo e imaginación como método¹¹.

Volviendo a “*La metamorfosis de las plantas*”, Juancito nos dice: “*Al ver tanto crecimiento nuevo y floreciente, volví a mi viejo concepto y me pregunté si no podría arriesgarme con mi planta arquetípica. Debe haber tal planta, después de todo. Si todas las plantas no estuvieran moldeadas en un solo patrón, ¿cómo podría reconocer que son plantas?*”. La *Urpflanze* se nos aparece así como arquetipo que permite reconocer lo que es una planta –vascular, al menos- la precuela de una mirada de transformaciones, el arquetipo está contenido, como potencia, dentro de una “naturaleza interna” que establece las formas de las plantas. Pero también para Juancito las formas obedecen al medio que hace a la constitución de la planta, el desarrollo de formas orgánicas siempre procede “desde adentro hacia afuera” y “desde afuera

hacia adentro”¹². En el espíritu de Spinoza, estaba proponiendo que la naturaleza se puede concebir de dos maneras: como poder creativo y como producto creado, de ahí que sus ideas sean hoy reivindicadas en el campo de la biología evolutiva del desarrollo (o *evo-devo* para la gente del barrio).

La *Urpflanze* de Goethe no apareció nunca en el registro fósil, pero sí apareció el *Archaeopteryx* una suerte de ave/reptil en piedra que era la unión antes de que se separara lo que la barra (/) une en este “hibrido precoz” que más que arquetipo, resultó ser un prototipo –no es de extrañar que haya quienes dicen que la teoría evolutiva resultó ser la morfología goethiana corriendo en tiempo geológico¹³- pero también un prototipo díscolo, ejemplo clásico de “exaptación”. En este sentido, las plumas del *Archaeopteryx* habrían servido para otras funciones, como regular la temperatura, pero no para volar, eso vendría mucho después en el tiempo. A veces ocurre que, a diferencia de las plumas, ciertas estructuras no tienen tan buena suerte y se extinguen, o bien entran en un nuevo set de relaciones que las salva (porque extinguirse es también quedarse sin relaciones).

Este último es el caso de los denominados “fantasmas de la evolución”, los cuales se hacen presentes, no ante una tabla güija, sino ante la mano del ser humano que salva a un morfo de su extinción. Ocurrió así con los frutos que alimentaban a la megafauna y luego fueron salvados por los humanos, pero sin que se alterara su morfología, la cual delata al “fantasma” que completa la relación que toda forma guarda como un origami que encuentra la explicación de su apariencia actual en relaciones de antaño. Si hacemos un esfuerzo, en la palta vemos al megaterio...y en el zapallo al mastodonte.

Epílogo

Algo que siempre me gustó de la morfología es que se relaciona con mirar, con mirar mucho, con mirar con atención, con contemplar e intuir relaciones más allá de lo que se ve (y si, acá todos pensamos en la famosa frase del principito). Tanto a Goethe como a Darwin y Wallace que se extasiaron en la diversidad de formas y transformaciones, el mecanismo causal era eso esencial invisible a los ojos. Hoy podemos decir que si bien todos ellos propusieron opciones para explicar el por qué, ninguno la embocó, todavía no se reconocía el trabajo del sacerdote checo y sus guisantes, porque así es: el padre de la genética, Gregor Mendel, era un cura católico y llegó a los principios básicos de esta disciplina cruzando plantas... parece que la mera contemplación piadosa no le alcanzaba para explicar la diversa obra de Dios.

Los arqueólogos no excavamos genes, encontramos guisantes lisos o rugosos y procuramos ver las manos que los posibilitaron, sean estas humanas o no... porque un polinizador tampoco se ve atraído por una secuencia de nucleótidos... Hoy por hoy parece que la morfología es la metáfora de la genética y que como tal puede no ser verdadera, hay que convertirla en modelo y probarla en un secuenciador. Así, habrá resultados que sean coherentes con lo que las formas sugerían y habrá otros que irán en otra dirección. En este último caso alguien probablemente dirá “¡Ajá! te agarré verdad!

y conforme con eso quedará sin saborear el encanto de saber cómo un “engaño morfológico” permitió, sobrevivió y materializó todo un proceso de cambio evolutivo que, “en realidad”, pasaba por otro lado... porque como saben decir: (constatar) una cosa no quita la otra.

Ni Goethe, ni Darwin, ni Wallace, necesitaron saber genética para reconocer procesos de cambio que en gran parte son aceptados hasta el día hoy. Ni el campesino, el polinizador o el predador necesitan saber qué es una base nitrogenada para ser los artífices de la evolución y la domesticación. Por todo ello el morbo morfológico sigue presente, entre la verdad y el engaño, la metáfora y el modelo, la causa y la consecuencia, el cucharín y el secuenciador, entre los guisantes, los pinzones y las flores... entre ceja y ceja. ◆

Notas

¹ Esto refiere a la práctica de registro arqueológica cuando se encuentra durante la excavación un artefacto, rasgo o estrato cuya posición en tres dimensiones (X,Y,Z) es registrada en el mismo lugar donde se realizó el hallazgo.

² Como la ciencia avanza que da calambre hoy por hoy sí se ha logrado extraer ADN de forma exitosa a partir restos vegetales arqueológicos carbonizados.

³ Ledford H. 2018. Botanical renaissance *Nature* 553: 396-398

⁴ J.W. Goethe, en una carta de 1787 al filósofo J. G. Herder, citado en Mueller y Engard, 1952, tomado de Dornelas M. y Dornelas O. 2005 From leaf to flower: revisiting Goethe's concepts on the "metamorphosis" of plants. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17(4):335-343

⁵ Dornelas y Dornelas 2005

⁶ Dornelas y Dornelas 2005

⁷ Miller G. 2009 Introduction En: The metamorphosis of plants, Johann Wolfgang Von Goethe. Library of Congress Cataloging. Spain

⁸ <https://grahamshawcross.com/2013/06/28/archetypes-and-visual-pangrams/>

⁹ Riegner M. 2013 Ancestor of the new archetypal biology: Goethe's dynamic typology as a model for contemporary evolutionary developmental biology. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44: 735-744

¹⁰ J. W. von Goethe (quoted in Richards, 2002, p. 454) en Riegner 2013

¹¹ Miller 2009

¹² Miller 2009

¹³ Miller 2009

¿Sabías que...

Trazas fósiles

En la ciudad de Olavarría, provincia de Buenos Aires, se encontraron las primeras trazas fósiles de Argentina correspondientes a la Fauna de Ediacara. Con este nombre se conocen las formas multicelulares más antiguas que colonizaron prácticamente todos los mares del planeta, y que fueron descubiertas originalmente en el yacimiento de Ediacara cerca de la ciudad de Adelaida, en Australia.

Los ejemplares de Olavarría se encontraron en las inmediaciones de la empresa Cementos Avellaneda S.A, en rocas silicoclásticas de la Formación Cerro Negro que forman parte del Sistema de Tandilia. La preservación, la morfología general, el número de muestras, su forma y clases de tamaño son similares a las observadas en las muestras típicas de todo el mundo (Rusia, Canadá, Australia, entre otros).

La presencia de conjuntos de fósiles de Ediacara en Brasil, Namibia, Antártida y por primera vez en Argentina, refuerza la hipótesis de una vía marítima que se conectó con un paleo-océano llamado Clymene a fines del Ediacareano (entre 635 y 541 millones de años).

Además de su indudable importancia paleogeográfica, la biota de Ediacara de la Formación Cerro Negro abre un nuevo camino para nuestra comprensión de la composición y la ecología de la vida en ambientes de aguas

*Trazas fósiles de *Aspidella* encontradas en Olavarría.*

poco profundas desarrollados en las primeras cuencas marinas del paleocontinente de Gondwana.

Artículo completo <http://www.nature.com/articles/srep30590>.

María Julia Arrouy (Centro de Investigaciones Geológicas, FCNyM. CONICET)



Algunos aportes al conocimiento de la evolución de la biodiversidad: Un debate en contexto...



Carlos A. Zavaro Pérez

La diversidad de especies con las que convivimos nos han llevado a preguntarnos sobre el origen de la vida, inspirando, a lo largo de la historia, múltiples respuestas que comprenden tanto la cosmogonía de pueblos originarios, hasta las explicaciones científicas sobre la evolución que justifica el origen común de todas las especies en base a relaciones históricas compartidas. Estos argumentos no sólo son resultado de los aportes de la ciencia al conocimiento, sino que también son el producto de los contextos socio políticos en que se formulan y de la legitimidad de los paradigmas vigentes.

La diversidad de especies con las que compartimos el mundo en que vivimos y la variabilidad existente en sus poblaciones ha sido una gran incógnita para el hombre, que en su afán de comprender cuanto le rodea, ha elaborado diversas respuestas como expli-

cación al origen de la vida y a los fenómenos de la “realidad” que les circunda. La ciencia no ha logrado llegar a un acuerdo respecto del número de especies que existen (y que incluye también al registro fósil). Muchos científicos coinciden en que se conocen alrededor de 1.8 millones, aunque otros en base a cálculos matemáticos sostienen que esa cifra es notablemente superior; sin embargo, el propósito de estas líneas más que resolver esta incógnita apunta a rastrear algunas de las respuestas más relevantes a la pregunta acerca del por qué existe tal diversidad y a analizar cómo estos argumentos han estado influenciados por el contexto histórico en que fueron formulados.

