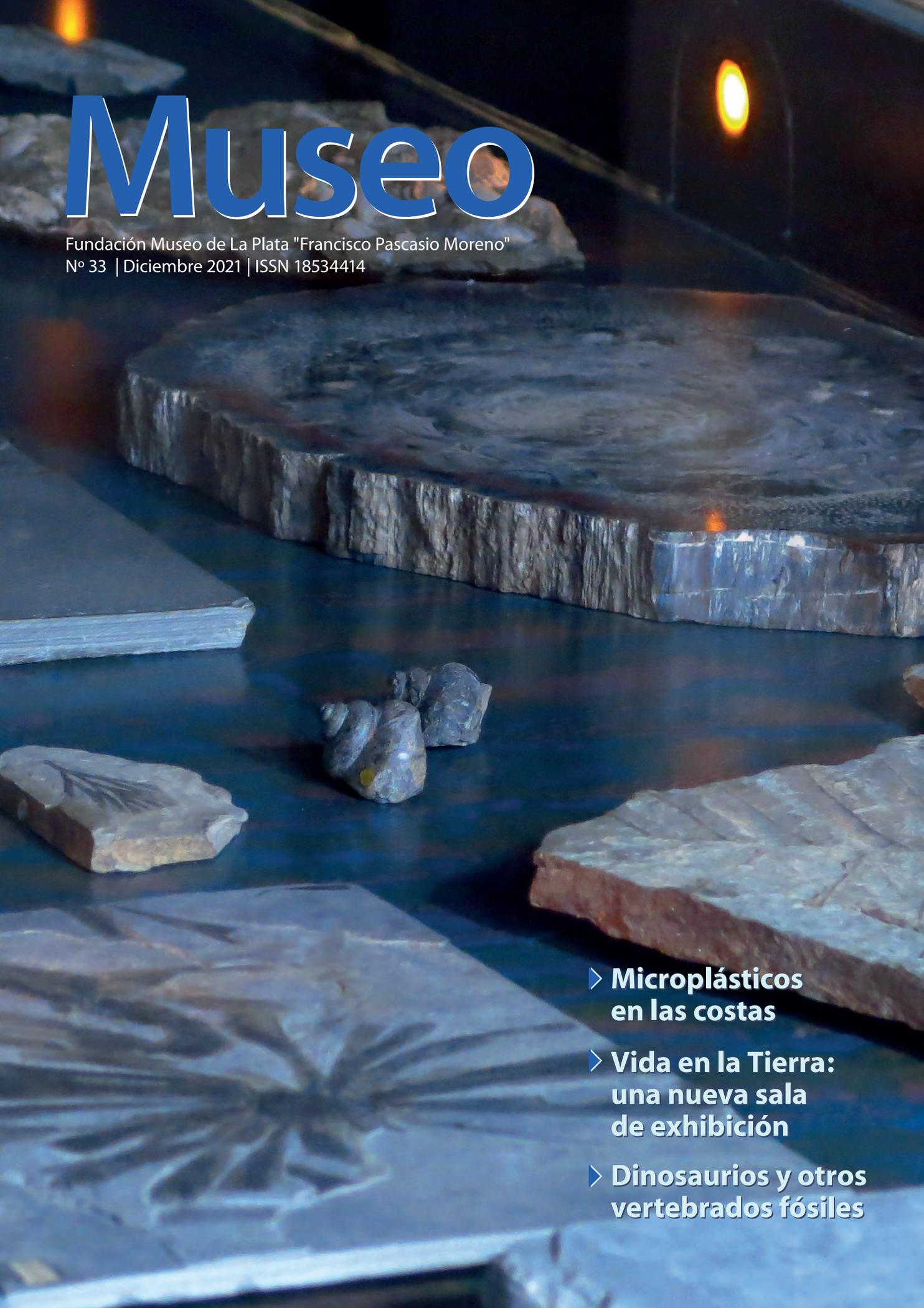


Museo



Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno"
Nº 33 | Diciembre 2021 | ISSN 18534414

- ▶ **Microplásticos en las costas**
- ▶ **Vida en la Tierra: una nueva sala de exhibición**
- ▶ **Dinosaurios y otros vertebrados fósiles**



UNIVERSITY OF TORONTO

UNIVERSITY OF TORONTO

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

Asesor:

Pedro Luis Barcia

Administración:

Lisandro M. Salvador

Diseño y paginación electrónica:

Horacio C. D'Alessandro

Tapa:

Diseño: Samanta Cortés

Fotografía: Bruno Pianzola



Fundación Museo de La Plata
Francisco Pascasio Moreno

Comité Ejecutivo:

Presidente: Luis Mansur

Vicepresidente 1º: Eduardo P. Tonni

Vicepresidente 2º: Pedro Elbaum

Secretario: Alicia Mérida

Prosecretario: Virginia Marchetti

Tesorero: Hugo R. Olivieri

Protesorero: Fernando J. J. Varela

Vocales: Laura Fantuzzi y

Salvador Ruggeri.

Comité de Fiscalización:

Santiago Tomaghelli, Horacio Ortale,

Graciela Suárez Marzal

Comisión de cultura:

Graciela Suárez Marzal, Elena Ciocchini,

Virginia Marchetti, Laura Fantuzzi y

Graciela López Otegui

Comisión de Relaciones Institucionales,**Prensa y Difusión:**

Alicia Mérida, Elisa Tancredi,

Luis O. Mansur y Carlota Leiva.

Comisión Página web:

Fernando J. J. Varela, Eduardo P. Tonni,

Luis O. Mansur y Hugo L. López.

Museo de La Plata

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

Instagram: @revistamuseo

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 **Microplásticos:** una problemática ambiental.
- 11 **El cine etnográfico:** un relato en movimiento.
- 17 **Geoformas curiosas:** las “rocas balanceadas”.
- 27 **Dioramas y maquetas:** un viaje en tres dimensiones.
- 35 **Bivalvos de América del Sur y Nueva Zelanda:** una vieja relación.
- 43 **Querógeno:** la búsqueda del petróleo a través de la materia orgánica.
- 51 **La Puerta Entreabierta.** Colección de Paleontología Vertebrados.
- 59 **Nueva sala de exhibición:** “Vida en la Tierra”.
- 65 **Paleontólogas pioneras:** Mathilde Dolgopól.
- 70 **Sabías que...** algunos tipos de fosilización.
- 71 **La Licenciatura en Geoquímica:** un modelo de interdisciplina.
- 81 **Tomar agua nos da vida, tomar conciencia nos dará agua.**
- 89 **Tortugas de agua dulce:** su diversidad.
- 97 **Instrumentos arqueológicos:** uso y función.
- 104 **Reseñas de libros:** sobre historia y personalidades del Museo de La Plata.
- 108 **El museo en tiempos de Pandemia.**
- 113 **Noticias y actividades culturales de la Fundación.**

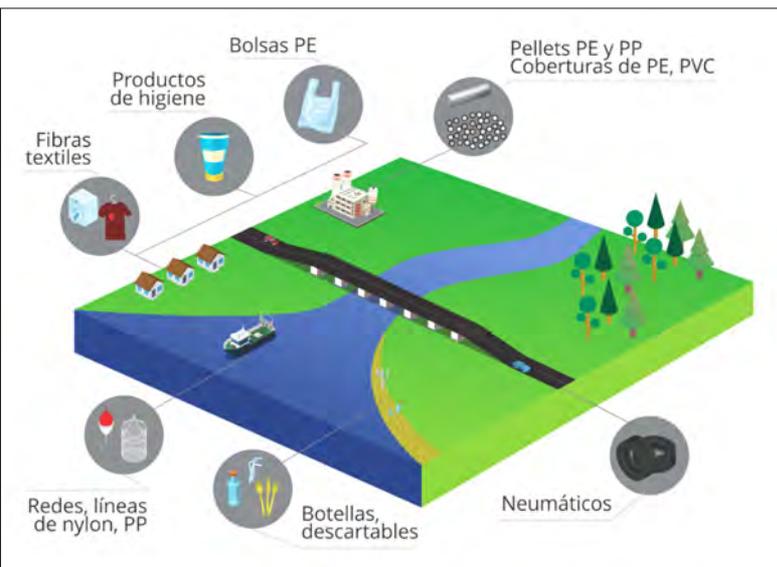
Los microplásticos en el ambiente: una problemática preocupante en la costa del Río de la Plata



Rocío Pazos
Nora Gómez

Los microplásticos suelen pasar inadvertidos para una buena parte de la ciudadanía, pese a que convivimos con ellos. La persistencia en el ambiente debida a la baja capacidad de degradación que poseen favorece su acumulación en el medio ambiente. A esto se suma su frecuente toxicidad y amplia distribución lo cual lo posiciona como un problema que requiere de nuevas tecnologías para su control y cambios de hábitos de la sociedad para mitigar sus consecuencias en el ambiente.

Qué son los microplásticos? Por definición, el término se emplea para nombrar a aquellos plásticos que miden menos de 5 mm, clasificándolos en primarios y secundarios de acuerdo a su origen. Los primarios son aquellos que se fabrican originalmente en tamaño pequeño para uso directo o como precursores de otros productos, por ejemplo, los pellets industriales y las microperlas agregadas a productos cosméticos. Su forma es muy variada (esféricos, cilíndricos, cúbicos, etc.) y quedará determinada por su origen y función. Las microperlas son muy empleadas en la industria cosmética



1. Fuentes y vías de ingreso de microplásticos (primarios y secundarios) en los ecosistemas acuáticos y ejemplos de sus principales componentes: PE (polietileno), PP (polipropileno), PVC (cloruro de polivinilo).

como reemplazantes de ciertos exfoliantes naturales en productos de un solo uso, como limpiadores de maquillajes o pastas dentales. Estas microperlas deberían ser retenidas en los filtros de las plantas de tratamiento de aguas de desecho. Sin embargo, muchas de estas plantas no están diseñadas ni tienen la capacidad de separar efectivamente estos microplásticos, por lo cual son liberados finalmente en los sistemas acuáticos. Por otra parte, los microplásticos secundarios son fragmentos de otros artículos de plástico más grandes. Debido al deterioro continuo de los plásticos, existe una enorme variedad de tamaño, forma, color y tipo de polímero entre los microplásticos secundarios, principalmente representados por hilos de microfibras sintéticas o fragmentos con formas irregulares (Fig. 1).

Los principales factores responsables del deterioro de los plásticos son la luz ultravioleta y la abrasión física que sufren en el ambiente por ejemplo en una playa, por el efecto del oleaje. La ubicuidad y predominancia de desechos plásticos en el medio acuático, frente a otros residuos como los derivados de la madera (papeles o cartón), refleja la excepcional durabilidad y persistencia de estos materiales en el ambiente.

Los plásticos, de cualquier tamaño, llegan a través de diferentes cursos de agua,

aguas residuales, el viento, o a través de actividades humanas como la acuicultura, la pesca, el transporte marítimo y el turismo. Se ha reportado que cada año aproximadamente 13 millones de toneladas de desechos plásticos o sintéticos alcanzan el océano a través de cursos de agua, de los cuales el 85% tiene a Asia como lugar de origen.

Debido principalmente a las propiedades físicas de los materiales plásticos, su persistencia y resistencia a la descomposición, pueden recorrer grandes distancias flotando o acumularse en los sedimentos del fondo de los cuerpos de agua. Así, su presencia es especialmente notoria en los grandes giros oceánicos que son áreas específicas donde las corrientes marinas generan vórtices, y menos evidente, pero con mayor presencia en los fondos de aguas profundas, que sin duda se han convertido en los más grandes basurales del planeta.

Por su tamaño y ubicuidad, los microplásticos se encuentran muy extendidos en el medio marino tanto en la columna de agua, en las costas, como en los sedimentos submareales y por lo tanto, se encuentran disponibles para ser consumidos por una amplia gama de organismos, especialmente por aquellos de niveles tróficos inferiores como invertebrados o peces pequeños.

La contaminación plástica causa daños a la vida silvestre por enredos e ingestión y además existe la inquietud de que pueda presentar peligros para la salud humana. Al ser ingeridos por organismos marinos, ya sea de manera involuntaria o voluntaria al confundirlos con alimento, los microplásticos ingresan en las cadenas tróficas pudiendo causar impactos negativos tanto físicos como químicos. El impacto físico incluye daños internos o bloqueos en los tractos digestivos de los organismos que los ingieren, causando en ellos falsa saciedad. Por otra parte, debido a la mayor relación de superficie/volumen, las partículas de plástico ofrecen una mayor exposición a los contaminantes presentes en el medio ambiente. Estos microplásticos funcionan como eficientes sistemas de adsorción y desorción de contaminantes tóxicos, como metales pesados y otros químicos provenientes de la actividad industrial o de residuos urbanos



2. Basura acumulada en la costa del Río de la Plata (Punta Lara).

con consecuencias negativas para la biota. Además, estas sustancias químicas pueden bioacumularse a través de la ingestión sucesiva de los organismos entre los distintos niveles tróficos. En la literatura se ha reportado que una gran cantidad de organismos están expuestos a estas partículas y que estas pueden causar una variedad de efectos en los individuos, en los ecosistemas en los que viven y, en última instancia, en los humanos.

La adsorción es la adhesión de átomos, iones o moléculas de un gas, líquido o sólido disuelto a una superficie, en tanto la desorción es el proceso contrario, que facilita la liberación aquellos.

¿Qué sabemos sobre los microplásticos en la costa argentina del estuario del Río de la Plata?

En la costa argentina del Río de la Plata, particularmente en el sector de agua dulce y sobre la Franja Costera Sur del estuario se desarrolla una intensa actividad vinculada a los centros urbanos más importantes de Argentina como la Ciudad Autónoma de

Buenos Aires y el área metropolitana que la circunda. En ella se desarrollan actividades productivas (destilerías, puertos de embarque, astilleros, plantas generadoras de energía eléctrica, agricultura, etc.), constituyendo además la principal fuente de agua potable de las ciudades de Buenos Aires, La Plata y sus alrededores. El sector costero también es receptor de efluentes cloacales escasamente tratados, entre los que se destaca el ubicado en la localidad de Berazategui, proveniente de la ciudad de Buenos Aires y el conurbano, y el cercano a la ciudad de La Plata que derrama en la costa de la localidad de Berisso. Estos sectores costeros también son receptores de ríos, arroyos y canales, que transportan efluentes de origen industrial y urbano, además de la escorrentía provocada por las precipitaciones sobre las áreas urbanizadas. Además, en sectores cercanos a la costa del estuario del Río de la Plata se encuentran numerosos basurales informales a cielo abierto que aportan distintos tipos de desechos, entre ellos los plásticos (Fig. 2). De acuerdo con estudios realizados a partir de muestreos del lecho de la desembocadura y en el sector costero del frente salino del estuario (Frente de Máxima Turbidez),



3. Restos plásticos (a) y microplásticos (b) depositados por la marea en el sedimento en la costa del Río de la Plata. En la figura (c) se observan microplásticos separados en laboratorio.

se constató que las bolsas y otros tipos de productos plásticos constituían los principales residuos encontrados en ambas zonas, demostrando que el frente de salinidad de fondo actúa como una barrera de acumulación de residuos.

El Frente de Máxima Turbidez es la zona dinámica del estuario más profunda y ancha en la cual el sistema se ralentiza y decantan los sedimentos provenientes de aguas arriba. Esto último sucede por el proceso llamado de floculación, que es favorecido por el aumento de la salinidad que contribuye a la formación de flóculos. Estos últimos son pesados y decantan, formándose una zona de mayor turbidez, muy importante desde el punto de vista biológico por ser muy productiva en los estuarios.

En la costa del Río de la Plata, entre San Isidro y Punta Indio (cerca de 150 km de costa), se observó la presencia de microplásticos en agua, sedimento y biota.