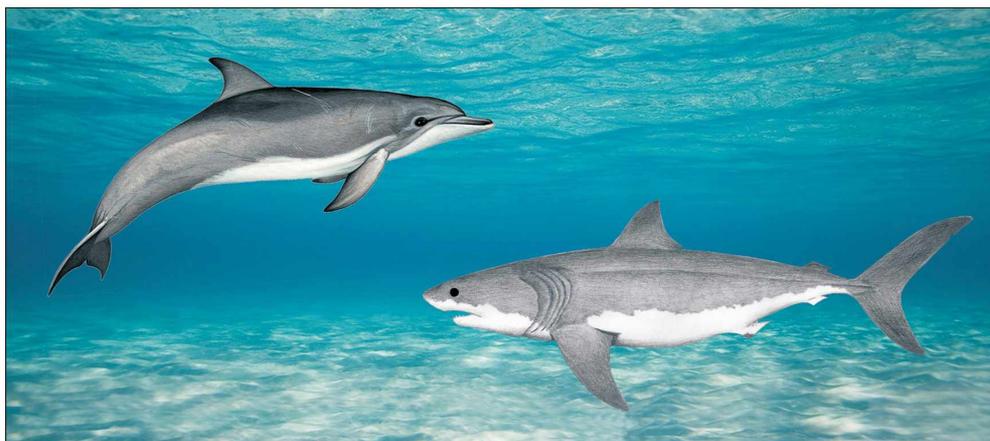
El creacionismo como Respuesta

La búsqueda de respuestas de los primeros homínidos a todo lo que les resultaba incomprensible del mundo con el que comenzaban a interactuar de manera racional fue el origen de lo que llamamos conoci-

miento mágico. Los relatos cosmogónicos de muchos pueblos, que han perdurado hasta nuestros días por tradiciones orales, responsabilizan del origen de la biodiversidad a un hacedor o Creador, que incluso se ha logrado metamorfosear con las plantas y animales propios de aquellos lugares en los que han sido forjadas estas tradiciones y que a su vez han dado lugar a rituales con muy variados propósitos. En este proceso que resulta sumamente complejo se han ido urdiendo y configurando muy diversas creencias y representaciones en torno a lo real, como resultado de modos muy complejos de concebir el entorno desde la dualidad material y espiritual omnipresente en el hombre como ser social. En este proceso tradiciones, ritos, valores, miedos, expectativas, normas y simbolismos se han ido amalgamando hasta configurar una enorme diversidad de culturas (monoteístas, politeístas, deístas, ¿agnósticas?), que a su vez se han diluido y combinado con otras tradiciones y modos de organización social (teocráticos, laicos, democráticos, matriarcales o patriarcales) cuyo análisis escapa con creces a la posibilidad de esta reflexión a fin de no pecar de reduccionistas.

No obstante el creacionismo derivado de algunas de estas ideas primigenias con todo su sincretismo y universalidad fue durante varios siglos el pensamiento hegemónico. La idea de un ser supremo creador de todas las especies, marcó gran parte de nuestra historia como civilización y contribuyó a instalar en los albores de la filosofía clásica, corrientes de pensamiento como el fijismo, que sostenía que estas “creaturas” eran inmutables y por tanto concebidas tal como hoy las conocemos, entendiendo a la variabilidad como desviaciones de un arquetipo previamente diseñado.

Los aportes de teólogos y naturalistas durante varios siglos abonaron la idea de que esta diversidad fue resultado de un único acto de creación, a tal punto que un clérigo de nombre Ussher, arzobispo anglicano de Irlanda del Norte, calculó en 4004 años aC. la fecha exacta de la creación basándose en la secuencia de cronologías de los descendientes de Adán y Eva según las edades que figuran en el Antiguo Testamento. Bajo esta



1. El cuerpo fusiforme de especies tan diferentes como un tiburón (condictio) y un delfín (mamífero) resulta sumamente exitoso en el medio acuático y constituyen analogías funcionales asociadas al ambiente.

concepción del mundo, el teólogo William Paley propuso la idea del Diseño Inteligente, planteando que estructuras tan complejas como el ojo sólo son posibles como resultado de un diseño previo. Este planteo, conocido como “complejidad irreductible”, apela a la metáfora de que la existencia de un reloj remite inevitablemente a la de un relojero que lo construya y si bien data de principios del siglo XIX, aún tiene numerosos seguidores a pesar de que no constituye una teoría en si misma.

Aristóteles en la génesis de un debate trascendental...

Probablemente una de las más grandes influencias en la lectura del mundo desde la filosofía, haya sido la teleología de Aristóteles, quien propuso un conjunto de causas (formal, material, eficiente y final) concatenadas que da cuenta de la finalidad de las estructuras morfológicas en los seres vivos y de su importancia en relación al entorno en que viven. La idea de la causa final, fue retomada por el creacionismo constituyendo un pilar en la fundamentación de la perfectibilidad de la Creación.

También los aportes de Aristóteles, abonaron la idea de que estos caracteres, entendidos como adaptaciones, constituyen una respuesta de los organismos al ambiente, de tal manera que pueden ser adquiridos y heredados por los individuos tal como sostenía Lamarck. Esta mirada contribuyó

a inaugurar uno de los debates más trascendentales del Iluminismo en las ciencias naturales, la relación estructura–función, que fue protagonizado por eminentes naturalistas como Cuvier y Geoffroy.

Para Cuvier, la función que desempeña un órgano/estructura, constituye la razón que justifica su complejidad, de este modo la anatomía del cuerpo fusiforme de un tiburón, un pingüino o un delfín responde a un arquetipo particular que es eficiente en garantizar su desplazamiento en el agua porque cada una de sus partes (análogas) están perfectamente encastradas al haber sido “diseñadas” a tal efecto. Tal como suponemos, este razonamiento requiere al menos de una mirada teleológica de la vida en toda su diversidad taxonómica y estructural (Fig. 1).

En las antípodas, Geoffroy sostenía que la función es el resultado de sucesivas modificaciones estructurales en la arquitectura de un órgano o “unidad de plan”. Esto es: las aves han sido capaces de volar gracias a la anatomía particular de sus alas, pero éstas no fueron diseñadas para el vuelo, sino que son el resultado de una transformación sucesiva durante la cual pudieron “ensayar” nuevas funciones (analogía estructural). El debate entre funcionalismo y estructuralismo, que protagonizó la escena de la vida académica durante gran parte del siglo XIX en países como Francia, Alemania y el Reino Unido, puso en crisis el paradigma de la creación, porque muchas de las evidencias contribuyeron a inclinar la balanza a favor del estructuralismo (Fig. 2).

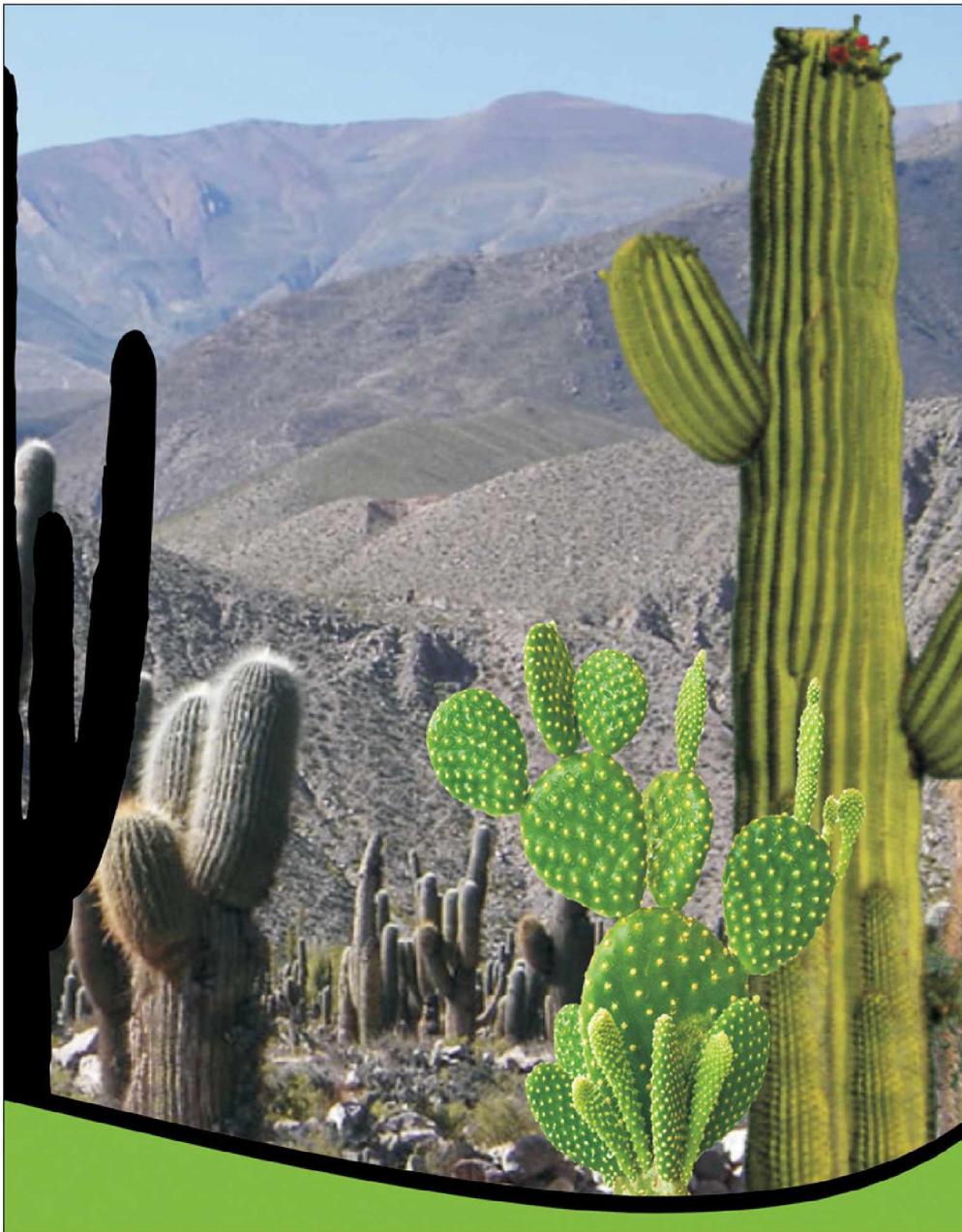


2. Aves de gran porte como ñandúes y avestruces a pesar de tener alas enormes son incapaces volar. El vuelo entonces pudo haber sido una función secundaria de las alas, cuya estructura en principio pudieron ser útiles en disipar el calor corporal y mantener el equilibrio.

Las ideas revolucionarias y la revolución Darwinista...

Uno de los naturalistas más influenciados por las repercusiones de este debate fue Charles Darwin, un joven convencido de las ideas de Paley al embarcarse a bordo del Beagle. La travesía de casi cinco años, lo llevaría a visitar las costas de América, pisando tierras argentinas y en especial de las Islas Galápagos, un archipiélago bañado por las aguas del Pacífico a poca distancia del continente. El viaje no sólo modificó de manera radical su forma de pensar e interpretar las causas que permiten explicar la diversidad en base a las evidencias encontradas, sino que a su regreso a Inglaterra y con algunos años de más, escribió la obra que no sólo lo consagró como uno de los más célebres naturalistas del siglo XIX, sino que revolucionó las ciencias naturales, constituyéndose en el gran paradigma de la biología: la teoría de la evolución.

Impulsado por algunos naturalistas



3. A diferencia del enfoque tradicional que interpreta la presencia de espinas en los cactus como una respuesta al ambiente desértico en que viven para evitar la transpiración, podría sostenerse que éstos han logrado evitar el exceso de transpiración debido a que sus hojas se han transformado en espinas. Este juego de palabras, que parecería un trabalenguas, supone uno de los cambios más importantes en el enfoque de la biología y en el inicio del fin del llamado programa adaptacionista.

amigos y en especial por una carta de Alfred Wallace donde le comenta algunas ideas semejantes a las que él estaba trabajando, presenta en una reunión de la Real Academia de Ciencias y en conjunto con el propio Wallace (aunque en ausencia de ambos), la idea de la descendencia con modificación como explicación al origen de la diversidad de especies. Un año más tarde, en 1859, publica formalmente esta teoría bajo el nombre de “El origen de las especies por medio de la

selección natural o la preservación de las razas preferidas en la lucha por la vida” (Fig. 3).

“*Nada es posible sino a la luz de la evolución*”. Esta frase de uno de los más grandes biólogos evolucionistas neodarwinianos, Theodosius Dobzhansky, resume el concepto de paradigma: una suerte de sistema de teorías que conforma las bases conceptuales o los marcos teóricos desde donde es posible interpretar el mundo y formular las hipótesis que estructuran el diseño de cualquier inves-

tigación. Los paradigmas una vez instalados y legitimados por la comunidad científica suelen ser poco cuestionados. A este fenómeno Thomas Kuhn lo llama período de ciencia normal y lo define como aquellas etapas durante las cuales la ciencia formula y contrasta hipótesis, aunque sus conclusiones no alteran aquellos supuestos en que se basan las preguntas de investigación.

Muchas han sido las contribuciones de la ciencia moderna sobre el modo en que las especies biológicas han evolucionado y se han diversificado a partir de un antecesor común. Gran parte de ellas tienen su génesis en la revolución epistemológica acontecida tras la publicación de las ideas de Darwin como consecuencia de su controversial repercusión en la academia, la iglesia y la prensa. Si bien estos enunciados tienen sustento en las observaciones del material coleccionado durante sus expediciones, en sus apuntes de campaña y en la influencia del debate con sus colegas y amigos, tampoco puede obviarse el contexto histórico en el que fueron formuladas.

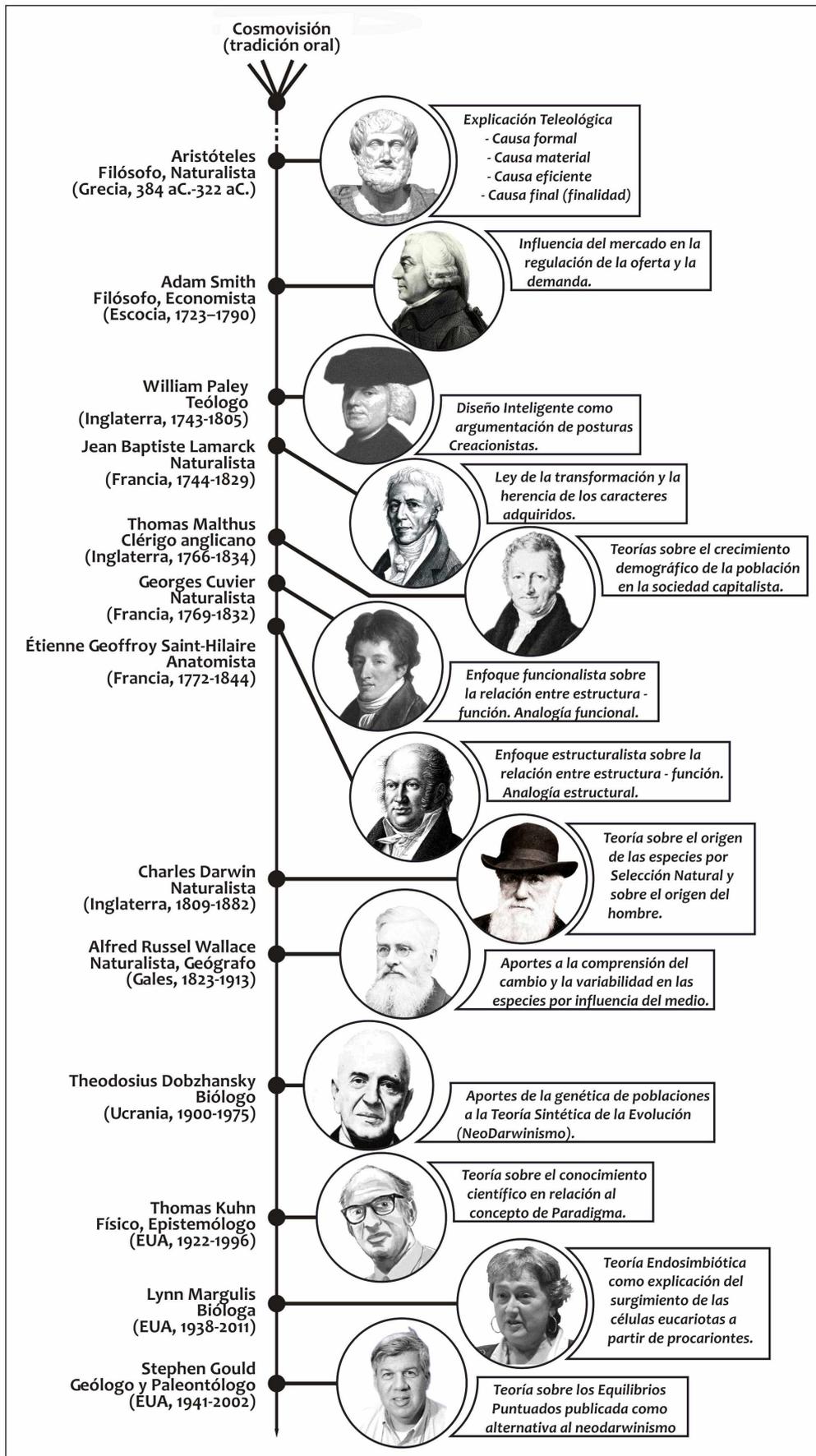
La repercusiones del debate entre

Geoffroy y Cuvier sobre las adaptaciones morfológicas que aún reverberaban a fines del siglo XIX y el escenario histórico en que Darwin publica su obra: un capitalismo pujante por la incipiente revolución industrial que comienza a consolidarse como modelo económico, terminan por condicionar la visión de Darwin sobre el mundo. En este contexto tienen especial influencia dos autores provenientes de las ciencias sociales, Thomas Malthus que planteaba la finitud de los recursos respecto del crecimiento demográfico y Adam Smith, cuyos aportes en relación al modo en que la oferta y la demanda regulan el mercado terminan por condicionar las reflexiones de Darwin en relación a la selección natural, al sostener que sólo los individuos más aptos son capaces de acceder a los recursos (limitados) del ambiente en que viven, transmitiendo a su descendencia exitosamente aquellos caracteres que les han permitido sobrevivir.

Bajo esta teoría subyace la idea de que es la competencia –característica del capitalismo– quien inexorablemente ha garantizado la selección en el tiempo de las novedades evolutivas de mayor valor adaptativo y que éstas no sólo constituyen la base de la diversificación de la biodiversidad, sino también del modo en que estas especies han logrado una sintonía con el ambiente que les ha permitido sobrevivir, extinguiéndose en ese proceso aquellas que no han logrado ser exitosas (Fig. 4).

De la competencia a cooperación...

La explicación darwinista sobre la diversidad de las especies requiere necesariamente de procesos de acumulación progresiva y gradual de cambios exitosos y si bien los registros fósiles que dan cuenta de la evolución, datan de millones de años atrás, existen evidencias de eventos que parecen haber acontecido en muy poco tiempo. Si esto no fuera cierto, entonces sería muy difícil entender bajo el supuesto de un único origen de la vida (monofilia), cómo a partir de células muy simples (como las células procariotas) pudo haberse originado



4. Protagonistas de la ciencia

la enorme diversidad de organismos con células eucariotas entre los que se encuentran microorganismos unicelulares (protozoos y levaduras) organismos coloniales como algunas algas y organismos pluricelulares muy complejos como la mayoría de las plantas y animales.

Según postula la llamada teoría endosimbiótica, algunos organismos unicelulares procariotas (en ese entonces todos los seres vivos eran unicelulares) en lugar de producir sus propios nutrientes mediante fotosíntesis, pudieron haber engullido a algunos con quienes compartían el hábitat. Esta vez, algunas de las células engullidas lograron sobrevivir en su interior y no ser digeridas, conformando una suerte de comunidad a la que aportaron nuevas funciones como la respiración y la fotosíntesis, complejizando la estructura del nuevo organismo unicelular. Si bien estos eventos fueron resultado del azar y pudieron estar condenados al fracaso, aquellos organismos que lograron sobrevivir y reproducirse transmitieron las nuevas adquisiciones a la siguiente generación. Una de las evidencias más importantes que abona

esta teoría es la existencia, en estas células, de diferentes tipos de ADN.

De esta manera, un evento acontecido en un escenario caracterizado por la competencia, termina originando, azarosamente, una relación cooperativa entre organismos en un breve lapso de tiempo. Esta teoría, que constituye uno de los aportes más significativos a la concepción de la evolución, ha logrado compatibilizar desde el punto de vista argumental tanto con el gradualismo que requiere la selección natural, como el saltacionismo que explica aquellos eventos de gran complejidad que acontecen en lapsos muy breves de tiempo. Por supuesto, la genialidad de esta teoría tampoco es ajena al contexto social en que fue formulada durante la década de los sesenta.