En el agua, las mayores concentraciones de este contaminante se observaron en las áreas más urbanizadas, particularmente en zonas influenciadas por las descargas provenientes de efluentes cloacales del área

metropolitana de la ciudad de Buenos Aires (Berzategui y Bagliardi) y en cercanías del Frente de Máxima Turbidez del estuario (Punta Indio). La abundancia promedio de todo el sector analizado fue de 139 microplásticos por metro cúbico, lo que posiciona al Río de la Plata en una situación intermedia en comparación con otros estuarios a nivel mundial. En cuanto a los tipos de microplásticos hallados, se encontraron fragmentos y fibras, siendo éstas las dominantes, y principalmente de color azul. Con respecto al tamaño, los microplásticos entre 0,5 y 1 mm fueron los más abundantes. Además, se observó una relación significativa entre el deterioro del hábitat costero (destrucción de la vegetación ribereña, aumento de basura en la costa, deterioro de la calidad del agua, presencia de infraestructura como murallones y escolleras, etc.) y el aumento de la concentración de dicho contaminante en el agua.

En el sedimento, las mayores concentraciones se observaron en Punta Lara, un sitio cercano a la ciudad de La Plata, el cual es altamente concurrido para el desarrollo de actividades recreativas. En toda el área cos-

tera analizada, la abundancia promedio fue de 278 microplásticos por metro cuadrado, influenciando en su distribución el uso del suelo en la costa principalmente (Fig. 3). La diversidad de los tipos de microplásticos hallados en sedimento fue mayor que la hallada en la columna de agua (fragmentos, pellets, fibras, film y foam). Sin embargo, aquí también predominaron las fibras, los fragmentos y el color azul, dominante en las prendas de uso cotidiano, por ejemplo, jeans.

Otra de las consecuencias de los microplásticos en la biota., es que una vez que ingresan y permanecen en los ambientes acuáticos, pueden funcionar como sustrato para el desarrollo de microorganismos en una comunidad llamada biofilm (plastiesfera en el caso particular de los plásticos), conformada por bacterias, algas, hongos y microinvertebrados. Su estudio en laboratorio, con agua del Río de la Plata, reveló que los microplásticos son rápidamente colonizados por un biofilm diverso en su composición. Se observó también la presencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal (*Escherichia coli* y Enterococos), en el biofilm, desarrollado en sitios cercanos a las descargas cloacales, las cuales pueden ser transportados por el agua a otras zonas del estuario.

Como ya se mencionó, una de las amenazas que sufren los organismos que habitan los ecosistemas acuáticos es la ingestión de los microplásticos, ya sea de manera pasiva o activa. En la costa del Río de la Plata, diferentes estudios confirmaron la presencia y abundancia de microplásticos en 11 especies de peces costeros de diferentes hábitos alimentarios y en el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) (Fig. 4). En los peces, se comprobó la presencia de microplásticos en todos los ejemplares analizados, independientemente del hábito de alimentación, siendo su abundancia significativamente mayor en los individuos capturados en cercanías de la descarga cloacal. En el mejillón dorado se observó que los individuos localizados en cercanías de las descargas de

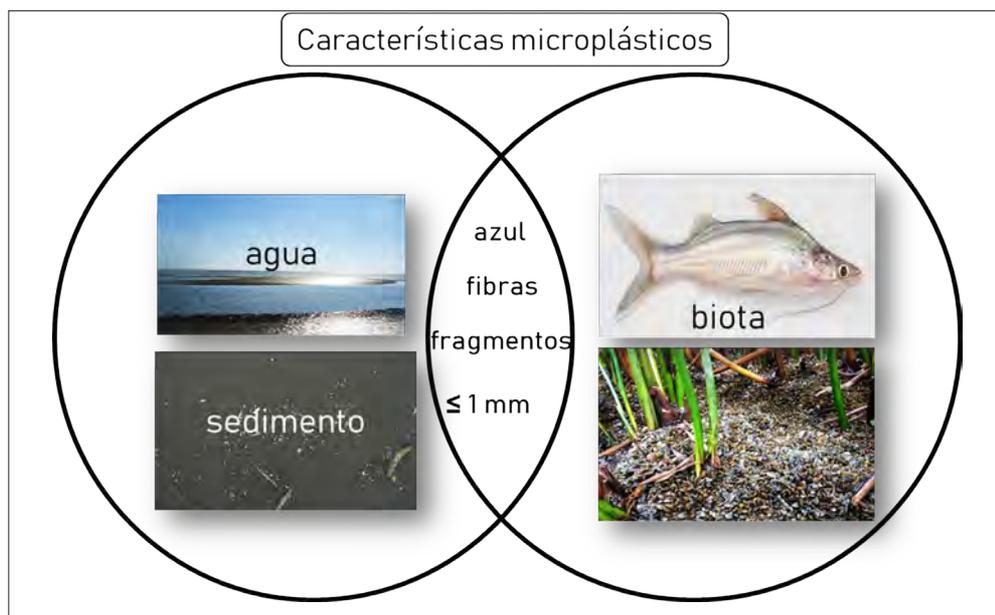
aguas residuales y en el Frente de Máxima Turbidez, contenían una mayor cantidad de microplásticos y que los mayores tamaños de microplásticos se encontraron en los mejillones más grandes. Tanto en los peces como en los mejillones, se hallaron fragmentos y fibras, siendo estas últimas las dominantes, al igual que el color azul. Por lo tanto, los estudios realizados en el agua, sedimento y biota fueron coincidentes en las características de los microplásticos (Fig. 5).

Consideraciones finales

La combinación de un mayor acceso a la información, una creciente preocupación pública ambiental y la difusión a través de redes sociales, han permitido hacer llegar el concepto de estos plásticos de pequeñas dimensiones y de su impacto en el medioambiente a gran parte de la sociedad. La intervención mediante programas apropiados de mitigación y reducción de contaminación por plásticos en el medioambiente requiere de la comprensión sobre la percepción pública de la problemática en la sociedad. Además, requiere de trabajos colaborativos interdisciplinarios de investigación, incluyendo a especialistas en comportamiento social. La comprensión de esta problemática facilitaría los cambios de hábitos de consumo. Teniendo en cuenta que el plástico es un material de origen artificial, tanto su mal uso y abuso como el impacto que éste tiene en los ecosistemas, es responsabilidad exclusiva del ser humano. Cambiar las percepciones y el comportamiento es clave para



4. (a) Mejillones de la especie *Limnoperna fortunei* sobre una bolsa de plástico y juncales en la costa del estuario, (b) y (c) fibras halladas en los mejillones.



5. Características predominantes (color, forma y tamaño) de los microplásticos hallados en la costa del Río de la Plata en el agua, sedimento y biota.

hacer frente a la contaminación plástica en los entornos naturales.

¿Cómo se puede disminuir la presencia de microplásticos? La contaminación por plásticos se puede prevenir aplicando jerarquías de residuos dentro de la economía de los plásticos para impulsar de manera drástica la reducción, reutilización y reciclaje de residuos plásticos.

Dado que todos los microplásticos secundarios se originan siempre en macroplásticos que se fragmentan en los distintos ecosistemas, la mayoría de las tecnologías aplicadas para su mitigación se encuentran focalizadas ya sea a prevenir su entrada al medioambiente o a la remoción de las mismas *in situ*.

El fomento e implementación de economías circulares, es una excelente opción para reducir los costos asociados a nuestra dependencia de estas tecnologías. Considerando el incremento exponencial de contaminación por plásticos que entrará en el futuro inmediato en los distintos ambientes acuáticos, será necesario considerar propuestas basadas en tecnologías de limpieza, como así también la reducción de materiales plásticos en los circuitos productivos.

Idealmente las tecnologías de limpieza de los plásticos deberían implementarse conjuntamente con soluciones preventivas,

como el uso de materiales sustentables y biodegradables para reemplazar el plástico, y con el mejoramiento de los sistemas de tratamientos y gestión de residuos. Acciones concretas como desalentar el uso de envases de plástico innecesarios, como la prohibición de las bolsas de plástico de un solo uso, o para aumentar sustancialmente la tasa de recolección y reciclado efectivo de desechos plásticos, fomentando esquemas de envases retornables reusables, y la prohibición de microperlas de plástico en cosméticos y productos de cuidado personal, son muy necesarias como parte de las estrategias para la gestión de residuos a implementar.

Si bien no existe una única solución a la problemática de los microplásticos, es claro que se requiere de un enfoque integral que combine nuevas tecnologías, formulación de políticas adecuadas y una clara promoción a la sociedad para prevenir una mayor contaminación por plásticos y el consiguiente daño a los ambientes acuáticos, sus organismos y la salud humana. ◆

Dra. Rocío Pazos
 Dra. Nora Gómez
 CONICET- Instituto de Limnología
 "Dr. Raúl A. Ringuelet",
 UNLP-CONICET (CCT La Plata)

Del Cine Etnográfico y la Antropología Visual



Juan José Cascardi

El cine etnográfico posibilitó a través de las imágenes en movimiento comprender la variabilidad de los seres humanos, conocer los comportamientos y costumbres de los “otros” culturales, permitiendo a las audiencias occidentales acceder a una representación superadora de aquella que brindaban a fines del Siglo XIX el dibujo, los moldes de yeso e incluso la fotografía.

Los desarrollos tecnológicos de finales del Siglo XIX condujeron a la producción de documentos, primero visuales y luego audiovisuales, que pretendían dejar testimonio de la vida de pueblos considerados en aquella época “exóticos”, tanto para los exploradores, misioneros, militares, comerciantes e investigadores occidentales que los contactaban por primera vez como para las audiencias que eran receptoras de las representaciones que de ellos se hacían.

A finales del Siglo XIX y primeras décadas del Siglo XX la sociedad occidental se encontraba en pleno proceso de industrialización, profundizaba la colonización de nuevos territorios, obtenía nuevos mercados y se expandía económicamente. En este contexto general, se produjo el desarrollo simultáneo de la antropología y el cine, ambos campos alcanzaron a cubrir en el transcurso de pocos años, los territorios más alejados respecto del “mundo blanco” – lugar de referencia identificable en aquel momento con las potencias europeas y el emergente Estados Unidos de América –, territorios donde se hacían evidentes no sólo las distancias físicas, sino también las culturales.



Grupo Morenada Centralista del Carnaval de Oruro, Bolivia.

Por un lado, la antropología se desarrollaría al amparo del colonialismo de las grandes potencias que necesitaban justificar la apropiación de territorios ocupados por pueblos exóticos que era necesario conocer en su funcionamiento (político, económico, religioso, etc.) para poder dominarlos, merced a estrategias diversas según el país colonizador del que se tratase (*indirect rule* de los ingleses, administración colonial francesa, alemana, etc.). Fue entonces la antropología, la disciplina científica encargada de dar una explicación de esos “otros” que iban surgiendo y a quienes intentaría catalogar en relación al “nosotros” de la sociedad occidental, adjudicándoles rasgos diferenciales que posibilitarían la construcción de una imagen distintiva respecto a las demás ciencias humanas.

Por el otro lado, el cine, invento entre otros tantos en aquella época, producto de los grandes adelantos tecnológicos de las últimas décadas del Siglo XIX (por ejemplo, la máquina de vapor, la electricidad, el telégrafo, el fonógrafo) completaba una larga lista de instrumentos para una colecta generalizada de datos de un mundo que aparecía como apropiable y comprensible como una totalidad desde la postura positivista, predominante en ese momento.

La antropología sería una de las primeras disciplinas científicas en hacer un uso extensivo del cinematógrafo. Resultado de la confluencia de diferentes tradiciones científico-técnicas y culturales, algunos de sus primeros usos eran tan sólo una prolongación de las prácticas de registro, análisis y observación generadas en torno a la cronofotografía por médicos-fisiólogos y fotógrafos de la época (Etiénne-Jules Marey, Felix

Regnault, Eadweard Muybridge) creando dispositivos para la toma secuenciada de fotografías que posibilitaban analizar el movimiento de hombres (en la lucha, la carrera, el salto y otros ejercicios) y animales (en el galope de los caballos, el vuelo de las aves, o el desplazamiento de los peces en el agua).

A comienzos de 1895, en París, durante la realización de la Exposición Etnográfica de África Occidental, Regnault registró a una mujer africana del grupo étnico *wolof*, haciendo cerámica. Este registro es considerado como uno de los primeros con intención etnográfica. Las siguientes filmaciones de Regnault estuvieron dedicadas al estudio comparativo de las actitudes y del movimiento, utilizando como sujetos de sus registros a individuos de distintos grupos africanos (*wolof, fulani, diola*).

Podemos afirmar que Regnault fue el precursor de la utilización sistemática del cine en antropología y proponiendo ya en esa época la creación de un archivo de cine antropológico, empresa que no pudo llevar a cabo él mismo, pero que años más tarde fue concretada al menos en parte por el geógrafo Jean Bruhnes con el sostén económico del banquero Albert Kahn.

Este es un tiempo en que la antropología, que se venía consolidando como disciplina científica, brindaba a la sociedad occidental el aporte teórico para una reflexión racionalista sobre el mundo, posible merced al análisis de la diferencia y la alteridad.

Es justamente a fines del Siglo XIX - si hacemos la excepción que representan los trabajos de campo precursores de Lewis Morgan - que la antropología se convierte con las investigaciones de Franz Boas entre los *inuit* del Ártico (1884-5), y la de otros

Los primeros films etnográficos

Entre los primeros films etnográficos, pioneros para la tradición antropológica europea y de los Estados Unidos de América se pueden enumerar: “En la tierra de los Cazadores de Cabezas” (1914) también conocida como “En la Tierra de las Canoas Guerreras” de Edward Curtis; “Nanuk el esquimal” (1922) y “Moana” (1925) de Robert Flaherty; “Grass. La batalla de una Nación por la vida” (1925) y “Chang” (1927) de Merian Cooper y Ernest Schoedsack. Entre los films pioneros para América Latina, se pueden conocer en México “Costumbres Mayas” (1915) de Carlos Martínez de Arreondo, “Fiestas de Chalma” (1922) de Manuel Gamio o “Pátzcuaro” (1926) de Manuel Covarrubias; en Ecuador, “Los invencibles Shuaras del Alto Amazonas” (1927) es el primer documental etnográfico del país realizado por el sacerdote Carlos Crespi; en Bolivia “En el país de los Incas”(1923) y “Corazón Aymara”(1924) de Pedro Sambarino; en Brasil las películas “Ritos y Fiestas Bororo”(1917) de Luis Thomaz Reis y “No Paiz das Amazonas”(1921) de Silvino Santos Silva, y en Argentina “El último malón” (1917) de Alcides Greca. Algunos de estos films pueden ser consultados en Internet.

antropólogos contemporáneos, en una práctica habitual sobre el terreno, comenzando a completarse así, sobre una base sistemática, los recorridos exploratorios llevados a cabo con anterioridad por agentes coloniales, misioneros, militares, comerciantes o aventureros neófitos.

Definitivamente, es el tiempo en que la ciencia desarrolló sus prácticas analíticas y acumulativas; surgió un marcado positivismo como ideología científica y el evolucionismo era la posición teórica dominante. Las diversas posturas filosóficas expresaban la intención de comprender y apropiarse del mundo como una totalidad, reduciendo su aparente diversidad a un orden único de clasificaciones más o menos dominadas por la idea de evolución. Estamos frente a un período de multiplicación y sofisticación de los instrumentos de medida y de observación en todos los campos. Los bocetos, dibujos, diseños, pinturas o grabados de diversos artistas, los moldes de yeso, las figuras de cera e incluso la fotografía, ya no constituían las únicas alternativas de representar de manera más o menos realista a esos “otros” exóticos.

Cuando en 1895, los hermanos Louis y Auguste Lumière comienzan a captar los gestos y las actitudes cotidianas de hombres y mujeres por medio de la cámara cinematográfica que habían inventado, podríamos decir que comienza a comprenderse la función de la imagen animada como reveladora

de ese mundo inmediato y cotidiano. Se inaugura así el uso del cine para el registro visual (más tarde audiovisual) de las costumbres y modos de vida de los diversos grupos humanos existentes. En consecuencia, se pone de manifiesto su valor potencial como recurso para registrar hechos observables que a través del visionado diferido – analizado posteriormente con los sujetos filmados o con otros investigadores, utilizando el rodaje original - posibilitaría construir “datos”. El desarrollo del cine comenzaba a configurarse como el soporte que permitiría con una economía de medios inigualables, representar la multiplicidad de las manifestaciones simultáneas que componen la atmósfera cotidiana de desenvolvimiento e interacción de esos nuevos grupos que la Etnografía reconocía (ver recuadro).