La crisis del capitalismo liberal, especialmente en los Estados Unidos, el rechazo social a la guerra de Vietnam y la resistencia de los jóvenes ante el descontento de un mundo sumamente competitivo, injusto y desigual, promovió la explosión del hipismo: una corriente contracultural que en poco tiempo logró configurar una manera más solidaria de establecer y pensar las relaciones humanas. La condena a la guerra, la apología a la paz y la cooperación, inundó el imaginario de una parte de la juventud y se convirtió en un fenómeno que revolucionó la sociedad bajo el paradigma de que la cooperación podía constituirse en un camino más justo para el desarrollo y la convivencia. Es en este escenario en que la treintañera Lynn Margullis, publica lo que años más tarde representó uno de los más importantes aportes a la biología evolucionista.

La realidad como contexto de la construcción teórica...

Si bien la cooperación en la teoría de Margullis representó una manera radicalmente diferente respecto del darwinismo, de explicar la complejidad en un período de tiempo muy corto, sus enunciados nunca contradijeron el paradigma dominante, a tal punto que incluso la autora sostuvo explícitamente que la teoría de la evolución por medio de la selección natural no estaba equi-

vocada, sino incompleta. Esta idea de que muchos de los grandes cambios evolutivos ocurren en tiempos geológicos muy breves fue posteriormente desarrollada por autores como Stephen Jay Gould y Niles Eldredge, bajo el nombre de equilibrios puntuados en lo que ha sido uno de los ejes teóricos más relevantes que permiten complementar las explicaciones sobre la evolución de los grandes grupos.

La posibilidad de compatibilizar argumentaciones diversas sobre procesos y fenómenos concretos que lejos de invalidar un marco teórico lo complementan, constituye uno de los ejemplos de cómo se han ido configurando las teorías y en especial de la manera en que se construye el conocimiento científico. Hoy las explicaciones sobre la evolución no sólo combinan la selección natural darwinista y los aportes del neodarwinismo que contempla la genética, las hipótesis sobre la acumulación de cambios diferenciales en las poblaciones y la especiación a partir de mecanismos de aislamiento, también incluye postulados saltacionistas, aportes de la simbiogénesis (teoría endosimbiótica) y en los últimos años, numerosas contribuciones de la biología molecular en la comprensión de los mecanismos de la herencia genética y la epigenética (cambios heredables ligados a la molécula de ADN pero no a la información contenida en la doble hélice). Si bien los postulados de éstos últimos exceden el propósito de estas letras, estas últimas contribuciones son el resultado directo del contexto tecnológico en que se han logrado formular y contrastar sus hipótesis.

Claramente, la idea de una ciencia objetiva y neutral, que aporta una visión irrefutable de la realidad hoy constituye una falacia. La realidad no sólo es una construcción relativa basada en la legitimidad que aportan los consensos dentro de cada campo disciplinar, sino que la ciencia como forma de conocer el mundo se ha ido equiparando a otros tipos de conocimiento que son igualmente válidos, a tal punto que la idea de la existencia de un único método científico (monismo) capaz de garantizar objetividad en la formulación de sus teorías ha sido progresivamente sustituida por la de una ciencia mediada por herramientas propias

de cada disciplina que van configurando una manera particular de trabajar y de imponer tradiciones. Estas tradiciones no sólo son transmitidas de una generación a otra, sino también cuestionadas por quienes producen conocimiento en ese campo disciplinar e interpelados por los contextos históricos, económicos y políticos que condicionan las diferentes maneras de pensar el mundo y de plantearse interrogantes respecto de él.

Así, la ciencia no es más que una aproximación provisoria y perfectible de hipótesis sobre “la realidad”, una construcción subjetiva que por su carácter social necesariamente requiere de la convalidación de pares. Esto no significa que la realidad sea inexistente como han sostenido algunas corrientes de pensamiento y menos aún que existan tantas realidades como sujetos. La relativización de la realidad se remite entonces a la posibilidad de formular construcciones teóricas que pueden o no ser sometidas a contrastación empírica y que son válidas sólo bajo ciertos paradigmas que están influenciados por el contexto en que fueron formulados y que se sostienen en el tiempo en la medida en que son legitimados por el resto de la comunidad científica, constituyendo un ejemplo de perfectibilidad de la ciencia misma. ◆

Lecturas sugeridas

Ayala, F.J. (1994) La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética. Ediciones Temas de Hoy, S. A., Madrid. 237 pp.

Crisci, J.V. y L. Katinas (2010) Darwinismo y Religión: ¿Autonomía, Fusión o Conflicto?, *Anales Acad. Nac. de Cs. Ex., Fís. y Nat.*, tomo 61: 13-17.

Darwin, C. (1859) *On the Origin of Species*. London: Murray.

Gould, S.J. (1983) *El pulgar del Panda*. H. Blume Editores, Madrid.

Margulis, L. (2002) *Planeta simbiótico: un nuevo punto de vista sobre la evolución*. Madrid. España: Editorial Debate.

Carlos A. Zavaro Pérez
División Plantas Vasculares, Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP

Los bustos del Museo de La Plata

El visitante atento a la fachada del Museo de La Plata no dejará de advertir, a ambos lados de la misma, dos series de seis bustos o retratos escultóricos de distinguidos naturalistas. Dichas representaciones iconográficas se alojan en espacios cóncavos (hornacinas), cada uno contenido por un marco circular flanqueado por columnas. Los bustos muestran ramas de laurel en su base, indicativas de la grandeza de los personajes representados (Fig. 1). Para Luciano Passarella estas representaciones constituyen un “programa iconográfico sincrético”, destinado a transmitir la cosmovisión de la Generación del '80 al público visitante. “Los científicos elegidos para ser representados pertenecen a la corriente positivista y son, a la vez, relativamente recientes. Este aspecto indica que existe una confianza en la ciencia del presente como base para el progreso futuro. Se percibe un clima de época –la Belle Époque europea– confiado en la ciencia como factor de progreso y adelantos...” Más adelante señala: “La idea del Perito Pascasio Moreno fue presentar en el Museo todos los descubrimientos realiza-

dos por la ciencia en tierras sud-americanas. Los doce científicos representados, varios de ellos con destacada trayectoria en nuestras tierras, dan cuenta de la gran valoración que se tenía de la mirada europea sobre América”.

En el ala izquierda se aprecian los personajes que se muestran en la (Fig. 2).

En el ala derecha, de izquierda a derecha, pueden verse los siguientes bustos:

- Georges Cuvier, Barón de Cuvier (1769-1832): naturalista francés, uno de los más notables científicos de su tiempo. Fue el primer gran promotor de la anatomía comparada y de la paleontología.

- Carlos Linneo (latinizado como Carolus Linnaeus; 1707-1778): científico, naturalista, botánico y zoólogo sueco que estableció los fundamentos para el esquema moderno de la nomenclatura binomial.

- Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840): antropólogo, médico y psicólogo alemán. Fundador de la llamada Antropología Física.

- Johann Joachim Winckelmann (1717-1768): Arqueólogo e historiador del arte alemán. Se lo considera el fundador de la Historia del Arte y de la Arqueología como disciplina moderna.

- Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, Caballero de Lamarck (1744-1829): Uno de los grandes nombres de la época de la sistematización de la Historia Natural; formuló la primera teoría de la evolución biológica.

- Jacques Boucher de Crèvecoeur

1. Modelo de hornacina





2. Hornacinas del lado izquierdo de la fachada del Museo.

de Perthes (1788-1868): Prehistoriador, arqueólogo y paleontólogo francés.

A propósito, ¿sabías que también existen ocho hornacinas vacías en la parte posterior del Museo de La Plata? (Fig. 3)

¿Por qué se habrán dejado sin ocupar? ¿Por razones estético-arquitectónicas o porque el fundador dejó para futuras generaciones la tarea? Si te gusta la segunda opción, ¿a qué naturalista te gustaría incluir? Podés dar tu opinión en nuestra cuenta de Instagram @revistamuseo

Referencia bibliográfica:

Passarella, L. M., inédito. “Representaciones iconográficas en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata. La reproducción del discurso positivista”.

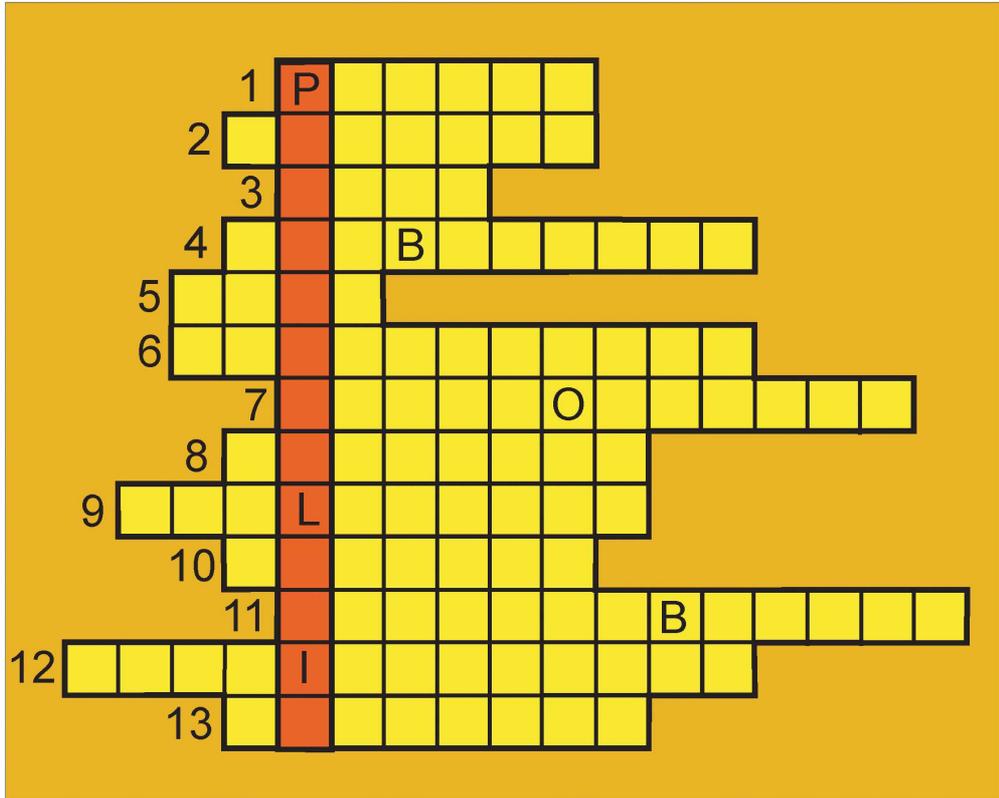
*Francisco J. Goin
División Paleontología
Vertebrados, Museo de La Plata*

2. Hornacinas vacías de la parte posterior.



Grilla científica.

¿Te animás a completarla?



Vertical:

Cómo se llama la ciencia que estudia los fósiles?

Horizontales

1. Supercontinente que agrupaba la mayor parte de las tierras emergidas del planeta.
2. A qué animal pertenece el cráneo gigante de la sala Zoología Vertebrados acuáticos?
3. Satélite natural de la Tierra
4. Animales que se alimentan de vegetales
5. Órgano reproductor de las angiospermas
6. Grupo de reptiles muy característicos de la Era Mesozoica
7. El dinosaurio carnívoro más famoso
8. Continente formado por América del Sur, India, Australia, África y Antártida

9. Invertebrados extinguidos característicos de la Era Paleozoica superficialmente parecidos a los cangrejos
10. Grupos humanos que se trasladan de un lugar a otro sin establecerse en un sitio determinado
11. Nombre científico de los árboles de la avenida de acceso al Museo
12. Parque nacional también conocido como Valle de la Luna
13. Antiguo continente formado mayormente por América del Norte, Europa y Asia.

Respuestas:

Vertical: PALEONTOLOGÍA. Horizontales: 1, PANGEA; 2, BALLENA; 3, LUNA; 4, HERBIVOROS; 5, FLOR; 6, DINOSAURIOS; 7, TIRANOSAURIO; 8, GONDWANA; 9, TRILOBITES; 10, NOMADES; 11, GINKGO BILOBA; 12, ISCHIGUALASTO; 13, LAURASIA

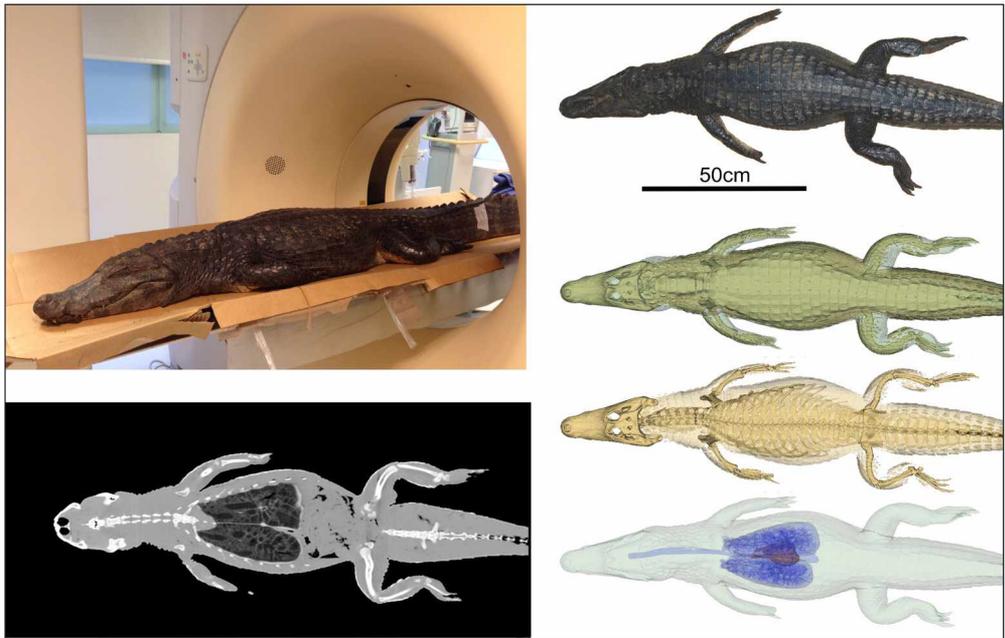
Paleontología virtual: Un viaje tridimensional al pasado de los cocodrilos



Julia B. Desojo
M. Belén von Baczko
Jeremías R.A. Taborda
Paula Bona

Los fósiles de vertebrados han sido estudiados históricamente por los paleontólogos de manera directa y preparados por ellos y los técnicos para su estudio superficial. Sin embargo, la aplicación de metodologías modernas como por ejemplo la tomografía, han permitido avances impensados como reconstruir sus partes blandas y responder preguntas sobre sus modos de vida. Así, conocemos un poco más a los ancestros de los cocodrilos cuando los continentes estaban juntos formando la Pangea.

Los fósiles de vertebrados, tanto los huesos y dientes como restos dejados por ellos como los *coprolitos* (ver glosario), que extraemos durante las campañas paleontológicas se depositan en colecciones alojadas en museos y otras instituciones. Su estudio incluye la preparación e identificación de los materiales en el laboratorio para saber a qué tipo de animal pertenecían, por ejemplo, mamíferos, reptiles, peces, anfibios. Estudiamos las características morfológicas que nos permiten identificar a qué parte del esqueleto pertenecían e interpretar por ejemplo cómo era la anatomía del animal, cómo vivía

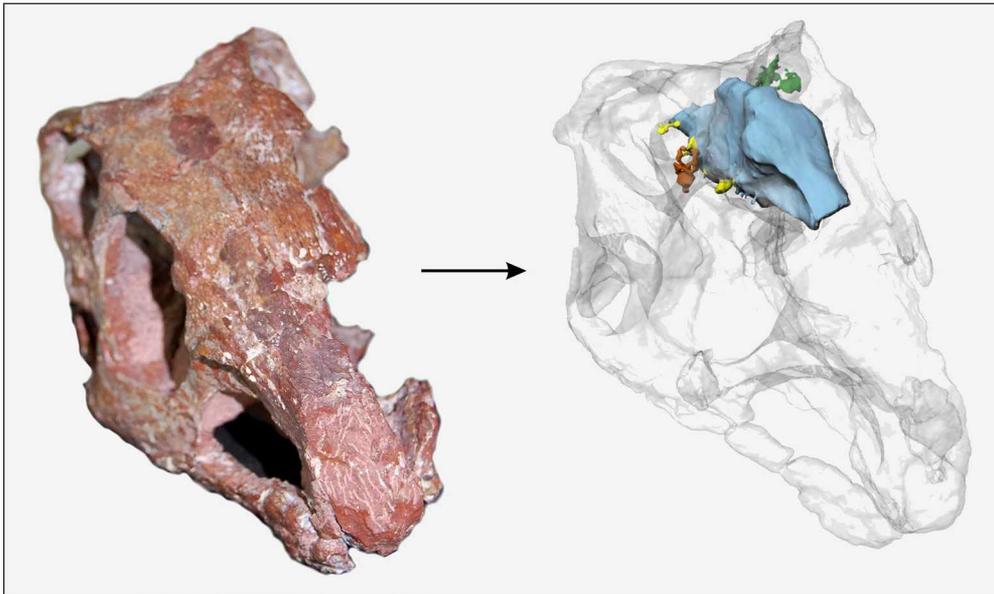


1. *Caiman yacare* en el tomógrafo de la Clínica La Sagrada Familia e imágenes digitales obtenidas a partir de CT. Fotos: M.B. von Baczko, J.R.A. Taborda, J. B. Desojo.

o con qué otros grupos estaba emparentado. De este modo, se hacen descripciones, se toman fotos y medidas directas que permitan ilustrar el fósil y detallar sus características en las publicaciones científicas.

Las partes blandas de un animal, como los músculos y otros órganos, no suelen preservarse de forma directa durante el proceso de fosilización, pero esto no significa que no se puedan estudiar. Algunas metodologías como tomografías computadas, radiografías y microtomografías que comenzaron a utilizarse en paleontología desde la década de 1980, permiten estudiar estas partes no fosilizadas de forma indirecta, conectando a los huesos y rellenando las cavidades que estas partes ocupaban. Así, comparando los restos fósiles con animales actuales más cercanamente emparentados se generan reconstrucciones virtuales a partir de las series de estas imágenes tomográficas (Fig. 1). Utilizando programas especializados de manejo de imágenes tridimensionales (3D), se establecen modelos, por ejemplo, los músculos que conectaban los huesos, las cápsulas cartilagosas que formaban las articulaciones, los órganos sensoriales que rellenaban las cavidades craneales (por ejemplo, oído, vías olfatorias), el cerebro que se alojaba en la cavidad encefálica y los nervios y vasos sanguíneos que atravesaban los distintos canales y orificios de los huesos (Fig. 2).

De este modo, aquellas preguntas que surgen del estudio anatómico de los fósiles pueden ser contestadas a partir de los es-



2. Cráneo fósil de un aetosaurio (*Neoaetosauroides*) y reconstrucción digital con cerebro y oído. Foto: J. R. A. Taborda.

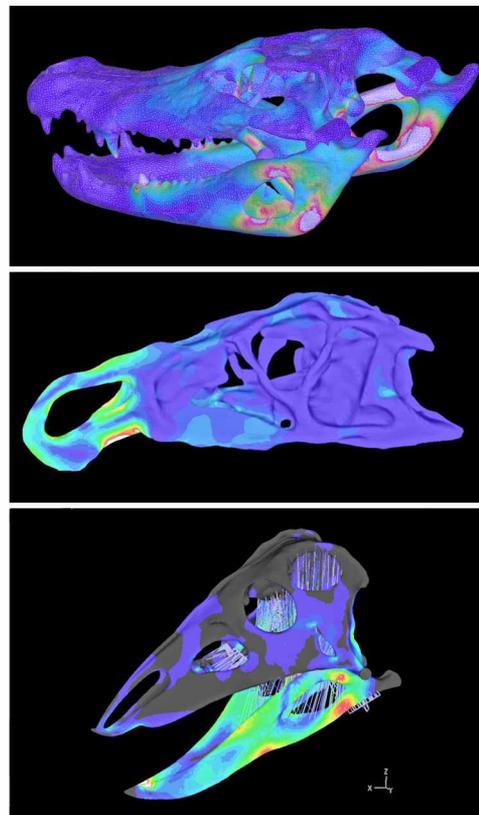
tudios tomográficos. Por ejemplo: ¿Qué tan fuerte mordía un animal extinto? ¿Qué movimiento podían realizar sus patas con respecto a la cadera? ¿Qué tan desarrolladas estaban las partes de su cerebro? ¿Tenía buena visión, olfato y/o audición? ¿Eran ágiles o de movimientos torpes? ¿En qué tipo de ambiente vivían?