De un modo general, más allá de las implicancias teórico-metodológicas que el cine etnográfico ha tenido para el ámbito estrictamente académico, podemos afirmar que tiene como finalidad que el “gran público” comprenda las sociedades nativas representadas, descubra sus rasgos estructurales y entienda sus pautas de comportamiento, valores y creencias. Si bien desde sus orígenes la antropología ha hecho uso de la fotografía y el cine para crear y transmitir imágenes sobre las culturas estudiadas, la evolución del cine etnográfico desde sus representantes pioneros ha permitido la expansión de



un campo de conocimiento conocido en el presente como “Antropología Visual” y que emplea la imagen como recurso de investigación, como medio para la transmisión de experiencias etnográficas y como generador de conocimiento antropológico.

A partir de la década de 1930 muchos fueron los antropólogos que utilizaron como recurso el cine etnográfico ya con mejores recursos a nivel de equipamiento y mayor desarrollo del lenguaje cinematográfico. Así, pudieron a conocer sus investigaciones de campo y brindaron a través de sus películas una visión sintética y global del funcionamiento de las sociedades nativas estudiadas o también ejemplificaron algún aspecto particular de sus investigaciones. Por mencionar sólo algunos, Franz Boas con “Los Kwakiutl” (1930), Neil Gordon Munro con “La Ceremonia del Oso entre los Ainu” (1931), Marcel Griaule, “En el País de los Dogon” (1935) y los trabajos de Margaret Mead y Gregory Bateson en Bali (1935-36) “Trance y Danza en Bali”.

Particularmente durante el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial los países intervinientes produjeron, para el registro y difusión de los eventos bélicos, mejoras tecnológicas vinculadas a la calidad de las lentes, al aligeramiento en el peso de los equipos, en la portabilidad de los mismos, así como en la calidad del sonido. Estos hechos indirectamente mejoraron la calidad de las producciones de cine etnográfico de post-guerra (ver recuadro).

A diferencia de otros realizadores no antropólogos, provenientes del campo de la cinematografía, cuyas obras a pesar de tener vínculos con las raíces etnográficas de sus respectivos países no fueron consideradas por la Academia, la obra de Prelorán (ver recuadro 2) que tuvo verdadero reconocimiento en nuestro país sólo al final de su vida (falleció en 2009), fue en cambio tomada en cuenta por los círculos canónicos del cine etnográfico de los países económicamente más desarrollados, reconociendo el valor de sus films, sus ideas y sus escritos, presentes en libros significativos en la historia del cine etnográfico.

Grupo Indios Tobas del Carnaval de Oruro, Bolivia.

El cine etnográfico de post-guerra

En este período surgen nuevos realizadores con diferentes formas de representar la “realidad” de los grupos étnicos, desarrollando diversas corrientes dentro del cine etnográfico. Así por mencionar a algunos de ellos y sus films, Jean Rouch con “En el País de las máscaras Negras” (1947), “Iniciación a las Danzas de Posesión” (1949), “Batalla Sobre el Gran Río” (1951), “Los Maestros Locos” (1955), “Yo, un Negro” (1958). “Crónica de un Verano” (1960), “La caza del león con arco”(1965), entre otras; dentro de la corriente del Cinema verité (cine-verdad) y una antropología compartida con las sociedades filmadas a través de una cámara provocativa; Robert Gardner, con “Danzas de los Kwakiutl” (1951), “Aves Muertas” (1963), “Los Nuer” (1971), “Ríos de Arena” (1973) entre otras; John Marshall con “Los Cazadores” (1957; junto a Robert Gardner), “Un grupo de Mujeres”(1961), “Una Relación Jocosa” (1962), “Un Argumento Acerca del Matrimonio” (1969), “N/um Tchai: El Ceremonial de Danza de los Kung”(1969) entre otras dentro de la corriente exposicional y en algunos casos valorizando en Gardner los aspectos estéticos de los films más que la metodología antropológica; Timothy Asch “Dodoth Mañana” (1963) “La Fiesta” (1969), “La Pelea con Hacha”(1974), “Un Hombre Llamado Abeja: Estudiando a los Yanomamo” (1975) de Timothy Asch y Napoleon Chagnon, entre otras, desarrollando una primera etapa en la corriente observacional, posteriormente centrada su postura en registrar aspectos parciales (secuencias discretas) de las culturas estudiadas.

En Argentina, un caso particular es el del realizador cinematográfico Jorge Prelorán con sus films realizados para el Relevamiento Cinematográfico de Expresiones Folklóricas Argentinas, financiado por el Fondo Nacional de las Artes y la Universidad de Tucumán con el asesoramiento del folklorólogo Augusto Raúl Cortazar, “Feria de Simoca” (1965), “Casabindo” (1965), “Viernes Santo en Yavi” (1966), “Chucalezna” (1966), “Iruya” (1968). Éstas serían la antesala de su después reconocidas etnobiografías, “Hermógenes Cayo” (1970, conocida en el ámbito anglosajón como “Imaginero”), “Damacio Caitruz” (1971, originalmente “Araucanos de Ruca Choroy”), “Cochengo Miranda” (1975) entre otros films, donde pasa del relevamiento de expresiones folklóricas generales (fiestas regionales, procesiones, ferias populares), al registro de personajes específicos que de algún modo reflejen los aspectos de la cultura a la que pertenecen, a través de sus pensamientos, comportamientos, ideales, etc.

A fines de los años '60 empezó a circular la idea de una Antropología Visual que pretendía incluir al cine etnográfico, pero además incorporaba otras posibilidades de desarrollo en ese campo de conocimiento. Como resultado de la Conferencia Internacional de Antropología Visual llevada a cabo en el marco del IX Congreso Internacional de Ciencias Antropológicas y Etnológicas en Chicago en 1973, los trabajos expuestos fueron publicados en 1975 bajo el título: “Principles of Visual Anthropology” (“Principios de Antropología Visual”) instituyendo definitivamente esta subdisciplina en Antropología.

Uno de los teóricos en esta área, el antropólogo Jay Ruby, planteó que para su

entender “... existen tres posiciones en la concepción de la Antropología Visual. Las mismas en cierto grado se superponen y al mismo tiempo compiten entre sí. Por un lado está la Antropología Visual, que se concentra principalmente en la producción de films etnográficos y su uso educativo. Existe otra Antropología Visual orientada al estudio de los medios de comunicación gráfica por lo general, televisión y cine. Por último, una Antropología Visual de la comunicación que abarca el estudio antropológico de todas las formas visuales y gráficas de la cultura, así como también la producción visual con una intención antropológica.

La primera, Antropología Visual como cine etnográfico, ha sido la mirada más



Vendedores en el Carnaval de Oruro, Bolivia.

antigua y reconocida en la disciplina y está presente en todas las otras manifestaciones tanto a nivel de la práctica, en eventos dedicados a la exhibición de películas, el surgimiento de organizaciones y ha provocado un creciente interés en el tema por parte de distintos antropólogos culturales. El supuesto que la Antropología Visual está vinculado principalmente a la producción de películas etnográficas como recurso educativo, continuaba siendo el dominante hasta no hace mucho tiempo. Por otra parte, la discusión teórica, que sólo se ha incrementado en años recientes dentro de la Antropología, sólo consideraba a la Antropología Visual como un recurso audiovisual complementario de la palabra escrita y asociaba al cine etnográfico más al cine documental que a la Antropología Cultural dominante.

La segunda posición, que asocia la antropología a los medios gráficos, ha tomado tres caminos distintos. La indagación histórica de fotografías, generalmente sobre personas no occidentales, con el fin de revelar la ideología o la cultura del creador y cómo eso se manifiesta dentro de la imagen, el estudio de medios indígenas como producción de cultura y, finalmente, el estudio etnográfico de la recepción de los medios de comunicación gráfica, particularmente los medios de comunicación indígena entre los aborígenes de distintas partes del mundo.

Finalmente, la tercera posición es el acercamiento de la antropología a la comunicación visual/gráfica. Es la más amplia de las posiciones e incorpora todo lo abarcado en las otras dos, pero provee además un cobertor teórico global del que los otros acercamientos carecen.

Una antropología de la comunicación visual problematiza la producción del film

etnográfico como pregunta de investigación de cómo las películas comunican y de qué modo.

Una antropología de la comunicación visual es posible sobre el supuesto de considerar a los mundos visibles y gráficos como procesos sociales, en donde los objetos y las acciones son producidos con la intención de comunicar “algo de alguien”. Es una investigación de todo lo que los humanos hacemos para que sea visto – expresiones faciales, trajes, usos simbólicos del espacio, residencias y el diseño de los espacios que habitamos, así como la completa gama de artefactos pictóricos que producimos, desde los grabados de roca hasta los hológrafos. Esta Antropología Visual lógicamente proviene de la creencia de que la cultura se manifiesta a través de símbolos visibles albergados en gestos, ceremonias, rituales y artefactos instalados en ambientes construidos y naturales.

Las nuevas tecnologías digitales posibilitan a los antropólogos visuales experimentar sobre otras aproximaciones para explorar y hacer factible el traspaso de nuevo conocimiento antropológico, entre ellas el desarrollo de etnografías digitales interactivas, así como las innovaciones tecnológicas que plantean nuevas preguntas por contestar. ◆

*Todas las imágenes pertenecen al film etnográfico de mi autoría “Carnaval de Oruro. El sentir del pueblo boliviano” (2018, 33 minutos).

Lic. Juan José Cascardi
División Etnografía
Museo de La Plata, FCNyM-UNLP

Las “rocas balanceadas”, esas atractivas y curiosas geoformas



Clifford Ollier
Jorge Rabassa

Para las personas sin formación en Geología y Geomorfología, las “rocas balanceadas” se encuentran entre las geoformas más espectaculares y curiosas del paisaje. Muchas de ellas atraen turistas por lo que tienen un alto valor comercial, así como estético, escénico y cultural, por lo cual están directamente vinculadas al Patrimonio Geológico y al Geoturismo, y consecuentemente, al vandalismo.

Una “**roca balanceada**” es un fragmento rocoso de grandes proporciones que descansa, más o menos precariamente sobre su base. Está formada por la acción separada y/o conjunta de meteorización y erosión en el lugar. El uso popular ha extendido su significado, de modo que reciben muchos nombres diferentes, tales como “rocas movedizas”, “rocas equilibristas”, o “pedestales”, además de los nombres específicos en idiomas locales.

También en este tipo de formaciones rocosas se distinguen los “perched blocks” o “**bloques colgantes**”, encaramados o posados sobre una superficie en particular. Se considera que estos bloques han sido transportados y depositados por un glaciar como carga sedimentaria superficial, yaciendo en una posición conspicua y relativamente inestable o precaria, suspendida en una cierta pendiente o ladera. Algunas de estas rocas tan particulares pueden ser también consideradas como “rocas balanceadas”.



1. La “Roca Hongo” (“Mushroom Rock”).



2. El Hongo, Valle de la Luna, Parque Provincial Ischigualasto, San Juan. (Foto A. y D. Cagnola)

Los **pedestales** o pilares rocosos son columnas simples que se erigen en forma notoria por encima de los alrededores. Es frecuente que los que desconocen la disciplina a menudo se maravillan: “¿Cómo llegó esta roca hasta aquí?”. Hay muchos nombres que no son de origen geológico para los pedestales, incluyendo “rocas en forma de hongos” (“mushroom rocks”) y “hoodoos” (sin traducción conocida), especialmente si esas rocas se han meteorizado en formas grotescas o fantásticas, que estimulan la imaginación de lugareños y visitantes. La Mushroom Rock (Fig. 1), del Parque Estatal homónimo, Kansas, está formada por meteorización diferencial y erosión de los estratos duros y blandos de las areniscas de la Formación Dakota.

El Hongo (Fig. 2) y el Submarino (Fig. 3) del Parque Provincial Ischigualasto (San Juan, Argentina) son otros ejemplos de “rocas balanceadas” con origen vinculado a abrasión eólica y resistencia diferencial de las rocas de distinto tamaño de grano, de una misma unidad geológica, en este caso areniscas y lutitas. El Submarino ha perdido recientemente uno de sus “periscopios” probablemente por un sismo que provocó la pérdida de estabilidad.

Aunque la mayoría de las llamadas “rocas balanceadas” son estáticas, algunas de ellas

pueden moverse ligeramente u oscilar, por lo cual son generalmente llamadas “pedras oscilantes”. Asimismo, hay términos locales tales como “logans”, en Inglaterra, o “pedras movedizas” y “pedras equilibristas”, en América del Sur.

¿Cómo se originan las “rocas balanceadas”?

Siempre llama la atención comprender cómo han sido formadas. La pregunta más común es ¿Cómo llegó esta roca a este lugar, a esta posición? y es muy difícil para un observador promedio darse cuenta que estas rocas no están “allá arriba” en el paisaje, sino que, por el contrario, la mayor parte de las rocas circundantes han sido erosionadas, y las rocas balanceadas son en realidad relictos.

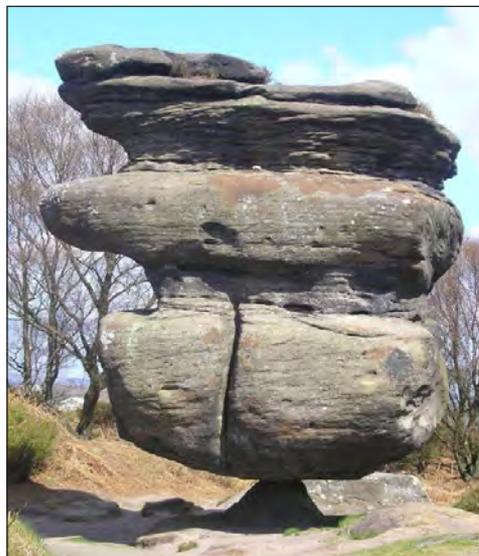
Hay varios procesos que dan origen a estas rocas. Uno de ellos es la *Erosión diferencial en rocas estratificadas*. Estas geoformas son comunes en rocas sedimentarias formadas por estratos fácilmente erosionables junto con otros más resistentes. Especialmente ocurre cuando tienen fisuras (o “diaclasas”) por donde el agua penetra hasta alcanzar la roca más débil sometiendo a meteorización muy intensa. La roca



3. El Submarino, Valle de la Luna, Parque Provincial Ischigualasto, San Juan. Abajo, uno de los periscopios se derrumbó en julio de 2015.

suprayacente, menos alterable, protege la más débil y todo el conjunto se transforma en una “roca balanceada”. Como ejemplo, el Hongo (Fig. 2), el Submarino (Fig. 3), o la “Roca del Ídolo” (Fig. 4), ubicada en un sitio de Reserva de Conservación Geológica. El pedestal excepcionalmente delgado y angosto está protegido por el bloque suprayacente.

Otros casos ocurren en depósitos de erupciones volcánicas explosivas (ignimbritas). Aunque el material del flujo suele ser originalmente homogéneo, cuando se deposita, se produce una zonación de acuerdo a la velocidad del enfriamiento



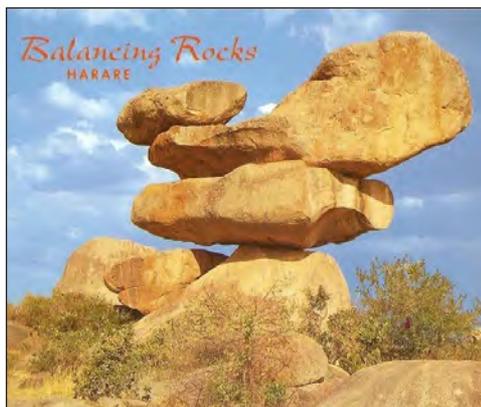
4. “Roca del Ídolo” Brimham Moor, Yorkshire, Inglaterra.



5. "Devil's Marbles, Territorios del Norte, Australia.

Los bloques en la masa de ceniza volcánica pueden entonces actuar como coberturas, y dar lugar a la formación de pilares rocosos, columnas de paredes abruptas y verticales de cenizas, protegidas de la erosión por la masa de la gran "roca balanceada" sobre ellas. Excelentes ejemplos se ven en Capadocia, Turquía y en "The Pinnacles" del Crater Lake National Park, USA. En Nueva Zelanda, pequeños remanentes de tobas soldadas son llamados "tors".