Los modelos 3D nos sirven para realizar estudios anatómicos y *biomecánicos* (ver glosario) de detalle que nos permiten responder estas y muchas otras preguntas acerca de la paleobiología de los animales extintos (Fig. 3). De este modo podemos no sólo realizar descripciones detalladas de los esqueletos con partes previamente desconocidas, si no también saber cómo funcionaban y qué capacidades biológicas (locomoción, alimentación, capacidad sensorial) tenían estos animales hoy extintos.

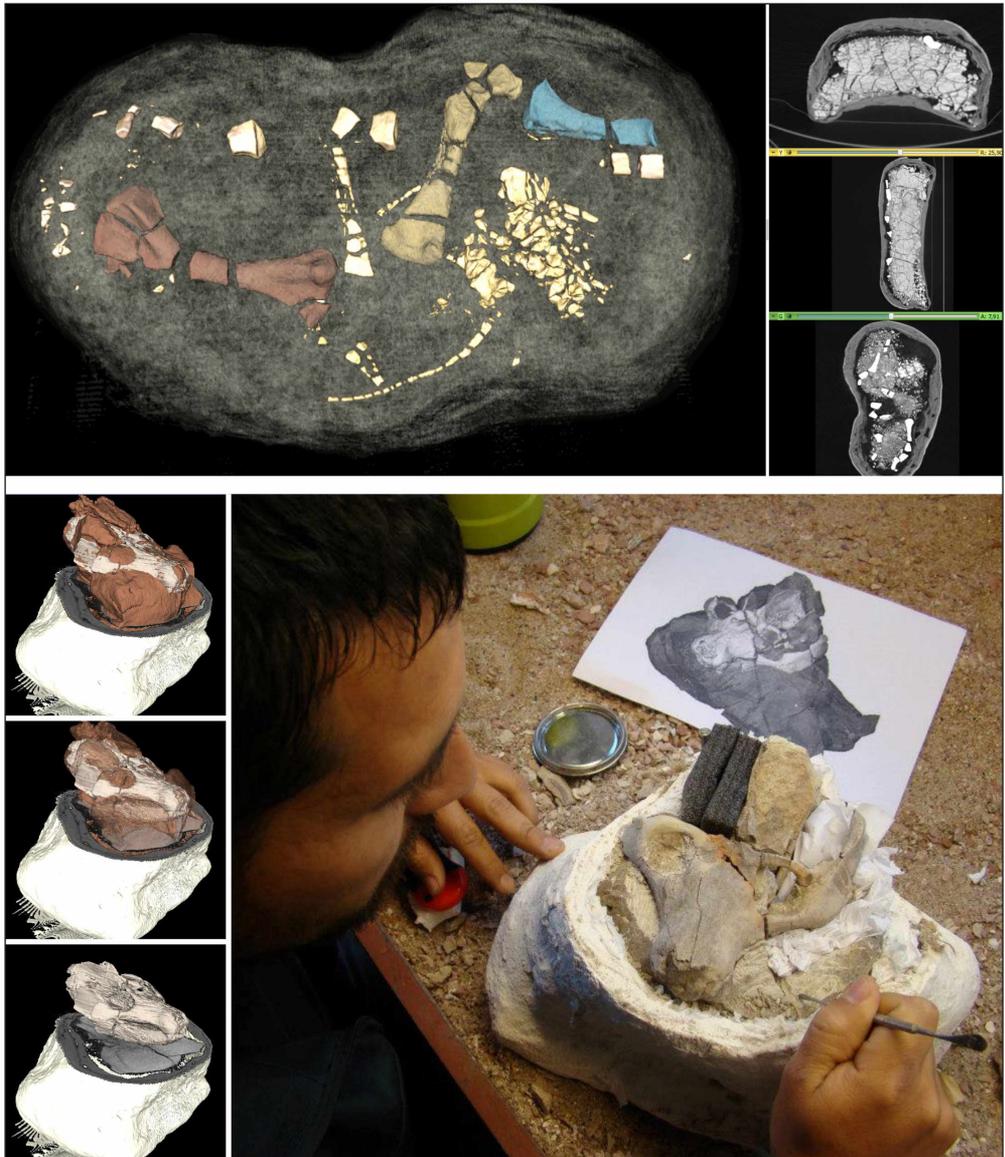
Por otra parte, los modelos 3D obtenidos a partir de las tomografías computadas ofrecen otras aplicaciones, como poder conocer la disposición de los huesos preservados dentro de un bloque de roca o de un *bochón* (ver glosario) realizado en el campo, previo a su preparación en el laboratorio (Fig. 4). De este modo, se puede priorizar la preparación de los ejemplares y el preparador

técnico puede tener una mayor precisión al momento de su apertura.

Otra aplicación es poder recuperar la forma natural que habrían tenido los restos fósiles, ya que muchas veces éstos se encuentran deformados por *procesos tafonómicos* (aplastados o movidas sus partes, ver glosario). Esto se logra mediante la manipulación



3. Imágenes 3D para análisis de biomecánica en caimanes y otros arcosaurios basales (*Riojasuchus* y *Neoaetosauroides*). J. R. A. Taborda

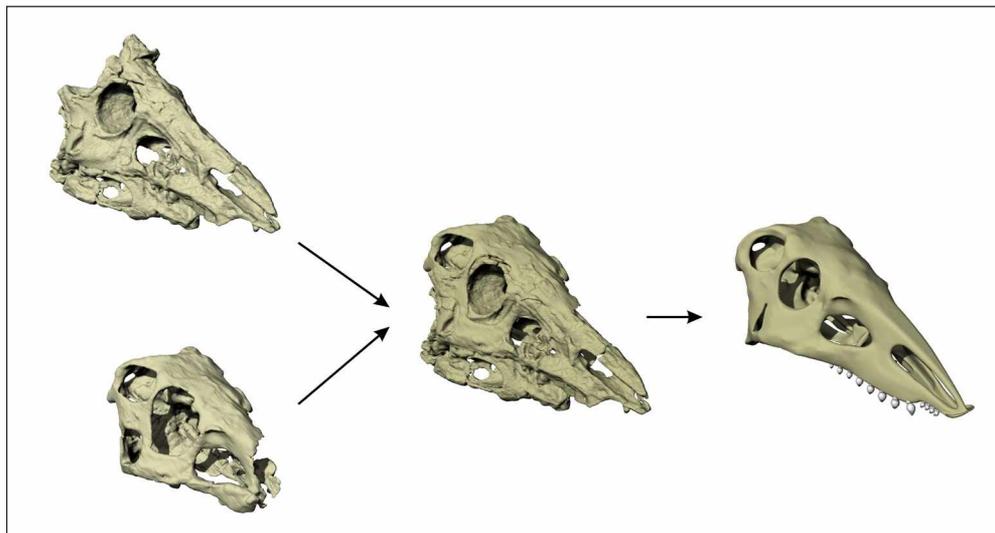


4. Imagen tomográfica de un bochón con su reconstrucción digital y su uso en preparación técnica.
Foto: L. Fiorelli., J. R. A. Taborda

virtual de los modelos 3D. A su vez, también pueden ser utilizados para la restauración de partes faltantes o rotas (Fig. 5).

Por último, los modelos 3D pueden ser implementados para estudios biomecánicos y paleobiológicos con el fin de responder las preguntas surgidas a partir de los estudios anatómicos iniciales. Por ejemplo: ¿cómo eran sus movimientos mandibulares? ¿eran herbívoros?

Otra ventaja de trabajar con reconstrucciones tridimensionales de fósiles es la posibilidad de su reproducción a través de impresiones 3D. Esto permite realizar una copia fiel del fósil original por medio de técnicas no invasivas como los clásicos



5. Imagen digital de 2 cráneos de aetosaurio (*Neoaetosauroides*) y su ensamblado reconstruyendo la apariencia completa del cráneo. J. R. A. Taborda

moldes, disminuyendo así el riesgo de deterioro del material fósil. Estas impresiones 3D pueden realizarse en diversos tipos de plásticos y resinas. Las copias, así como los modelos digitales, pueden utilizarse en exposiciones de museos para exhibir esqueletos articulados en posición de vida, como material didáctico para docencia y divulgación y para intercambio entre instituciones e investigadores.

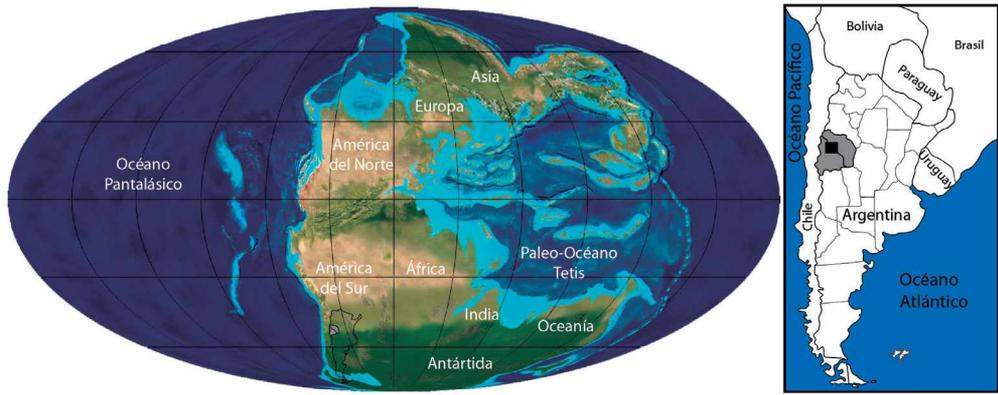
La aplicación de la paleontología virtual a los fósiles Triásicos del linaje crocodiliano

Durante el Período Triásico (250-200 millones de años aproximadamente), surgieron y diversificaron los principales linajes de reptiles que se encuentran representados en la actualidad. En este momento de la

historia todos los continentes estaban unidos en una gran masa continental conocida como el supercontinente Pangea (Fig. 6). En este Período reinaba un clima cálido y monzónico (estaciones alternadas de lluvias y de sequías) y estaba habitado por una gran variedad de peces, anfibios, varios tipos de reptiles, y precursores de los mamíferos, entre otros. Por ello, este momento de la historia de la Tierra es clave para poder comprender el origen y la evolución de estos grupos de animales.

En lo que hoy es el territorio argentino habitaron una gran variedad de formas ancestrales de los cocodrilos modernos, denominados *arcosaurios* basales (ver glosario). Sus fósiles se registran principalmente en rocas del centro-este del país, en la Cuenca Ischigualasto-Villa Unión, ubicada entre las provincias de San Juan y La Rioja que tienen una antigüedad de 230 millones de años aproximadamente. Estos fósiles se

En 2018 publicamos un trabajo en una revista internacional dando a conocer los resultados del estudio paleoneurológico de un cráneo de aetosaurio (*Neoaetosauroides engaeus*) depositado en las colecciones paleontológicas del Instituto Miguel Lillo en Tucumán. A partir de tomografías del cráneo, reconstruimos digitalmente el encéfalo y el oído permitiendo su descripción y la comparación con los de los cocodrilos y aves. El estudio integral del cerebro (tractos olfatorios largos, angostos y bulbos olfatorios elipsoidales) y del oído, permitió conocer como estaba orientada la cabeza y determinar que este aetosaurio, que vivió hace aproximadamente 220 Ma, era animalívoro, a diferencia del resto de los aetosaurios que solo comían plantas (DOI 10.7717/peerj.5456)



6. Mapa de Pangea y la Cuenca Ischigualasto-Villa Unión, Argentina (tomado de R. Blakey).

encuentran mayormente en el Parque Provincial Ischigualasto (San Juan) y el Parque Nacional Talampaya (La Rioja), en los cuales bregan por su conservación y protección permitiendo no sólo su estudio por parte de los paleontólogos y geólogos, sino que también se difunde su conocimiento a toda la sociedad argentina y al mundo.

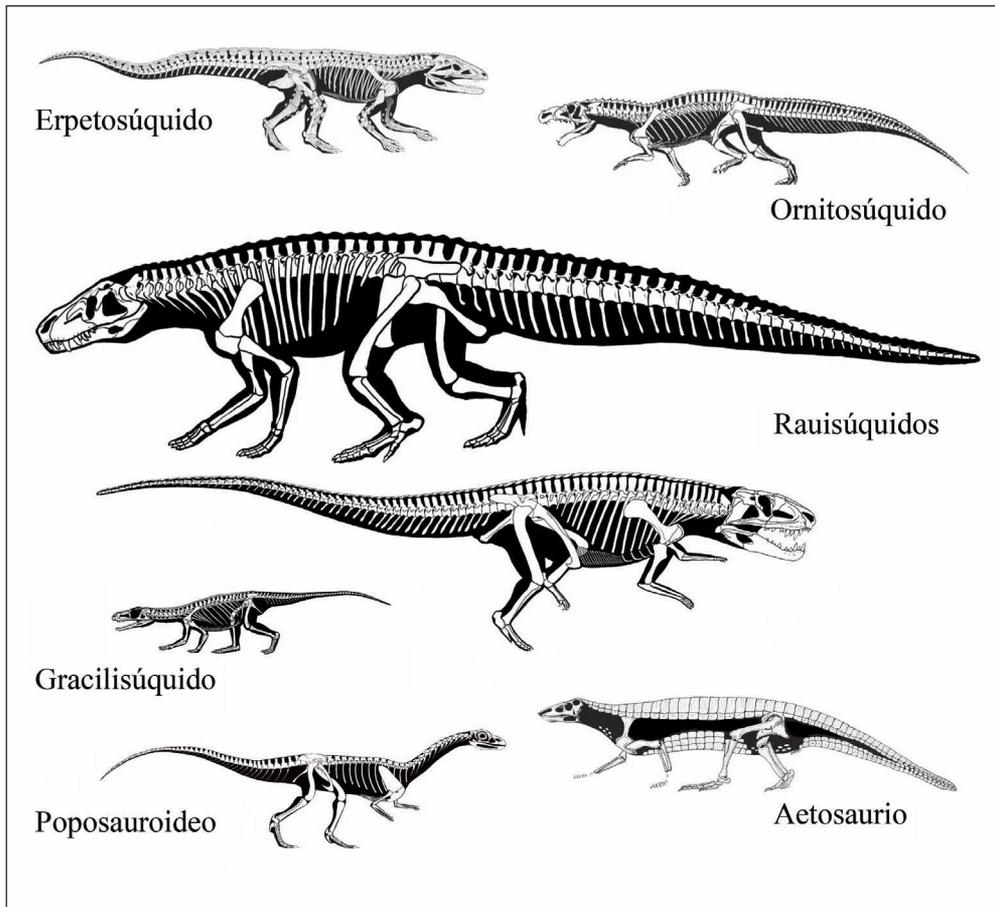
Los cocodrilos actuales (gaviales, cocodrilos y aligátors) estaban representados durante el Triásico por una gran diversidad de ancestros (arcosaurios basales), hoy completamente extintos. Entre estos precu-

sores de los cocodrilos se incluían formas acorazadas como los aetosaurios; grandes carnívoros representados por los raiisúquidos que llegaron a medir hasta 8 metros; predadores de pequeño y mediano tamaño como los gracilisúquidos, erpetosúquios y esfenosúquios que no sobrepasaron los 1,5m; formas bípedas, con hocicos cortos y extraños como por ejemplo los ornitosúquidos y poposauroides y, por último, formas semiacuáticas con hocicos largos como los fitosaurios (Fig. 7). El estudio de estos animales fósiles nos permite conocer cada vez mejor a los antepasados de los cocodrilos, como evolucionaron y cuándo y por qué desaparecieron.

El Archosauriform Research Group

Con este fin, nos reunimos un grupo de investigadores, estudiantes y técnicos de diversas instituciones científicas y universitarias argentinas y formamos un grupo de investigación de los arcosaurios, el Archosauriform Research Group o ARG. En este grupo estudiamos los animales vertebrados que vivieron en el Período Triásico, hace 250 millones de años, que incluían a los precursores de los cocodrilos, dinosaurios y mamíferos, para entender cómo vivían y cuáles eran sus roles ecológicos en las comunidades terrestres durante el Triásico Tardío.

Para ello no sólo estudiamos la anatomía de los esqueletos de estos animales, para saber cómo fueron en vida (bípedos o cuadrúpedos; predadores, carroñeros o



7. Diversidad de arcosaurios basales.

herbívoros), sino también el lugar donde fueron encontrados. Esto nos permite saber de qué se alimentaban, cómo era el ambiente que habitaban y determinar el clima predominante en este período de la historia de

nuestro planeta. Los integrantes del ARG, no solo hacemos campañas paleontológicas en busca de fósiles de arcosaurios, sino también estudiamos embriones y hacemos disecciones de cocodrilos actuales (por

Ventajas y desventajas de estos estudios

- + Acceso a partes de los fósiles que no podemos ver a simple vista.
- + Es un método no invasivo por lo tanto no perjudica al material.
- + Permite una vista previa del bochón antes de prepararlo.
- + Estudio de estructuras muy delicadas y frágiles (momificaciones, insectos en ámbar, ejemplares muy pequeños).
- + Permite el fácil intercambio entre instituciones (para investigadores, colecciones, exhibiciones, docencia) por medio de impresiones 3D y tomografías.
- Se trabaja con una reconstrucción del material la cual es subjetiva ya que depende de la calidad del tomógrafo y de la experticia del técnico que maneja el equipo y del especialista que genera la reconstrucción.
- El tamaño de los fósiles puede ser limitante para realizar la tomografía.
- No todas las instituciones poseen equipos tomográficos.
- Las impresiones 3D son costosas y, a veces, no se dispone de financiamiento.

ejemplo caimanes), describimos y reconstruimos los cerebros de animales fósiles y actuales, analizamos cortes histológicos y confeccionamos curvas de vida de animales que existieron hace 230ma.

Estas técnicas, si bien hace muchos años que comenzaron a utilizarse en paleontología, se están perfeccionando cada vez más y fundamentalmente, se están haciendo más accesibles con los avances tecnológicos. Hace unas pocas décadas era inimaginable pensar en poder “ver” el interior de las rocas buscando respuestas que hoy tenemos al alcance de nuestra mano. Gracias a ello, dilucidamos los ancestros de los cocodrilos, reconstruimos los ambientes en los que vivieron y conocemos mucho más de ellos. ◆

Glosario

Arcosaurio: grupo de reptiles que agrupa a todos los precursores de los cocodrilos y de las aves, incluyendo a los pterosaurios y dinosaurios no avianos.

Biomecánica: Aplicación de principios mecánicos a organismos vivos, utilizando conceptos de física e ingeniería para evaluar las capacidades mecánicas y funcionales de las estructuras y sus efectos en la biología de los organismos.

Bochón: Cubierta de papel y tela (vendajes, arpillera) embebida en yeso utilizada para proteger fósiles frágiles y poder transportarlos sin riesgo de roturas.

Coprolito: Materia fecal fosilizada, compuesta principalmente de fosfato de calcio. Puede contener restos de vegetales y/o animales que hayan sido ingeridos por el animal generador del coprolito.

Procesos tafonómicos: Comprende todos los procesos que le ocurren a un organismo desde que muere hasta que fosiliza y es descubierto, tales como descomposición, enterramiento, fragmentación/desarticulación, compactación, recristalización, entre otros.

Información adicional

Link del “Archosauriform Research Group”
<http://archosaurarg.wixsite.com/archosaur>

Link del Parque Talampaya: <https://parquesnacionales.gob.ar/areas-protegidas/region-centro/pn-talampaya/>

Link del Parque Ischigualasto: <http://ischigualasto.gob.ar>

Link de la Clínica La Sagrada Familia donde se realizaron las tomografías: <http://sagradafamilia.com.ar>

Julia B. Desojo, División Paleontología Vertebrados, FCNyM, UNLP-CONICET

M. Belén von Baczko, División Paleontología Vertebrados, FCNyM, UNLP-CONICET

Jeremías R.A. Taborda, CICTERRA-CONICET.

Paula Bona, División Paleontología Vertebrados, FCNyM, UNLP-CONICET

Actividades y novedades

Ciclo cultural 2018 Sala Víctor de Pol

El Paisaje en la Pintura Argentina

Obras de la Colección Martini

Del 5 de abril al 3 de junio

Cerámicas de Carmen Bongiorno

Dibujos de Gloria Guindani

Pinturas de Cristina Bellone y Jorge Rama

Del 8 al 30 de junio.