Otra forma se produce por la *meteorización a lo largo de diaclasas de bajo ángulo*. Las diaclasas abiertas proporcionan acceso de aire y agua al interior de la roca, que permiten una más rápida meteorización que en rocas sólidas. Si las diaclasas se presentan con un ángulo bajo pueden conducir al socavamiento de un bloque rocoso, y transformarse así en una "roca balanceada". A medida que la meteorización progresa, el peso de las rocas suprayacentes será soportado por una cada vez más pequeña área de contacto y la presión creciente disminuye la



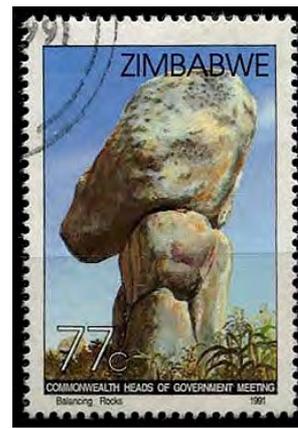
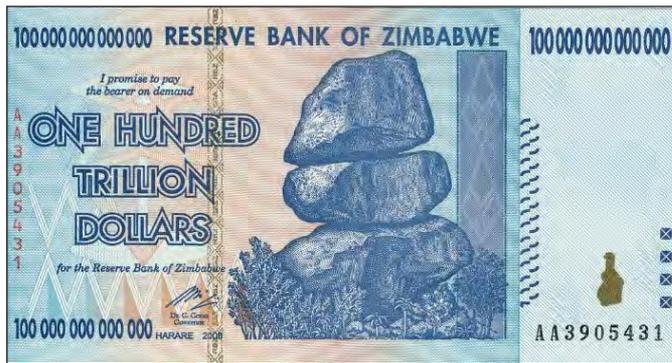
tasa de meteorización, alargando la "vida" de la "roca balanceada" como geoforma.

La *Meteorización química profunda y posterior denudación* produce muchas geoformas en rocas graníticas. Primero la meteorización química profunda produce un saprolito (masa de arcilla o arena con restos de la roca original), en general siguiendo las diaclasas. Esto da origen a "rocas nucleares" ("corestones") más resistentes de granito no meteorizado rodeado de una matriz poco resistente rica en arcillas, es decir, el saprolito. El límite entre las "rocas nucleares" y el saprolito suele ser muy abrupto, y sin puntos físicos de contacto entre los "corestones". En general, los "corestones" de mayor tamaño están cerca de la base de la meteorización, pero no es inusual que algunos de muy grandes dimensiones se encuentren en las porciones más altas de los perfiles de meteorización. La erosión hídrica puede remover muy fácilmente el saprolito inconsolidado, pero los "corestones" son demasiado grandes para ser arrastrados por el agua, y ellos se acumulan en la superficie del terreno. Estos bloques pueden acumularse en gran número en ciertos lugares de la superficie, para formar campos de bloques ("Boulder fields"). Algunos de estos bloques pueden transformarse en "rocas balanceadas" o rocas en pedestal. Ejemplos de este tipo se encuentran en todo el planeta y algunos de los más espectaculares son las "Canicas del Diablo" (Devil's Marbles, Fig. 5), en Australia.

Otros ejemplos de este tipo se ven en Zimbabwe. Son conjuntos de bloques de granito que han retenido un balance notable debido a que a medida que uno de los bloques se va meteorizando, el estrés se distribuye para proteger asombrosamente el punto de equilibrio del grupo. Estas rocas han sido representadas en sellos postales y billetes de banco de la República de Zimbabwe por sus características morfológicas y su importancia turística. (Figs. 6 y 7).

Los ejemplos producidos por *fractura tensional inducida* ocurren cuando un gran "corestone" llega a descansar sobre un blo-

6. "Rocas Balanceadas Chirimba", cerca de Harare, Zimbabwe. (Tarjeta postal comercial).



7. Billete y sello postal con rocas balanceadas de la República de Zimbabwe.

que rocoso. Los fuertes esfuerzos producidos provocan su fractura de varias maneras de acuerdo a la confinación de la roca inferior. Este mecanismo puede ser responsable de la creación de una gran variedad de “rocas balanceadas”. También la sobrecarga y recalentamiento pueden partir “corestones”, que luego por fuertes tormentas eléctricas y precipitaciones que vierten masas enormes de agua sobre bloques recalentados por la intensa exposición al Sol, los parten por la diferencia térmica. En este caso es menos probable la acción de *fractura tensional inducida*.

La *protección a la presión* se pone en evidencia cuando una roca se encuentra colgada (“perched rock”) sobre otra roca y la meteorización se inicia en los bordes de la zona de contacto entre ambas. El peso del bloque superior descansa sobre un punto por debajo de su centro de gravedad, y aquí las dos rocas están bajo presión en el contacto, de modo que la meteorización química es menos efectiva y la roca superior puede quedar “balanceada” sobre un pedestal.

Otro caso puede darse por la *disolución* que actúa sobre las calizas, que son las rocas solubles más comunes en la superficie terrestre. Algunas calizas están cubiertas por lajas de arenisca que evitan su disolución, pero donde no se encuentran protegidas, se disuelven en forma muy uniforme. Buenos ejemplos de esto se encuentran en Malham (Yorkshire, Inglaterra).

No hay “rocas balanceadas” realmente formadas en ambientes marinos. Sin em-

bargo, la *erosión marina* en los acantilados, cuando existen rocas fuertemente diaclasadas, puede crear columnas delgadas y elevadas, algunas de las cuales están particularmente reducidas en su base, y han sido referidas como “rocas balanceadas” (Fig. 8). La columna basáltica aislada resultó de la remoción de las columnas adyacentes por la acción erosiva del mar, un proceso denominado “cantereo” (“quarrying”).

Los *procesos glaciares* acarrear enormes cantidades de detrito glacial, incluyendo los llamados “*bloques erráticos*”, lo cual significa que estos grandes bloques están compuestos por un tipo de roca diferente de aquella que caracteriza el lugar. Quizás sea más apropiado considerarlas “perched rocks” como se ha mencionado más arriba. Un buen ejemplo es la “Balanced Rock”, del valle del Río Hudson, New York (Fig. 9).



8. “Roca balanceada” sobre un acantilado marino, en la Bahía de St. Mary, Nova Scotia, Canadá.



9. “Balanced Rock”, del valle del Río Hudson, New York.

“Piedras movedizas” o “Piedras equilibristas” o “Rocking stones”

Éstas son rocas balanceadas que pueden moverse hasta cierto punto sin perder la posición de equilibrio alcanzada naturalmente. Tienen un pivote o punto de apoyo sobre la roca inferior, a veces lineal y más raramente un área más ancha y el movimiento es habitualmente en una dirección, en muchos casos solamente de unos pocos centímetros.

Un caso excepcional fue la “Piedra Movediza” de Tandil, Provincia de Buenos Aires (Fig. 10). Era una roca granítica, espectacularmente elongada, de más de 300 toneladas, redondeada por la meteorización química profunda y apoyada sobre una superficie granítica. Se trataba de una “roca balanceada” que efectivamente se movía, aunque de manera imperceptible para el ojo humano. La gente encontraba curiosidad en ubicar botellas de vidrio, debajo de la roca y horas más tarde, el movimiento había triturado las botellas (Ver “Vandalismo”). Actualmente se observa muy bien el punto de apoyo donde esta roca oscilaba.

Otro caso similar es el Bosque Huelgoat en Bretaña, Francia, sembrado de bloques masivos, siendo el más famoso, la “Roche Tremblante” (la “roca temblorosa”) de un peso estimado en 140 toneladas.

Explicaciones falsas

Las rocas balanceadas y en pedestal han sido comúnmente atribuidas a la erosión eólica por sopladura de arena, especialmente



10. La “Piedra Movediza de Tandil”, en una fotografía anterior a 1912, aún en su posición basculada original. Antigua tarjeta postal en alemán, con una pintada de 1894.

cuando se han encontrado en desiertos. Pero cuando se estudia en detalle su superficie, no se observan trazas de sopladura de arena, sino evidencia de hidratación y descamado que es removido por acción eólica. De este modo, muchas rocas en pedestal se forman por meteorización físico-química y no por acción del viento, que sólo participa en la remoción del detrimento de meteorización. Más aún, existe usualmente una dirección prevaliente de los vientos, pero los pedestales están por lo general meteorizados en toda su periferia.

Influencia del clima

Las rocas balanceadas se forman en una amplia variedad de condiciones climáticas. Son especialmente comunes en zonas áridas, probablemente porque la falta de vegetación hace su presencia más obvia al observador. Para aquellas rocas generadas por meteorización química profunda y posterior erosión, el clima actual es en gran parte irrelevante. La meteorización química profunda que comenzó el proceso puede haber tenido lugar decenas o aún cientos de millones de años atrás. El proceso de erosión podría asimismo haber sido iniciado millones de años atrás y aún continuar en el presente, y sobre estas escalas temporales el clima puede haber cambiado en múltiples oportunidades.

Hay rocas balanceadas aún en áreas de clima muy frío. En la Península de Labrador, Canadá, un área fuertemente afectada por el viento y con temperaturas de hasta $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, hay una roca balanceada sobre un pedestal de granito meteorizado.

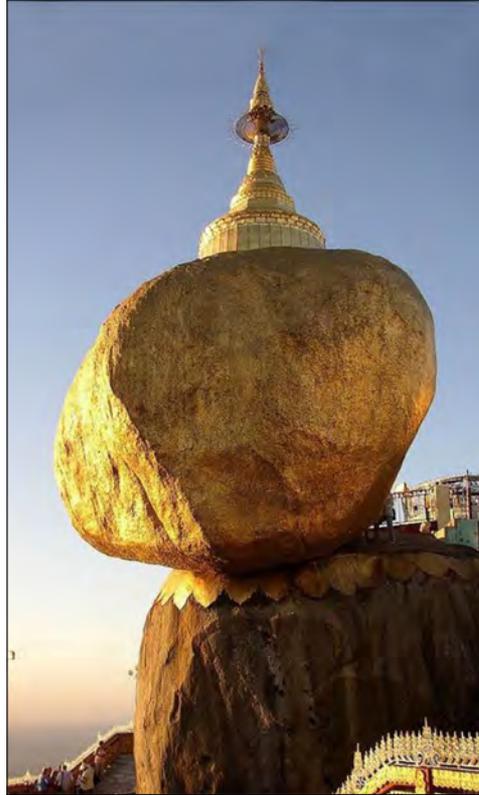
Las rocas balanceadas y los sismos

Todas las rocas balanceadas son rasgos efímeros del paisaje. Estas rocas son generadas por alguno de los procesos descritos más arriba, luego soportarán meteorización y erosión de su masa y de su entorno, hasta que finalmente será destruida. Pero si estas rocas son formadas en una región de alta sismicidad, un sismo suficientemente fuerte podría producirles un colapso súbito. En este contexto, podemos utilizar las rocas balanceadas como indicadores indirectos de actividad sísmica.

Se han realizado estudios tanto en Arizona como en la costa de California, para modelar las fuerzas necesarias para derribarlas. Según una técnica compleja, se demostró que algunas de estas rocas han estado en el lugar en que se encuentran por lo menos por 20.000 años (aproximadamente desde el Último Máximo Glacial), y que pueden contribuir a calcular los riesgos sísmicos regionales.

La edad de las rocas balanceadas

Muy pocas rocas balanceadas pueden ser datadas, pero ocasionalmente puede haber pistas sobre su edad. Por ejemplo, la “Roca de Oro” (the Golden Rock, Kyaiktiyo) está colgada sobre un acantilado cerca de Yangon, Burma (Myanmar) (Fig. 11). Es el tercer sitio más importante de peregrinaje budista en Burma, y de acuerdo a la leyenda, la “Roca de Oro” descansa sobre hebras del pelo de Buda. La “Roca de Oro” es un bloque granítico de 7,60 m de altura con una circunferencia de 15 m. En el punto más alto se construyó una pequeña pagoda de 7,3 m de altura en el año 574 antes de Cristo, sugiriendo una edad mínima del largo periodo de estabilidad de esta roca.



11. La “Roca de Oro” (“Golden Rock”), en Yangon, Birmania.

riendo una edad mínima del largo periodo de estabilidad de esta roca.

Geoturismo y vandalismo en las rocas balanceadas

Las rocas balanceadas mantienen una extraordinaria atracción sobre los observadores y turistas, en algunos casos por sus notables geoformas, o como parte de una atracción turística mayor, tal como un parque o reserva natural. El turismo requiere manejo y administración, especialmente en estos casos, y más aún si son de fácil acceso.

La “Roca Balanceada” del parque natural Arches National Park (Fig. 12) o el “Sombrero Mejicano, de 20 m de diámetro y 4 m de espesor rocoso, de Bluff (Fig. 13), ambos de Utah (USA), o los del Valle de la Luna en Argentina, son ejemplos de atracciones turísticas muy concurridas.

En casos extremos, los geositios necesitan ser protegidos del vandalismo, con la construcción de vallas, que sin dudas reducen el atractivo estético. En algunas instancias, aún pueden ser necesarios controles, para evitar que los turistas dejen deshechos que tienen otros efectos adversos sobre el ambiente. Como muchos otros objetos naturales, las rocas balanceadas atraen la

Geopatrimonio, Geositios y Geoconservación

Geopatrimonio es una parte integral del patrimonio natural global, que incluye todos los lugares y objetos especiales que han tenido un rol activo en la comprensión de la historia de la Tierra, ya sean sus rocas, minerales y fósiles, y por ende, sus paisajes.

Los *Geositios* son localidades y objetos específicos que proveen visiones especiales de la evolución del planeta Tierra. Un Geositio es un término natural que no tiene implicancias legales o étnicas, y que puede ser pequeño (como una “roca balanceada”) o tan grande como un parque o reserva natural.

La *Geoconservación* concierne a la protección y manejo de geositios, para el estudio científico, educación y, donde corresponda, la divulgación de la historia de nuestro planeta. En términos ideales, los geositios importantes deberían ser protegidos bajo la legislación nacional de la conservación.

Geoparque es un término informal que describe los geositios o complejos de geositios promovidos para el turismo. No implican un gran interés científico o importancia patrimonial, pero son de interés general, atracción visual o estética, o utilizable en actividades educativas.

La *Geodiversidad* es un término generado a imitación del término biodiversidad, pero mientras la biodiversidad puede ser una medida de la salud de un ecosistema, el valor de los *geositios* no depende de la diversidad. Muchos rasgos geológicos y geomorfológicos son restringidos a un tipo especial de roca o rasgo natural, lo cual aumenta su valor. Las rocas balanceadas son ejemplo excelente de ello. La Geodiversidad podría ser útil como una forma de registrar diversos rasgos dentro de una cierta área, pero no debería ser tratada como un valor específico para establecer un juicio de valores sobre la significancia de sitios individuales.

Geoturismo. En un comienzo, Geoturismo hacía referencia al turismo relacionado con la Geología y la Geomorfología. Luego, este concepto incluyó otros tales como educación, sustentabilidad y conservación. Es deseable que en el manejo de un geositio estén involucrados profesionales de la geología, además de biólogos y ecólogos, entre otros, ya que a veces existe una tendencia a “mejorar” el sitio con plantación de vegetación, aún autóctona, que al crecer puede ocultar el rasgo geológico en cuestión. Por lo tanto, la comunidad geológica no debe perder su influencia y responsabilidad sobre la creación e interpretación de geositios. Inclusive debe involucrarse en las explicaciones que se brindan a los turistas para que sean correctas y aumentar el interés de los turistas. La erosión que genera el turismo puede producir daños inadvertidos en un comienzo, como las sendas, que destruyen la vegetación local. Así mismo, el desarrollo de infraestructura como baños, puestos de comida, refugios, y negocios de recuerdos debe mantenerse suficientemente apartado para evitar interferencia con los escenarios.

inmensa roca cuarcítica fuera de su risco, donde había estado quizás por millones de años, dañando para siempre el icónico punto de referencia local y regional.