Expresiones: Fotos y Pinturas

Pinturas:

Hugo Filiberto

Emir Miguez

Grupo Fotokeras:

Nancy Almua, Fedra Bottassi, Macachia,
Nieves Novarini, Nidia Paganini

Del 12 de octubre al 4 de noviembre

Taller de Arte Gonet

Profesora Cecilia Nitti y alumnos

Exponen:

Neri Elisabet Granados, Natalia Di Franco,
Marta Cornejo, Marta Guillermina Ronco,
Aníbal Camacho, Susana Colombo, Clara
Calderón, Ona Rodríguez, Valeria Truppi,
Diana Schulman, Andrés Boltovskoy, Lucía
Sarguini, Julia Gómez Buquerín, Giannina
Dassaro, Andrea Paula Baudriz

Del 6 de noviembre al 2 de diciembre



Sala Víctor de Pol – exposición temporaria: Expresiones: Fotos y Pinturas.

Muestra Fotográfica “Vuelo de Pájaros”

Alex Ríos Fernández artista portorriqueño y
Nicolás Tizio.

Del 6 de diciembre

Inauguración de la nueva Tienda de Recuerdos

El día 26 de Septiembre, quedó inaugurada
la Tienda en su nuevo espacio de la planta
baja, donde se encontraba la sala Aksha
(Egipto)



Fundación Museo de La Plata
Premio Pascasio Moreno
Inauguración Tienda de Recuerdos
Miércoles 26 de Septiembre de 2018 - 13 horas

Sede: Museo de La Plata Planta Baja
RSVP: 221-425-4369
Paseo del Bosque s/n



Se contó con la presencia de autoridades de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y de la Dirección del Museo de La Plata. Asimismo, con representantes de empresas, asociaciones de amigos y público en general.

Entrega del Premio “Fernando Lahille” 2017

El día 27 de abril de 2018, en el Salón Auditorio del Museo de La Plata, se llevó a cabo la entrega de este galardón al ganador de la convocatoria 2017, como así también los Reconocimientos, de acuerdo a la propuesta del Comité Ejecutivo, correspondientes a este año 2018, a instituciones y personas que se han destacado en el ámbito de las Ciencias Naturales.

El Premio Lahille surge en el seno de la Fundación como homenaje al Dr. Fernando Lahille, quién en su trayectoria dentro del Museo de La Plata y posteriormente en otros organismos públicos, nacionales y provinciales, tuvo una consecuente tarea en los campos de la investigación y divulgación de los recursos naturales.

Este galardón se adjudica, luego de la selección realizada por un jurado ad-hoc, a un profesional propuesto por instituciones

de Ciencias Naturales del país, incluyendo Colegios Profesionales.

La presentación, debe incluir a un individuo, que posea un perfil con una significativa fortaleza académica, así como demostrar constante preocupación por la transferencia del conocimiento a la sociedad.

En esta ocasión, el jurado estuvo formado por el Lic. Mariano Bond (docente e investigador de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo –UNLP), el Lic. Adrián Giacchino (Presidente de la Fundación Félix de Azara) y el Dr. Fernando Varela, representando a nuestra Fundación, quiénes por unanimidad decidieron otorgar esta distinción al Dr. JORGE O. RABASSA, quien fue propuesto por el Centro Austral de Investigaciones Científicas CADIC-CONICET con sede en la ciudad de Ushuaia, provincia de Tierra del Fuego.

Entrega de menciones

Durante el mismo acto, se hizo entrega de Menciones Especiales como reconocimiento a Instituciones y Personas que se han destacado por su importante labor en beneficio de la comunidad.

Entrega de Becas 2018

Anualmente la Fundación otorga Becas a los alumnos de 2º y 5º año que cursan las carreras de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

De acuerdo al informe de la Comisión Especial de Becas, integrada por el Dr. Marcelo Barrera y el Ing. Hugo Martín Filiberto, el Comité Ejecutivo de la Fundación, Resolvió otorgar 4 becas a los siguientes alumnos de





Entrega de Certificados a alumnos de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo que obtuvieron las Becas/2018

2º año: Emilia Soffiantini; Agustina Spinelli; Florencia Nuñez y Yaco González Bengochea y otras cuatro becas a los siguientes

alumnos de 5º año: Rocío Arisnabarreta; Claro Zuluaga, Susan Tariana; Nicolás Guardo y Camila Guillén.

Jornada anual 2018 / FADAM - SOCIEDAD y PATRIMONIO

La Fundación Museo de La Plata estuvo presente en las Jornadas anuales 2018 que organiza la Federación Argentina de Amigos de Museos (FADAM), realizada el 2 de noviembre.

Virginia Marchetti / Fundación Museo de La Plata "Francisco P. Moreno" / estuvo a cargo de la organización y fue moderadora del panel: La preservación física del patrimonio, un compromiso de todos

El panel estuvo conformado por:

Dr. Máximo Farro. / Antropólogo, Doctor en Ciencias Naturales-Facultad de Ciencias Naturales y Museo-UNLP / *"Las colecciones y museos como archivos de la diversidad cultural y natural. Argentina y Brasil, siglos XIX-XXI"*

Dr. Eduardo Tonni. / Jefe de la División Paleontología Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. El patrimonio paleontológico argentino. Los vertebrados. / *"Los hechos históricos más relevantes y un análisis crítico de la legislación vigente"*

Héctor Rolando Vázquez. / Técnico en Unidad de Conservación y Exhibición, Museo de Ciencias Naturales de La Plata. / *"La gestión del riesgo de desastres y pérdida de colecciones y patrimonio. Acciones posibles desde las Asociaciones de Amigos"*



Normas para los colaboradores

MUSEO es una revista anual de divulgación científica y cultural editada por la Fundación Museo de La Plata “Francisco Pascasio Moreno”.

Los artículos deberán ser redactados en español, utilizando un lenguaje claro y sencillo enfocado hacia un público no especializado. Deberá evitarse, en lo posible, la terminología técnica propia de la disciplina, explicando brevemente los conceptos de uso imprescindible.

Presentación de trabajos. Los artículos deberán enviarse en archivos de formato .doc o .rtf. Se deberá evitar todo carácter y formato especial utilizando itálicas sólo para nombres específicos; no incluir notas a pie de página. La extensión máxima admitida será de 3.000 palabras.

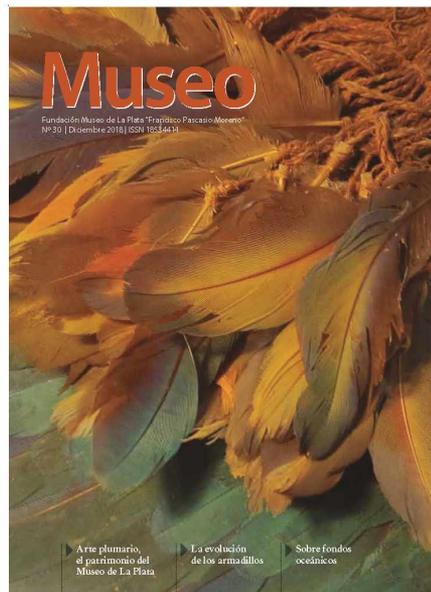
En la primera página se consignará:

- título del trabajo (no usar más de 10 palabras; no usar subtítulos);
- nombre y apellidos de cada autor, acompañados de su grado académico y su filiación institucional (no se incluirán más de tres autores responsables; si hubiera más autores se consignarán como colaboradores);
- nombre y dirección electrónica del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al trabajo.

En la segunda página y subsiguientes: se incluirá el título del trabajo, una frase introductoria a modo de copete (que destaque lo más atractivo del trabajo) y a continuación el texto del artículo propiamente dicho.

Imágenes. Las imágenes serán evaluadas de acuerdo con su pertinencia para una publicación de divulgación y de acuerdo con su calidad gráfica. Los originales deberán entregarse en archivos separados del texto en formato .jpg o .tiff con una resolución no menor a 300 dpi. Se recomienda incluir al menos 5-6 imágenes por artículo.

En el archivo que contenga el texto principal se deberá incluir una lista de imágenes con sus leyendas, y la ubicación recomendada por el autor. En el caso de mapas “tomado de:”, en el caso de fotografías, el nombre



del fotógrafo o del banco de imágenes que autoriza su publicación.

Bibliografía. Los artículos no deben incluir notas al pie o finales ni bibliografía. Puede agregarse una breve sugerencia de lecturas.

Recepción de originales. Los artículos se recibirán en: revistamuseo@gmail.com

Tanto en el asunto del mensaje como en los archivos adjuntos se deberá incluir el nombre del autor que oficie como contacto para el comité editorial de la revista. El texto principal y las imágenes se enviarán por separado y numerados en forma consecutiva.

Principios éticos y legales. No se publican textos con contenido que promueva algún tipo de discriminación social, racial, sexual o religiosa; ni artículos que hayan sido publicados en otros medios.

Los trabajos deben atenerse a las normas éticas del trabajo con seres humanos o animales, respetando la Declaración de Helsinki y la de Derechos Humanos o cualquier otra redactada al respecto.

La revista no se hace responsable de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores o lectores que serán responsables legales de su contenido, y entiende que todos los autores firmantes han dado su consentimiento para figurar, de lo que se hará responsable el autor remitente.

Comité Editorial / Revista MUSEO



TESOROS DE LAS CIENCIAS NATURALES A DISPOSICIÓN DE LA HUMANIDAD



**FEDERACION PATRONAL
SEGUROS S.A.**

Un Respaldo más que seguro



www.ssn.gov.ar
0800-666-8400
N° de Inscripción SSN: 726

CASA MATRIZ Producción y Administración:
Avda. 51 N° 770 (B1900AWP) La Plata. Telefax: (0221) 429-0200
www.fedpat.com.ar | e-mail: seguros@fedpat.com.ar

COMPROMETIDOS **CON VOS** Y TU **SEGURIDAD**

Trabajamos día a día para construir un mundo más seguro, por eso miles de clientes confían en nosotros.



PROSEGUR SEGURIDAD



PROSEGUR CASH



PROSEGUR ALARMAS

www.prosegur.com.ar



twitter.com/ProsegurAr



facebook.com/ProsegurArgentina



PROSEGUR

Seguridad de confianza