La Roca Logan, cerca del pueblo de Treen en Cornwall, Inglaterra, es un preciso ejemplo de un “logan” (término local para una “roca balanceada”). Aunque esta roca pesa más de 80 toneladas, fue desalojada de su asiento original en 1824 por un grupo de marineros ingleses. Sin embargo, quejas sub-

secuentes, planteadas por residentes locales, para quienes la roca se había convertido en un atractivo turístico y, por ende, una fuente de ingresos, los marineros fueron forzados a reponer la roca en su posición original. En la actualidad, la Roca Logan todavía oscila y se mueve, pero mucho menos libremente que en el pasado.

Otra famosa roca balanceada, de la localidad de Holliston, Massachusetts, USA, cayó en forma aparentemente natural, en



12. Rocas estratificadas balanceadas en el Arches National Park, Utah, USA.

septiembre de 2020. Esta roca, identificada como un bloque errático de 14.000 años de edad (fines de la Última Glaciación), pesaba alrededor de 5 toneladas y había sobrevivido a muchos intentos de derribarla. Uno de ellos producido por seis hermanos granjeros que no lograron su objetivo. La leyenda alcanzó también en los 1700s al mismísimo George Washington, primer presidente de los Estados Unidos, quien al pasar por Holliston trató de hacer caer la piedra balanceada. Así, devino quizás en el primer y ciertamente más conocido “geovándalo”. Finalmente, venció la gravedad y la roca cayó.

Un tema controversial es si construir un templo o una pagoda o erigir una cruz sobre una roca balanceada podría ser una forma de vandalismo. Dado que los ejemplos conocidos de este tipo son rasgos generalmente muy antiguos, de valor histórico o estético, la mayoría de la gente los aprueba o bien tiene una actitud condescendiente y tolerante.

Las rocas balanceadas y el apilamiento artificial de rocas

Hasta ahora nos hemos referido a las verdaderas rocas balanceadas, de origen natural, pero se debe mencionar también una variedad artificial de rocas balanceadas.

El apilamiento balanceado de rocas (“rock stacking”) es un arte, disciplina o “hobby” en el cual las rocas apiladas una encima de la otra, en varias posiciones de equilibrio, sin el uso de sustancias adhesivas,



13. El “Sombrero Mejicano”, a 160 millas al oeste de Bluff, Utah, USA.

alambres, soportes, anillos o cualquier otro artilugio que podría ayudar a mantener el balance (Fig. 14).

Las pilas de piedras llamadas mojones (“cairns”) han sido utilizadas por los humanos durante miles de años, para marcar sendas o tumbas. La palabra “cairn” proviene del gaélico medio y significa “montones de piedras construidas como hitos o monumentos”. Los “cairns” son construcciones simples y carecen de los engañosos aspectos artísticos de las “rocas apiladas”. Algunas “apachetas” del NO argentino serían un ejemplo de “cairns”.

Se suele objetar la presencia de piedras apiladas por diversas razones, especialmente por la escala que pueden alcanzar estas actividades. El apilamiento de rocas ha crecido a todo lo largo del planeta, como parte de un “hobby”. Hay más de 70.000 sitios web que utilizan apilamiento de rocas usando dicha etiqueta (“apilamiento de rocas” en Instagram), a menudo obtenidas en ambientes originalmente prístinos. El número de apilamientos de rocas creados en áreas naturales es una seria preocupación para naturalistas, conservacionistas y autoridades de parques y reservas naturales. Esto produce una reacción adversa en mucha gente que se aventura en áreas naturales para experimentar las gratas sensaciones de encontrarse en ambientes vírgenes. Para muchas personas, los mojones de piedras hechos por los humanos les provocan la misma sensación que los “grafitti” pintados sobre un acantilado marino rocoso o circunstancias similares.



14. Apilamiento artificial de rocas, como “ho-bby” o pretendidas expresiones artísticas.

Además, apilar rocas disturba el hábitat natural de plantas y animales que viven entre las rocas o que crecen sobre ellas. En Australia, muchas especies como las lagartijas *Cunninghamy Guthega*, la víbora de cabeza ancha, y la lagartija de agua *Corrangamite* podrían verse amenazadas por la “remoción de rocas”, que destruye los sistemas de madrigueras facilitando el ingreso de otros animales que podrían perjudicar a estas especies.

En EEUU, el Servicio de Parques Nacionales prohíbe la perturbación o la movilización de cualquier tipo o tamaño de rocas u otras estructuras naturales dentro de los parques. En Australia, así como en muchos otros países, dañar, disturbar o destruir el hábitat de la vida silvestre (incluyendo el apilamiento de rocas) de los Parques Nacionales, es ilegal y acarrea severas sanciones.

Ya es un tema establecido el mundo la necesidad de proteger el patrimonio cul-

tural y natural de la humanidad. En este patrimonio se incluye el geopatrimonio y, por ende, las “rocas balanceadas”. Debemos poner especial énfasis en protegerlas ya que están expuestas a la erosión, los sismos, pero también, a la acción antrópica, por su atractivo. El accionar incorrecto, muchas veces involuntario, puede producir el deterioro y hasta la desaparición de estas atractivas y curiosas geoformas.◆

Lecturas sugeridas

Ollier, C.D. (1990). *Weathering and Landforms*. Macmillan, London.

Ollier C. (2012). Problems of geotourism and geodiversity. *Quaestiones Geographicae* 31(3), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznan, Polonia, pp. 57–61.

Rabassa, J. et al. (2021). The “Piedra Movediza” (“Rocking Stone”) of Tandil (Province of Buenos Aires, Argentina) and the “Piedras Equilibristas” (“Balancing rocks”) of Paraguay and Brazil. En: Bouza, Rabassa y Bilmes, eds.; *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*, 3, 219-243. Springer-Nature, Earth System Sciences book series.

*PhD. Clifford Ollier
Prof. Emérito, University of Western
Australia, Perth, Australia*

*Dr. Jorge Rabassa
CONICET- Fundación Bariloche,
Argentina. Miembro de la Academia
Nacional de Ciencias en Córdoba.*

Un viaje en tres dimensiones



Gabriel Grasso

El mundo de las maquetas y los dioramas abarca hoy un sinnúmero de temas por demás diversos. Este arte, por muchos considerado menor, tiene aplicaciones tanto profesionales y educativas como de pasatiempo.

Podemos encontrar maquetas y dioramas en la decoración, en juguetes para niños, en recreaciones reales o ficticias de situaciones o cualquier tipo de construcción llevada a cabo por el hombre, en escenas históricas, en representaciones de la naturaleza, entre otras.

Su desarrollo abarca múltiples disciplinas que se aplican normalmente combinadas. Entre ellas podemos mencionar: la escultura, la pintura, el dibujo, el tallado y el modelado.

En la actualidad, el desarrollo de esta disciplina no está restringido a ciertos especialistas, sino que los adelantos tecnológicos han permitido que se difundiera masivamente. Las herramientas, los elementos y materiales con los que se cuenta hoy, son incomparablemente superiores y de mayor variedad respecto a los recursos con los que contaban los artesanos de antaño.

¿Qué diferencia existe entre una maqueta y un diorama?

Una **maqueta** es una **réplica a escala de un objeto**, que tiene como fin principal facilitar su estudio mediante la visualización de todos sus ángulos. Ayuda a solucionar problemas, comprobar si lo que se quiere construir es funcional o también para definir su estética.

Las maquetas se utilizan en muchos ámbitos como la arquitectura, la ingeniería, el diseño industrial, el diseño gráfico y diversas industrias, como por ejemplo, automotrices, aéreas y navales. Suelen usarse también para la recreación de objetos o lugares históricos que ya han desaparecido. (Fig. 1)

Un **diorama** es una maqueta en tres dimensiones donde se mues-



1. Réplica maqueta de un templo hallada en el santuario de Hera en Argos. 680 a.C

tran objetos, seres, construcciones, presentados dentro de un entorno realista con el propósito de representar una **escena**. En el diorama se busca lograr un acercamiento al hiperrealismo de una escena y suelen incluir paisajismo, iluminación, en algunos casos sonido, como también toda clase de accesorios adicionales que ayuden a que la representación sea lo más real posible. (Fig. 2)

Los dioramas permiten representar escenas en las que está ocurriendo una situación, un hecho histórico, un ambiente natural, un hecho cultural, ya sea con fines educativos o de entretenimiento.

Una de las características importantes

para diferenciar una maqueta de un diorama es la búsqueda de lo real, tomemos como ejemplo el siguiente caso: realizamos una maqueta y un diorama sobre el templo de Aksha (ver recuadro). En los dos casos utilizaremos la misma escala, por ejemplo 1:72. La maqueta nos va a mostrar el templo, todos sus espacios, cada una de sus características arquitectónicas, no es necesario mostrar más que la reconstrucción volumétrica del mismo simplemente para tener una idea de cómo era su aspecto. En cambio, si realizamos un diorama la cuestión cambia. Construimos el mismo templo, en la misma escala y hasta ahí llegamos con las cosas en común. El templo en el diorama tendrá una historia... contaremos una historia. La construcción del templo se realizará con materiales que nos ayuden a lograr la textura de los elementos que se utilizaron en su construcción, arenisca, caliza, maderas, metal. Se estudiará su pintura, si cada símbolo o representación realizada en sus muros tiene un color en particular. Se tendrá en cuenta el envejecimiento de todos los materiales y cómo realizarlos.

El diorama en este caso, no sólo nos muestra cómo era el templo, sino que en realidad forma parte del entorno en el cual se desarrolla una historia. La historia del diorama tiene como centro, por ejemplo, el momento en el que el sumo sacerdote desarrolla la ceremonia de alimentación de la imagen que representa al dios-faraón. El

2. Diorama de Alaska. Museo de Historia Natural. México.





3. Raymond de Lucia, pintor realista que trabajaba con los taxidermistas del American Museum of Natural History, Nueva York, 1930.

centro de la escena es el hombre, es la representación del hombre realizando un evento social y religioso en un contexto histórico-temporal específico.

La palabra “diorama” que significa “*a través de lo que se ve*”, se origina en 1823 para denominar un dispositivo de cámara que inventaron los franceses Daguerre y Charles Marie Bouton.

Un poquito de historia

Podemos encontrar **maquetas** desde tiempos inmemoriales. Por ejemplo, se encontraron maquetas del Neolítico en el Centro de Europa y maquetas de chozas, santuarios de alrededor 5.000 años antes de Cristo en la zona de los Balcanes. El punto es saber qué función tenían, ya que se encontraban en tumbas, todavía no tenemos una respuesta concreta.

Existe una maqueta que representa a una casa de la época del mundo Minoico, unos 1.400 años antes de Cristo. Se supone que dicha maqueta pudo servir a un constructor o lo que hoy llamamos arquitecto para la

construcción real de la misma, ya que en el espacio interior parece subdividido.

En casi todas las civilizaciones a lo largo de la historia antigua, se han encontrado maquetas, en Mesopotamia, Egipto, Grecia, Roma, en China y también en América, entre los pueblos Mayas, Aztecas e Incas.

En algunas de estas civilizaciones no se sabe si las maquetas eran herramientas prácticas para la construcción o tenían otra función. Pero ya en Grecia y en Roma las mismas se utilizaban para ayudar a solucionar los problemas constructivos o para mostrar qué se quería realizar. Así, se pueden citar al Coliseo en Roma (80-81 d.C.), el santuario de Hera en Argos (680 a.C.; Fig. 1). Las maquetas servían para que fueran apreciadas y evaluadas por los poderes públicos, fundamentalmente en el período imperial romano.

En la Edad Media europea era común utilizar maquetas para la construcción de templos, catedrales y grandes abadías. Tan común como asociarlas a imágenes de santos patronos, reyes, pontífices, quienes eran representados sosteniendo una maqueta ofreciéndosela a Dios.



4. Vista parcial del diorama sobre una fábrica de procesamientos de alimentos en Londres a mediados del siglo XX (“Sala Ser y pertenecer, un recorrido por la evolución humana” – Museo de La Plata).

En cambio, los **dioramas** tienen una historia diferente. Si bien se puede decir que existían dioramas en la antigüedad, como las canoas con sus tripulantes encontradas en algunas tumbas reales en Egipto, el término “diorama” aparece recién en el siglo XIX.

Los dioramas de los museos modernos, generalmente en museos de historia natural, comienzan a verse a partir de 1902. Por lo general, estas formas intentan reproducir una escena a escala con diversos planos que se suceden, pintando, en una superficie pla-

na, un fondo con objetos o paisajes distantes, buscando una perspectiva visual de profundidad. Por supuesto que en esos primeros dioramas existía una jerarquización de los objetos a exponer, los más importantes cerca del cristal y los secundarios detrás.

Se le adjudica a Carl Akeley, un personaje multifacético, naturalista y que dominaba la pintura, la escultura y la taxidermia, el primer diorama de un hábitat natural en el año 1889, en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York.

5. Trabajo sobre un diorama en la “Sala Ser y pertenecer, un recorrido por la evolución humana” Museo de La Plata.





6. Vista parcial del diorama sobre un pueblo sedentario. (Sala de Antropología Biológica – Museo de La Plata).

Así, podemos ver otra característica de los dioramas, la combinación de la ciencia con el arte (Figs. 4, 5 y 6). Siempre se consideró que era la forma más eficaz de presentar una nueva idea sobre las exposiciones en los museos, por un lado, lo atrayente y por otro la concientización. Los dioramas en los museos de historia natural rompen con la forma tradicional de presentar los objetos, alineados y expuestos uno junto a otro con un mínimo de información para el público neófito.

El diorama presentaba a las especies en su contexto natural y, si bien podían no tener mucha información, daba una idea aproximada al visitante sobre algunos aspectos de la vida de esa especie expuesta (Figs. 2 y 3)

Con el paso del tiempo, los dioramas se hicieron tan populares y complejos, que requirieron el trabajo especializado de varios expertos técnicos, artistas y demás, que trabajaban en conjunto con los científicos. Los dioramas cuentan una historia, son una foto tridimensional, que disparaba en la mente del visitante un sinfín de pensamientos, sensaciones e interpretaciones, como así también, pueden ser un trampolín hacia

la búsqueda de información más profunda sobre el tema.

Composición y planificación

En el desarrollo de trabajo de una maqueta o diorama existe una composición previa de lo que se va a realizar y en base a eso su planificación.

En las maquetas no existe la composición en sí, ya que no hay que componer una historia, sino que reproducir un objeto o un conjunto de objetos.

En cambio, en los dioramas la composición es la esencia misma del trabajo. Cuando se tiene bocetada la escena empieza la planificación. Existe una larga lista de cuestiones a tener en cuenta, en primer lugar, la escala en la que se realizará el diorama. Es muy importante este punto, ya que todos los elementos que se utilicen deben estar en esa escala, y uno solo de ellos que se encuentre en otra escala, puede llegar a arruinar toda la escena.

Otro de los puntos más llamativos que tienen los dioramas es la multiplicidad de

Buscando el templo de Aksha

Una mañana de otoño del año 2003, nos reunimos en la Dirección del Museo de La Plata con la directora, Silvia Ametrano. La idea era evaluar la posibilidad de introducir maquetas en las exhibiciones, como una herramienta pedagógica que las enriqueciera. Surgió el tema de la sala Aksha, que por esos años se encontraba en la planta baja y había sido inaugurada en 1977. Mi comentario fue que a pesar de que la estructura museográfica de la muestra tenía como eje el famoso templo de Aksha, el visitante neófito no terminaba de darse cuenta de ello. Por eso propuse reconstruir el templo en una maqueta. En ese mismo momento cambió mi vida.

Del templo construido 3.200 años a.C por Seti I y concluido por Ramses II, solamente existía un dibujo de la planta y otro en perspectiva. El gran problema era que el templo, en el que trabajó durante la década de 1960 el Dr. Rosenvasser estaba totalmente destruido. La parte más elevada del edificio encontrada era parte del muro trasero del atrio, que medía 1,80 mts. Esto dificultaba la reconstrucción de la maqueta en lo que respecta a las alturas. Un verdadero desafío. Pero encontramos un dato importante. En 1843, Lepsius, un egiptólogo alemán, tomó la medida de la altura del pilono del templo que todavía estaba en pie. Esa medida me ayudó a calcular el resto de las diferentes alturas de construcción del templo.

Los templos egipcios en el Imperio Nuevo seguían un esquema que se repetía con algunas variantes: la entrada, enmarcada por dos grandes pilonos daba paso a un atrio, sin techo, con galerías en sus costados. A partir del muro posterior del atrio, los techos comenzaban a ser más bajos y los pisos más altos. Luego seguía la sala hipóstila, semi-iluminada y a continuación los depósitos de las ofrendas y el santuario, donde se encontraba la escultura del dios-faraón (Ramses II) dentro del naos. El santuario se encontraba en total oscuridad. Pero los arquitectos egipcios utilizaron pequeñas aberturas direccionadas en el techo, para que funcionaran como si fueran focos de luz. En el caso de Aksha, alumbraban la figura del dios.

Empezó el trabajo. La investigación. La búsqueda de bibliografía me llevó a releer a historiadores como Kemp, Trigger, Husson, Valbelle, a las egiptólogas argentinas Alicia Daneri y Perla Fuscaldo, a buscar bibliografía sobre arquitectura egipcia, los templos en el Imperio Nuevo, religión, arte, pintura, geografía, texturas de piedras, vestimentas, materiales de construcción, suelos... Todo, una totalidad que con cada paso se iba ampliando. Esto era más que una maqueta, era un viaje fascinante hacia una cultura desaparecida, la cual se manifestaba a cada momento.

La ayuda invaluable de la egiptóloga Andrea Zingarelli me permitió ordenar todo este cúmulo de datos, su experiencia y conocimiento exhaustivo sobre los templos del período en que se construyó el de Aksha me dieron la posibilidad de poder llegar a una primera meta: la construcción de la pre-maqueta. Luego la construcción de la maqueta definitiva. Cada pieza fue construida en yeso extra duro, con moldes hechos para cada una de ellas en particular, ensamblada y tallada a mano.



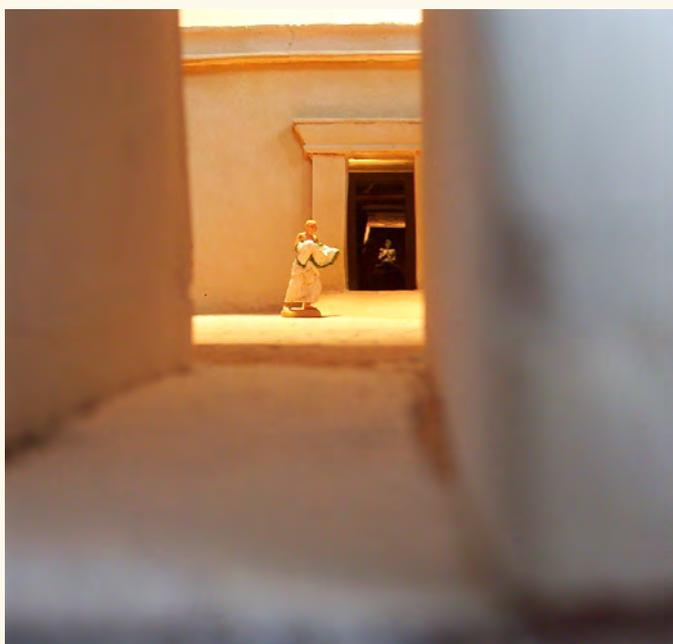
materiales a utilizar para representar los objetos que se colocarán en el mismo y en esto tiene mucho que ver la escala. Por ejemplo, para representar un conjunto de plantas acuáticas en un lugar pantanoso o laguna a escala 1/35, podríamos utilizar algunos líquenes que encontramos en árboles o palos de alambrados en el campo, claro, si la escala fuera más grande, ya no nos servirían. Del tipo de escala elegida dependerá el rigor de los detalles de la maqueta. Las escalas más utilizadas en arquitectura suelen ser: 1:20 / 1:25 / 1:50 / 1:75 / 1:100 / 1:125 / 1:200 / 1:250 / 1:500 / 1:750 / 1:1000.

En América del Norte, Europa o Asia, donde el modelismo y la construcción de dioramas están muy extendidos, se pueden conseguir fácilmente una multitud de accesorios. En nuestro país, se pueden conseguir a través de internet, pero son muy costosos. Eso es una desventaja, pero también una ventaja; nuestros dioramas son sumamente originales, y podemos reconstruir cualquier clase de escena sin tener elementos repetidos en otros dioramas. Esto nos ayuda a estar atentos, investigar materiales, experimentar... crear.

En la composición de un diorama hay

A partir de ese momento, la idea no era solamente mostrar el templo como una estructura vacía, sin vida. Se le dio sentido, se incorporó una escena dentro de la misma, algo cotidiano. Queríamos que el visitante pudiera, por un momento, entrar a ese mundo temporal y espacial tan lejano y tan desconocido a través de una mirada. La mirada de un egipcio del pueblo que pasaba frente al templo en el mismo instante que se desarrollaba una de las ceremonias diarias de limpieza y alimentación del dios por el sumo sacerdote. El santuario, lugar vedado a todos salvo al sumo sacerdote o al faraón, se mostraba, gracias a una pequeña ranura hecha en el techo a modo de reflector, como algo mágico, fantástico, de otro mundo, de ese mundo que lo esperaba después de la vida terrenal.

¿Se logró esa mirada, sólo haciendo que una persona observara a través de una pequeña maqueta en escala 1/72 esa escena? Seguramente no, en el sentido más estricto, pero sí un acercamiento al concepto. Y algo más importante: el asombro de los niños y las múltiples interpretaciones y sensaciones que esta pequeña escena reconstruida despertó en cada visitante.



que tener en cuenta una serie de puntos:

La eliminación de paralelismos y perpendicularidades. La supresión de la sensación de paralelismo o perpendicularidad, resulta esencial en un diorama, porque al suprimir la rigidez geométrica damos a la escena una naturalidad beneficiosa estéticamente, al generar en el espectador una sensación de “espontaneidad” que le hace interesarse más en lo que ve, puesto que los elementos rígidos por su geometría casi perfecta resultan visualmente monótonos y aburridos.

La eliminación de la planeidad. Hay que

tratar de que la escena no sea plana en su composición, es decir, colocar elementos verticales e incluso bajo nivel, para lograr una visión de diversos niveles que ayudan a la composición de la escena.

Ponerse en el lugar del espectador. Eso quiere decir que busquemos que la escena nos permita contar varias historias a la vez, teniendo siempre en cuenta la historia principal. En los dioramas podemos trabajar con dos modalidades, una es el diorama “cerrado” o de “caja” donde la escena se construye dentro de un receptáculo que hace que el observador mire solo un ángulo de la escena,

aquella que nosotros queremos que se vea, pero que es quizás una historia limitada. La otra modalidad, es la “abierto” es decir, que el observador pueda tener diferentes ángulos de observación y con ello la posibilidad de tener diversas miradas de una historia.

La creación de una escena coherente con nuestra historia. Cuando observamos un diorama donde interactúan diversas figuras y objetos, sentimos que la situación “tiene vida”, que se está narrando algo. Un diorama debe narrar una situación, por simple y sencillo que sea y conseguir que todos los elementos presentes se impliquen en la narración.

Evitar zonas vacías. No resulta estéticamente atractivo que haya partes “vacías” en la escena, es decir, que existan zonas sin elementos de interés para el espectador. Son zonas “muertas” donde no ocurre nada y molestan profundamente cuando vemos la historia en su totalidad.

Evitar la saturación de elementos. Así como debemos evitar la falta de elementos, mucho peor es la saturación de los mismos. Distraen, se pierde el hilo de la narración y terminan por arruinar un diorama, ya que cansan al espectador.

Variación cromática. Dentro de la investigación previa a la realización de un diorama es muy importante estudiar la paleta de colores. Podemos ser rigurosos sin aburrir, mediante la utilización de un equilibrio de contrastes, luces y sombras al aplicar los colores, tratando de que cada elemento, dentro del realismo que se busca, pueda ser apreciado en su justa medida.

Rigor informativo. En los dioramas, el rigor de la información es uno de los elementos más importantes. Y es aquí donde el diorama se diferencia de otras clases de representaciones. No solamente hay que investigar el elemento principal de la escena, sino también cada uno de los elementos que lo constituyen.

Originalidad. No copiar. Ser creativos. Buscar siempre mostrar algo diferente a lo que ya se ha hecho sobre cada tema. Es fundamental para lograr que el visitante se sienta atraído.

Aunque muchos creen que el tiempo

de los dioramas como los conocemos en los museos ya se terminó dadas las nuevas tecnologías de reproducción, los estudios de público en los más importantes museos del mundo lo desmienten. Los dioramas y maquetas siguen llamando la atención y son atractivos y efectivos como herramienta pedagógica. Quizás podemos decir que los adelantos tecnológicos van a sumar a los dioramas un plus magnífico.

Ahora bien, el espíritu de aquellos que realizan esta actividad actualmente, en cierta forma, se conecta con el de aquellos que la practicaban en el pasado, quienes daban una carga simbólica muy fuerte a estas producciones (costumbres familiares, de culto, arte, etc.). El artista, hoy, además, sueña con poder representar una imagen que nos transporte en el tiempo y nos haga partícipes de realidades y formas de vida lejanas, desconocidas, tanto del ayer como de hoy. El artista se convierte en creador de un momento fascinante, único e irrepetible, del cual la maqueta y el diorama son sus protagonistas. ◆

*Prof. Gabriel Grasso
Muséologo y Maquetista. Director del
Museo Histórico de Punta Indio.*

América del Sur y Nueva Zelanda: una vieja relación



Susana E. Damborenea

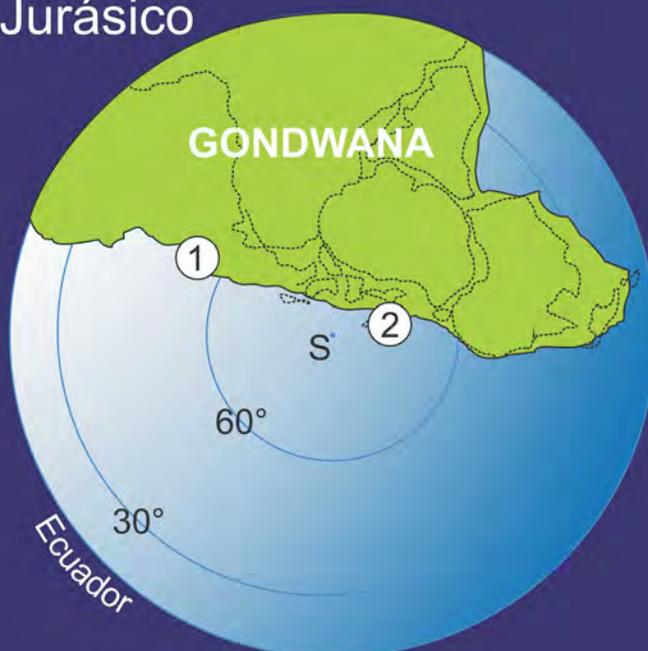
Hoy en día Nueva Zelanda y el sur de América del Sur están separadas por más de 10.000 km de distancia, por el Océano Pacífico y casi 180° de longitud geográfica. Sin embargo, durante muchos millones de años, hasta el Jurásico, ambas regiones compartieron la costa sur del continente de Gondwana, y tuvieron entonces una historia en común, que ha quedado documentada por sus fósiles marinos.

El buen conocimiento sistemático de la biodiversidad del pasado es indispensable para entender la historia local. Pero también provee datos sólidos para discutir cuestiones más amplias relacionadas con la historia de la vida y la evolución paleogeográfica del planeta. Hace unos 50 años, cuando estudiaba en el Museo y comencé a interesarme por la paleontología. Las faunas de moluscos habitantes del fondo marino (bentónicos) del Jurásico de Argentina se comparaban casi exclusivamente con las europeas, y, por la presencia de varios taxones en común, nuestras faunas se consideraban entonces muy afines a las del mar de Tethys (ver más abajo). Sin embargo, una mirada más detallada a los bivalvos de la Cuenca Neuquina empezó a mostrar que también había aquí varios taxones estrechamente relacionados con los de lugares hoy muy lejanos del hemisferio austral, como Nueva Zelanda. Poco a poco se fue reuniendo mucha información, la que, al comenzar a hacerse pública, interesó también a los colegas de Nueva Zelanda, ya que las faunas jurásicas de esa región, muy bien conocidas, parecían tener un carácter “local”, endémico, propio del aislamiento de ese territorio. En el año 1990 realicé una larga e intensa visita de trabajo a Nueva Zelanda que cambió la visión que teníamos de esta parte del mundo sobre las faunas australes y sus relaciones.

Hoy



Jurásico



1. Esquema general de la Tierra vista desde el sur, mostrando la distribución de continentes y océanos. A la izquierda en la actualidad, a la derecha a comienzos del Mesozoico (Triásico-Jurásico). Se aprecia cómo han cambiado las relaciones de distancia y paleolatitud entre la Cuenca Neuquina de Argentina (1) y Nueva Zelanda (2). S= polo Sur.

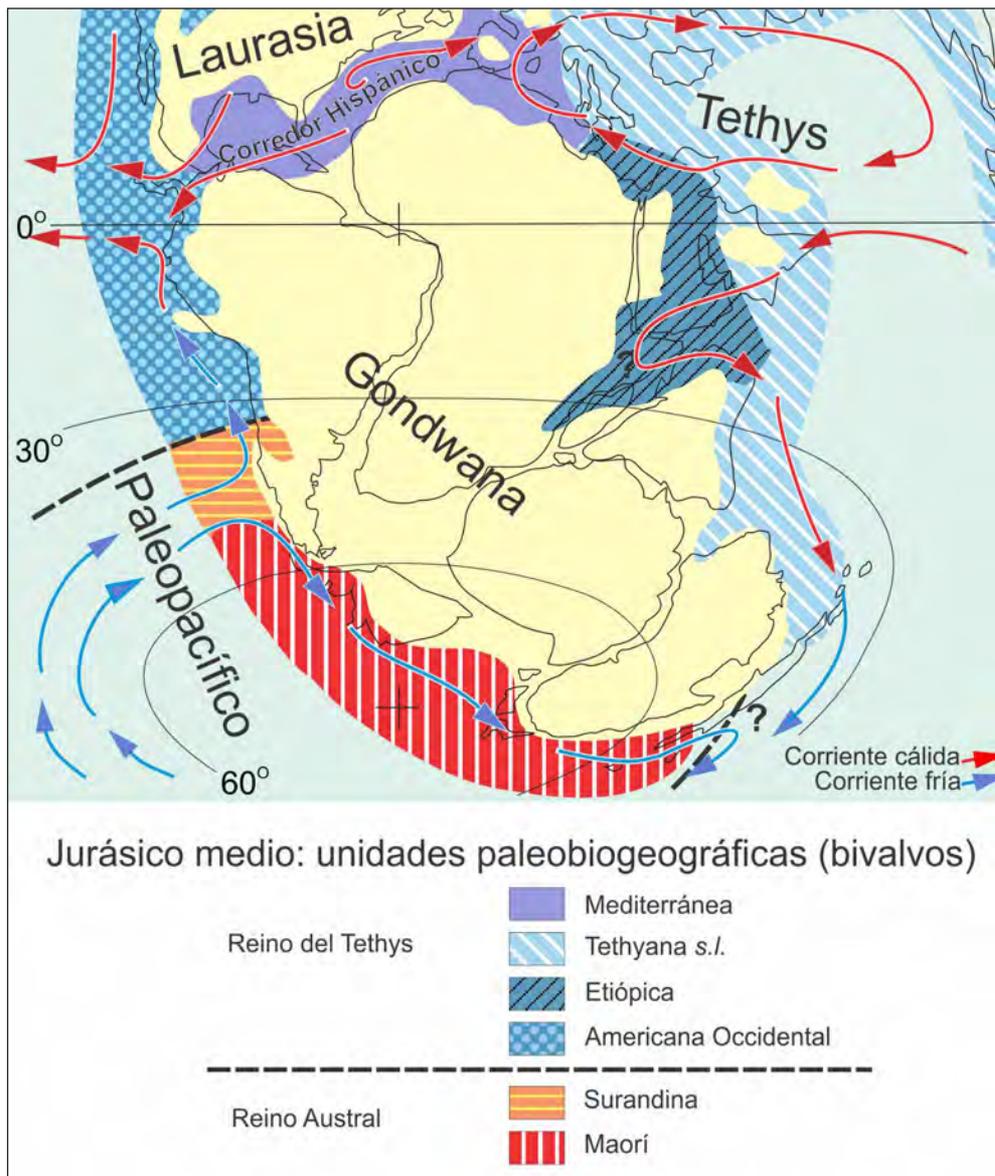
El contexto

Para ubicar correctamente el tema en contexto témporo-espacial, debemos mencionar brevemente qué se conoce de las condiciones climáticas, las corrientes superficiales del agua, y la geografía general de la costa austral del continente de Gondwana en el Jurásico (Figs. 1 y 2), es decir, el período geológico del Mesozoico ubicado luego del Triásico y antes del Cretácico, entre 200 y 146 millones de años antes del presente.

La situación geográfica relativa entre Nueva Zelanda y el sur de América del Sur es hoy la de dos regiones ubicadas aproximadamente a la misma latitud pero separadas por más de 10.000 km de distancia y casi 180 grados de longitud geográfica, en diferentes continentes (América del Sur y Zealandia) (Fig. 1). Sin embargo, hoy sabemos que hasta fines del Paleozoico (hace aproximadamente 250 millones de años) todos los continentes estaban reunidos en un supercontinente único, llamado Pangea, el que comenzó a fragmentarse justamente a principios del Mesozoico. Por entonces, los actuales conti-

nentes de América del Sur, África, Australia, Antártida y Zealandia quedaron reunidos en el paleocontinente de Gondwana (Fig. 1). Además de estar sustentada por datos geofísicos, esa situación geográfica está ampliamente corroborada por la distribución de las faunas y floras de entonces. En realidad, la distribución geográfica de los organismos del pasado fue uno de los primeros y más importantes indicios de la existencia de Gondwana en el pasado geológico. Más aún, algunos relictos de esa vieja relación han perdurado hasta la actualidad, siendo las hayas del sur (género *Nothofagus* conocidas vulgarmente como coihues, ñires y lengas) el caso más conocido.

En cuanto a los paleoclimas del Triásico-Jurásico (entre los 250 y 150 millones de años antes del presente), se conoce por distintas evidencias que a nivel global los gradientes térmicos eran mucho menores que los actuales, y no hay pruebas concluyentes de la existencia de glaciaciones continentales. En este contexto, para los que trabajamos con faunas marinas, un



2. Unidades paleobiogeográficas durante el Jurásico medio (aproximadamente entre 174 y 163 millones de años antes del presente) reconocidas sobre la base de la distribución de los bivalvos marinos, con foco en el paleohemisferio sur. Las unidades se reconocen y caracterizan por su nivel de endemismo a nivel genérico. Las afinidades entre las faunas surandinas y las maoríes son evidentes en una serie de taxones en común que se discuten en el texto. Se ha agregado la posible configuración de las paleocorrientes superficiales para esa época.

factor relevante es la temperatura de las aguas marinas superficiales. Se ha postulado, sobre la base de análisis geoquímicos sobre los restos de conchillas fósiles, y datos de distribución de organismos planctónicos (aquellos que viven en la masa de agua), que la temperatura del agua superficial era más cálida que en la actualidad a la misma latitud, y que aún las zonas polares tenían temperaturas templadas.

Por otro lado, muy poco se sabe acerca de las paleocorrientes marinas superficiales, claves para entender la dispersión de

organismos bentónicos como son los bivalvos, pero se ha propuesto, sobre la base de la distribución de las áreas emergidas, que hasta el Triásico no había circulación circum-ecuatorial, y que las corrientes habrían sido simétricas en ambos hemisferios. Esta situación cambió drásticamente en el Jurásico temprano, al producirse la primera fragmentación de Pangea en Laurasia y Gondwana, y el desarrollo del llamado Corredor Hispánico que conectó el Paleopacífico oriental con el Tethys occidental. A partir del Jurásico temprano/medio, se esta-



3. Algunas localidades tipo de los depósitos del Jurásico inferior y medio de Argentina y Nueva Zelanda que se mencionan en el texto, y que muestran la excelente exposición de los depósitos jurásicos: a la izquierda, arroyo Chacay Melehue, Neuquén; a la derecha, costa de Te Maika, isla Norte de Nueva Zelanda.

bleció así una circulación marina ecuatorial entre los paleocontinentes de Gondwana y Laurasia (Fig. 2).

Con la información disponible sobre los registros de bivalvos jurásicos de todo el mundo, es posible ensayar el reconocimiento y caracterización de regiones paleobiogeográficas. Sobre la base del porcentaje de géneros endémicos, a nivel global se pueden reconocer para entonces tres reinos biogeográficos bien definidos: Boreal, Tethyano y Austral. En realidad, la fauna de bivalvos jurásicos de la zona andina central de América del Sur es transicional entre las faunas típicamente *tethyanas* (de bajas paleolatitudes) y las llamadas *maorianas* (de altas paleolatitudes), de modo que se puede argumentar su referencia a cualquiera de esos dos reinos. En la figura 2 se representan parcialmente las unidades reconocidas para el Jurásico medio, marcadas sobre un diagrama esquemático de la configuración continental del momento. Mapas como este se han podido hacer para distintos momentos del Jurásico, y, si bien los límites entre unidades biogeográficas se desplazaban con el tiempo sobre los territorios involucrados, la configuración general se mantenía. Viendo en detalle esa evolución de la paleobiogeografía a través del tiempo, queda claro que los moluscos bivalvos documentan un paulatino movimiento de Gondwana desde las regiones polares hacia latitudes más templadas durante el Jurásico, lo que concuerda



con otras evidencias independientes, como las paleomagnéticas.

El conocimiento geológico de los depósitos jurásicos marinos argentinos y neozelandeses es muy completo, en ambos casos hay una gran diversidad de facies sedimentarias, excelentemente expuestas (Fig. 3), con un detallado registro paleontológico que ha sido bien estudiado. Aparte de las relaciones respectivas de paleolatitud ya mencionadas, el origen y evolución geológica de los depósitos sedimentarios en ambas regiones fue compleja y muy diferente, y esto también se evidencia en parte en las características de las faunas respectivas.

La escala de tiempo (geocronológica) mundial, con la que se estima la antigüedad de las rocas y los acontecimientos geológicos, y mediante la cual se pueden correlacionar todos los afloramientos del mundo, está basada, para el Mesozoico, principalmente sobre los amonites, un muy diverso grupo de moluscos cefalópodos extinguido a fines de esa era. En la Cuenca Neuquina los amonites jurásicos son muy abundantes, asociados a los bivalvos. Eso ha posibilitado elaborar para Argentina una detallada biozonación estratigráfica que está bien calibrada con las biozonas estándar mundiales, lo que permite la referencia directa a la escala geocronológica mundial. En Nueva Zelanda, por el contrario, los bivalvos son abundantes, pero no así los amonites, por lo que tradicionalmente se han reconocido unidades de tiempo locales, la mayoría de ellas definidas sobre el registro de bivalvos, y más difíciles de correlacionar con las internacionales.

El aporte de los bivalvos

En ese contexto, vamos a considerar qué aportan los bivalvos, moluscos bentónicos muy diversos y abundantes en depósitos sedimentarios marinos, que cuentan con su excelente registro fósil en depósitos jurásicos de ambas regiones.

Si nos centramos en la región austral de Gondwana (Fig. 2), la relación entre las faunas jurásicas de Argentina y Nueva Zelanda

es ahora evidente. La región andina, ubicada en latitudes medias, recibió claramente la influencia de las faunas de bajas latitudes (Tethys), pero también de las de altas paleolatitudes, tanto las australes como las llamadas bipolares (que habitan altas latitudes tanto del sur como del norte). Para el análisis, dejaremos de lado los taxones de distribución mundial amplia (cosmopolitas), ya que nos interesan las analogías específicas entre ambas regiones. Por lo tanto, vamos a considerar en este artículo especialmente las faunas de altas latitudes. Así surge que entre las dos regiones en consideración había en distintos momentos del Jurásico numerosos bivalvos en común, la mayoría de ellos a nivel genérico, o incluso específico en algunos casos. Esta relación puede seguirse muy bien a través del tiempo durante el lapso Jurásico temprano-medio (Recuadro 1 y Fig. 4, en la que se hallan representados solamente unos pocos ejemplos selectos).

Es el particular grupo de bivalvos inoceramoides el que tiene un interés extra en relación con la calibración temporal de las unidades involucradas. Los rangos temporales de cada una de las especies de inoceramoides de Cuenca Neuquina (Fig. 4) del Jurásico medio (bien registrados en la sección clásica de Chacay Melehue de la provincia de Neuquén) están especialmente bien acotados por la abundante presencia en común de amonites, que, como dijimos, son la base de las biozonaciones regionales que se correlacionan muy bien con las internacionales. Como ya dijimos, en Nueva Zelanda los amonites son escasos, al punto tal que varias de las unidades cronoestratigráficas locales fueron definidas formalmente sobre la base de los primeros registros de bivalvos, y, dado que se trata en la mayoría de los casos de especies exclusivas de altas paleolatitudes, no se pueden referir fácilmente a la escala cronológica global. Tomando un ejemplo, esto fue especialmente problemático dentro del piso Temaikano de Nueva Zelanda (Fig. 4), varias de cuyas sub-unidades, y su límite con el Heteriano que le sigue, están definidos y caracterizados por algunas de las ya mencionadas especies de *Retroceramus*. La correcta identificación de estos bivalvos en ambas regiones permitió acotar mejor la

Las faunas de bivalvos del Jurásico temprano y medio de la Cuenca Neuquina y Nueva Zelanda

La extinción masiva de fines del Triásico (201 millones de años antes del presente) afectó mucho a las faunas bentónicas, al punto tal que a nivel global se destruyó el patrón de unidades biogeográficas previas. Se puede hacer una breve reseña muy resumida de las faunas de bivalvos en común entre ambas regiones luego de esa importante crisis de biodiversidad, una de las 5 mayores de la historia de la vida sobre la Tierra. Describiremos esa historia en orden cronológico, como está representada en la Fig. 4, que leemos de abajo hacia arriba (es decir, desde lo más antiguo hacia lo más moderno), y donde está marcada la sucesión temporal de las unidades geocronológicas jurásicas en Cuenca Neuquina (escala global, a la izquierda) y en Nueva Zelanda (escala local, a la derecha). A comienzos del Jurásico ya había varios géneros de bivalvos en común entre la Cuenca Neuquina y Nueva Zelanda, especialmente de grupos diversos a altas paleolatitudes, como los monotoioideos, con especies de *Otapiria*, *Asoella* y *Palmoxytoma* (Fig. 4.1-2). Unos pocos millones de años después, ya en el Sinemuriano y Pliensbachiano, se agregaron otras especies de *Otapiria* (Fig. 4.5-6) y *Asoella*, y también de *Meleagrinella*, además de algunas especies de pectinoideos y plicatuloideos, como *Harpax* y *Agerchlamys* (Fig. 4.7-8). Es importante la común presencia de *Kalentera* (Fig. 4.3-4), género perteneciente a un antiguo grupo de estirpe paleozoica, sobreviviente vulnerable de la gran extinción de fines del Pérmico (hace 250 millones de años) en estas regiones australes, pero que se extinguió finalmente en el Jurásico temprano (hace unos 170 millones de años).

Luego, durante el Jurásico medio, es notable la presencia sucesiva en ambas regiones de varias especies del género bipolar *Retroceramus* (Fig. 4.9-18), linaje perteneciente a un grupo de bivalvos extinguido, los inoceramóideos. Esta sucesión en común incluye al menos las especies *Retroceramus inconditus* (Fig. 4.9-10), *R. marwicki* (Fig. 4.11-12), *R. patagonicus* (Fig. 4.13-14), *R. gerthi* (Fig. 4.15-16) y *R. galoi* (Fig. 4.18-19). Como curiosidad, es interesante que, si bien ahora sabemos que todas estas especies están presentes en ambas regiones, las dos primeras fueron descritas primero en Nueva Zelanda y luego reconocidas en América del Sur, mientras que para las dos siguientes la historia del conocimiento fue inversa.

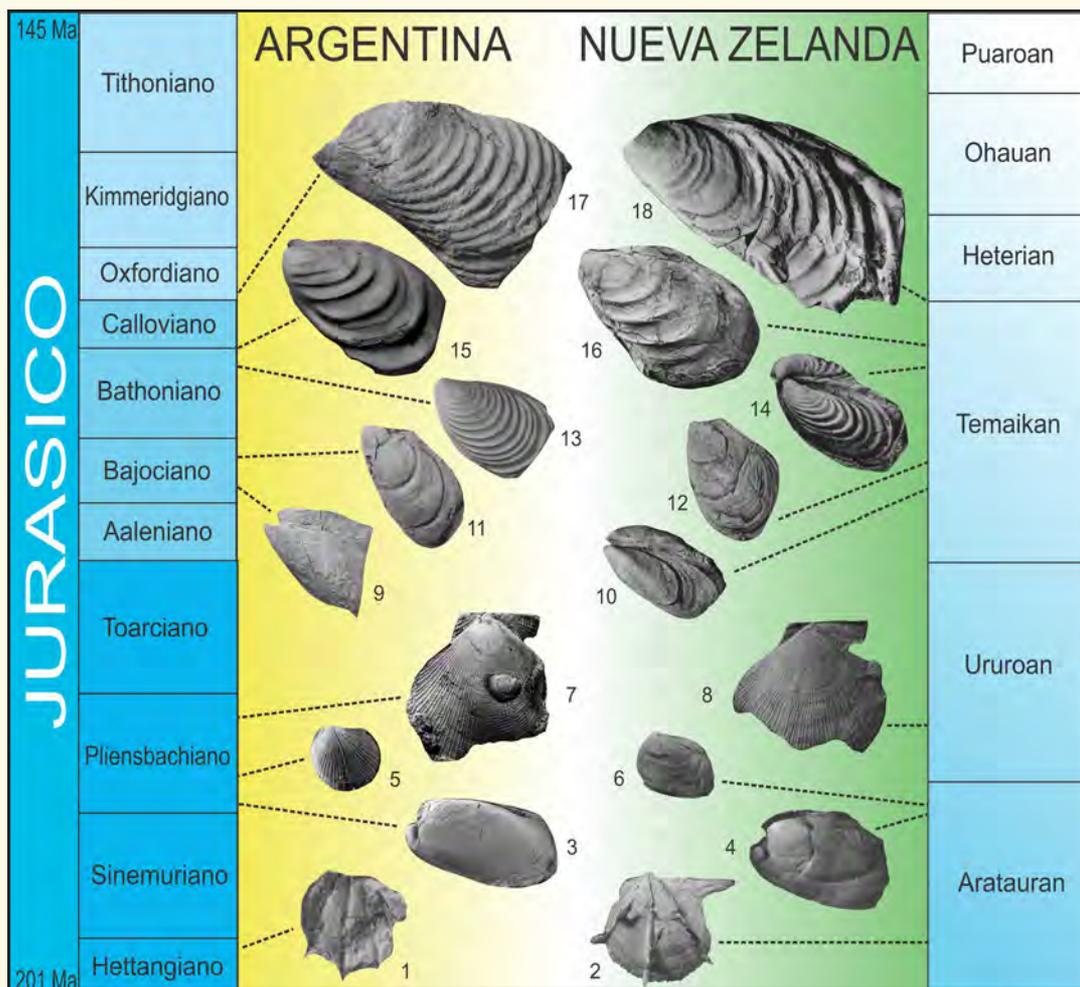
Fig. 4. Algunos ejemplos de bivalvos similares (en muchos casos se trata de las mismas especies) del Jurásico temprano y medio de Cuenca Neuquina y Nueva Zelanda. A la izquierda, la escala internacional de tiempo geológico (Ma = millones de años antes del presente) y la ubicación temporal de cada uno de los taxones ilustrados de Argentina (líneas cortadas); a la derecha, la escala de tiempo geológico local utilizada en Nueva Zelanda, con la ubicación de los taxones ilustrados. Las similitudes han permitido

edad del Temaikano y sus sub-unidades con relación a la escala geocronológica global.

Aparte de estas especies, también en el Jurásico medio se registraron en Nueva Zelanda varios géneros de bivalvos trigonioideos en común con los de la Cuenca Neuquina.

Como contraste con estas similitudes, un aspecto interesante y no bien resuelto aún es el de ciertas importantes diferencias: a) algunas ausencias en Nueva Zelanda de taxones que son muy comunes en la Cuenca Neuquina, y b) el mayor grado de endemismo en Nueva Zelanda, con la consiguiente ausencia de esos taxones en América del Sur. En relación al primer aspecto, se pueden





en muchos casos ajustar la extensión temporal de las unidades neocelandesas en referencia a la escala internacional. 1-2: especies de *Palmoxytoma*; 3-4: especies de *Kalentera*; 5-6: especies de *Otapiria*; 7-8: *Agerchlamys wunschae*; 9-10: *Retroceramus inconditus*; 11-12: *R. marwicki*; 13-14: *R. patagonicus*; 15-16: *R. stehni*; 17-18: *R. galoi*.

citar como ejemplo los pectínidos Weylinae (géneros *Weyla* y *Lywea*), muy abundantes en los Andes en general y ausentes en Nueva Zelanda. Más notable aún es la ausencia de trigonioideos en el Jurásico temprano de Nueva Zelanda, mientras fueron muy diversos y abundantes para entonces en la Cuenca Neuquina.

Al tratar de explicar tanto las similitudes como las diferencias, debemos volver a la paleogeografía (figuras 1 y 2). Si bien la distancia a lo largo de las costas australes de Gondwana no era entonces muy grande, la relación latitudinal de ambas regiones muestra los terrenos que hoy forman Nueva Zelanda estuvieron siempre bastante más

cercanos al polo Sur que los de la Cuenca Neuquina, como lo han demostrado estudios paleomagnéticos. Aunque el clima en general, como ya se dijo, era más benigno en el Jurásico, las faunas de bivalvos demostraron ser sensibles a la temperatura del agua, y así estos moluscos muestran claros indicios de responder a los gradientes latitudinales, aún en las más cortas distancias dentro del territorio argentino. Por todo ello es lógico que la mayoría de las similitudes faunísticas observadas entre los bivalvos correspondan a taxones de afinidades australes o bipolares, es decir, de altas latitudes.

Este es solamente un ejemplo de que esa vieja relación entre las regiones de la costa

Hace un poco más de 30 años, en la época en que los intercambios científicos se hacían todavía en forma epistolar tradicional, la Fundación Museo de La Plata me otorgó una beca de viaje a Nueva Zelanda, a donde había sido invitada por investigadores de la Universidad de Auckland, encabezados por el Dr. Jack Grant-Mackie, con la ayuda de una beca de estadía de la Royal Society of New Zealand. Ese viaje fue especialmente fructífero y cambió radicalmente mi trabajo como paleontóloga y mi visión de la paleogeografía del hemisferio sur durante el Jurásico, demostrando una vez más la importancia de poder establecer vínculos directos entre científicos de distintos lugares del mundo.

sur de Gondwana, hoy ya desaparecida, ciertamente ha dejado numerosos indicios entre los organismos que habitaron esos mares, pistas que podemos interpretar desde la geología y la paleontología. ◆

Lecturas sugeridas

Damborenea, S.E. y Manceñido, M.O., 1992. A comparison of Jurassic marine benthonic faunas from South America and New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 22(2): 131-152.

Damborenea, S.E. 2017. Revisión de los biocoremas marinos globales del Jurásico según la distribución de los moluscos bivalvos. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* 17(2): 31-49.

Damborenea, S.E., Echevarría, J. y Ros-Franch, S., 2013. Southern Hemisphere Palaeobiogeography of Triassic-Jurassic Marine Bivalves. *SpringerBriefs in Earth System Sciences*, Springer, Dordrecht. 141 pp.

*Dra. Susana E. Damborenea
CONICET-Departamento de
Paleontología de Invertebrados, Museo
de La Plata.*

Querógeno. Revelando los secretos de las rocas en busca de petróleo



Georgina Erra

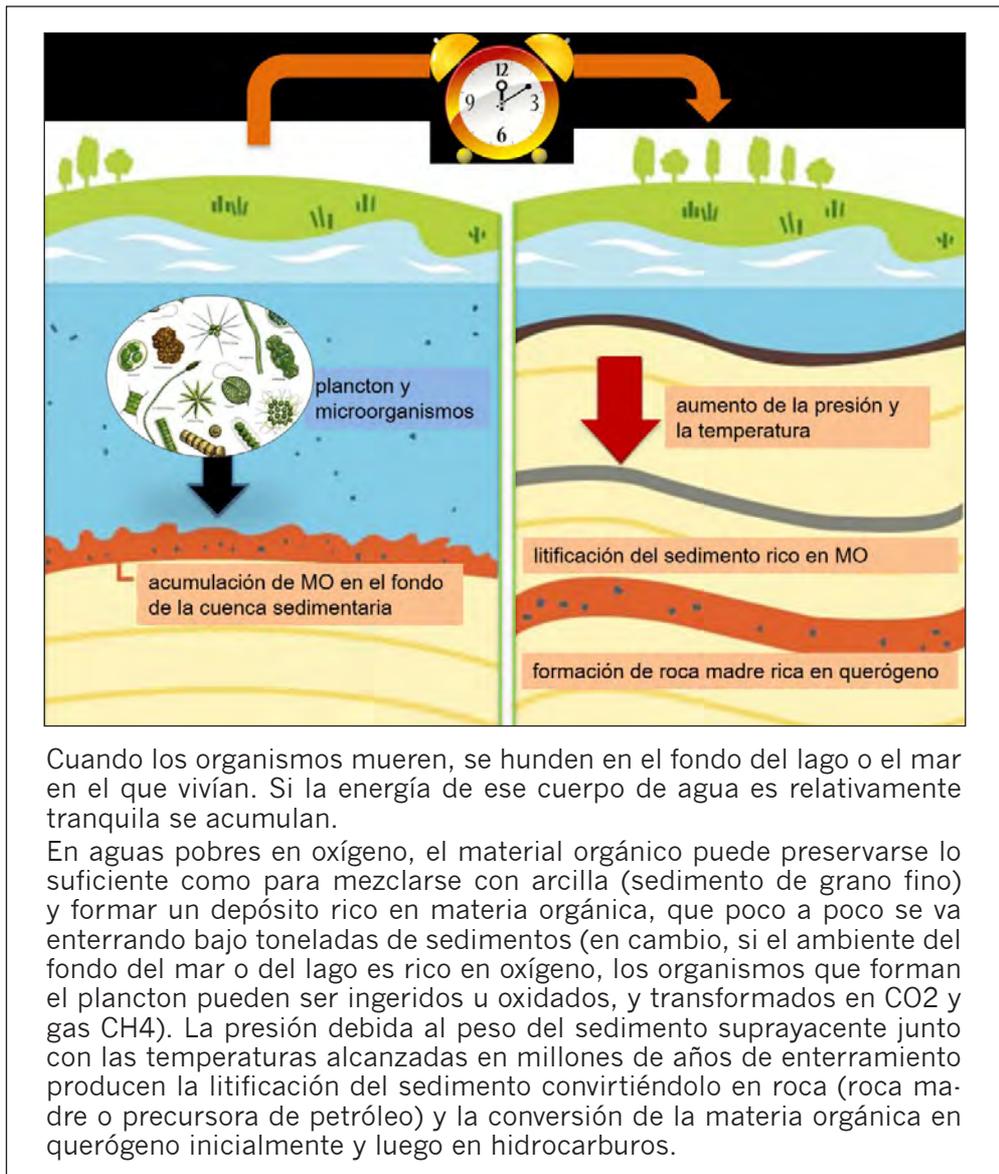
Las rocas sedimentarias contienen materia orgánica proveniente de vegetales y algas que vivieron en el pasado remoto de nuestro planeta. Esa materia orgánica sepultada a cientos de metros de profundidad, y sometida a condiciones extremas de presión y temperatura durante millones de años, nos brinda información fundamental sobre el potencial de generación de hidrocarburos de una roca.

El **carbono** es uno de los elementos más abundantes en la Tierra. Está presente en todos los seres vivos (actuales o extintos) y circula entre la tierra, el aire y los océanos en lo que se denomina “ciclo del carbono” a través de dos vías diferentes, el “ciclo geológico” y “ciclo biológico” del carbono.

A través de la **fotosíntesis**, las plantas, las algas y algunos tipos de bacterias transforman la energía lumínica que aporta la luz del Sol, en energía química. En este proceso básico de producción masiva de materia orgánica en la Tierra, se crean moléculas que se acumulan en los tejidos vegetales en forma de hidratos de carbono a partir de agua y dióxido de carbono atmosférico, y se libera oxígeno como subproducto.

Al morir, estos organismos quedan sobre el suelo o en los cuerpos de agua que los contenían, donde comienzan a sufrir una serie de transformaciones físicas y químicas que degradan sus tejidos y parte del carbono se libera al aire como dióxido de carbono. Esto es lo que se conoce como Ciclo Biológico del Carbono (CBC).

El material biológico que escapó del CBC es depositado en grandes cantidades en las cuencas sedimentarias, junto a sedimentos minerales, quedando sepultado a grandes profundidades como consecuencia



Cuando los organismos mueren, se hunden en el fondo del lago o el mar en el que vivían. Si la energía de ese cuerpo de agua es relativamente tranquila se acumulan.

En aguas pobres en oxígeno, el material orgánico puede preservarse lo suficiente como para mezclarse con arcilla (sedimento de grano fino) y formar un depósito rico en materia orgánica, que poco a poco se va enterrando bajo toneladas de sedimentos (en cambio, si el ambiente del fondo del mar o del lago es rico en oxígeno, los organismos que forman el plancton pueden ser ingeridos u oxidados, y transformados en CO₂ y gas CH₄). La presión debida al peso del sedimento suprayacente junto con las temperaturas alcanzadas en millones de años de enterramiento producen la litificación del sedimento convirtiéndolo en roca (roca madre o precursora de petróleo) y la conversión de la materia orgánica en querógeno inicialmente y luego en hidrocarburos.

1. Transformaciones de la materia orgánica (MO).

de su progresivo enterramiento. Éste, a su vez, incrementa la temperatura de acuerdo con el gradiente geotérmico local, que en promedio asciende a 30 °C por cada km. Las altas temperaturas y grandes presiones dadas por el soterramiento a través del tiempo, durante millones de años, provocan transformaciones continuas en la materia orgánica a partir del momento de su incorporación a los sedimentos. Estos procesos, que se engloban en el Ciclo Geológico del Carbono (CGC), convierten de manera gradual la materia orgánica en **querógeno**

Por lo tanto, el **querógeno** se puede definir como la materia orgánica contenida en las rocas sedimentarias y representa algo

similar a lo que son los minerales para las rocas inorgánicas (Fig. 1).

Existe una amplia variedad de grupos orgánicos que componen lo que llamamos querógeno, pero a pesar de que el material biológico proviene de cualquier tipo de seres vivos (animales, vegetales, organismos microscópicos, etc.), la materia orgánica dominante es de origen vegetal y varía entre fragmentos leñosos, restos de cutículas, tejidos de conducción y tejidos epidérmicos preservados, esporas y granos de polen de plantas terrestres, exudados tales como resinas, y componentes algales o bacterianos.

El estudio del querógeno permite inferir las condiciones ambientales imperantes

en el pasado tales como salinidad del medio, temperatura, pH, carga de nutrientes, profundidad del cuerpo de agua, etc. Asimismo, algunos constituyentes poseen una preservación diferencial frente a parámetros vinculados con la energía del medio, el grado de oxigenación del medio de transporte y la distancia relativa de su área de aporte.

¿Cómo se estudia el querógeno?

La **Petrografía Orgánica** es la disciplina que se ocupa de la descripción y clasificación de la materia orgánica sedimentaria mediante análisis visuales.

Las muestras de roca pueden proceder tanto de superficie terrestre como también de subsuelo. Cuando son tomadas de superficie corresponden a secciones aflorantes en el terreno como por ejemplo, barrancas abandonadas de ríos o arroyos. En cambio, cuando provienen de subsuelo se trata de muestras de *cutting* o corona tomadas con equipos de perforación especiales.

Estas muestras son transportadas a laboratorios adecuados y debidamente equipados con la infraestructura necesaria para realizar los tratamientos químicos que requieren la utilización de ácidos fuertes. En un primer paso los componentes orgánicos se aíslan de la roca que los contiene, mediante su extracción físico-química. El material es molido con mortero manual y tamizado (en columna de mallas) de manera de homogenizar el tamaño del grano que va a ser tratado. A continuación, se realiza la concentración de la materia orgánica a través de tratamiento por ataque de la matriz inorgánica con ácido clorhídrico (HCl) para eliminar carbonatos y con ácido fluorhídrico (HF) para remover silicatos.

Luego de sucesivos lavados con agua destilada el residuo orgánico obtenido se monta sobre tacos de resina para su observación en microscopio de luz blanca reflejada o en vidrios, denominados “portaobjetos”, para microscopía de luz blanca transmitida.

Los microscopios de luz blanca reflejada sirven para observar preparados opacos o

esposos. La fuente de luz en estos microscopios está dispuesta en la parte superior y pasa a través del objetivo o lateralmente, por lo que la luz incide sobre la superficie de la muestra. Los microscopios de luz transmitida sirven para observar preparados transparentes y muy finos. Cuanto más fino sea el preparado, con más precisión podrá ser observado. La fuente de luz está dispuesta en la parte de abajo, de este modo la luz atraviesa la muestra.

Cuando este querógeno es observado en microscopio óptico bajo **luz reflejada**, cada uno de sus componentes recibe la denominación de “maceral”. Algunos macerales representan restos de plantas que poseen algún tipo de estructura preservada, mientras que en otros casos son productos de degradación que están tan alterados que no se puede reconocer de qué parte de la planta provienen.

Estos macerales se reconocen por sus características ópticas y se describen a partir de su forma, color, textura, estructura, tamaño, reflectancia, dureza, relieve de pulido etc. Existen tres grupos principales de macerales definidos según el origen y madurez alcanzada. Estos grupos son: el grupo de la **Vitrinita**, el grupo de la **Inertinita** y el grupo de la **Liptinita** (recuadro 2). Reflectancia es el % de luz reflejada cuando se hace incidir luz blanca sobre una superficie pulida. Se mide con un microscopio petrográfico provisto de un fotómetro.

Los macerales del grupo liptinita son los más oscuros y los que poseen menor reflectancia, los macerales del grupo inertinita son los más claros y los que devuelven mayor reflectancia, mientras los macerales del grupo vitrinita tienen color gris intermedio y son bastante más homogéneos que los anteriores. De ellos, la vitrinita es el maceral utilizado por la industria hidrocarburífera para la evaluación de potencial de generación de hidrocarburos (HC).

En cambio, cuando la materia orgánica es observada con **luz transmitida** se denomina “palinofacies” y proporciona información complementaria a las observaciones realizadas con luz reflejada, permitiendo la identificación de componentes clasifica



Grupo Liptinita: Incluye partes visualmente distinguibles de las plantas tales como: Esporas, Cutículas y Resinas. Color gris muy oscuro a negro bajo luz reflejada. Presenta alto contenido de H, compuestos principalmente alifáticos, baja reflectividad, alta fluorescencia.

Grupo Vitrinita: Su origen está dado principalmente en la celulosa y lignina de los tejidos leñosos de los vegetales. Su estructura química está representada por compuestos aromáticos. Su reflectancia es intermedia entre la liptinita y la inertinita. Color gris medio a luz reflejada y moderadamente transparente a luz transmitida.

Grupo Inertinita: Deriva de material que fue fuertemente alterado y degradado antes de su depositación. Su origen es el mismo que la vitrinita, pero oxidada por exposición subaérea durante o antes del enterramiento. Alta reflectividad. Alto grado de aromatización y condensación. Alto contenido en C y bajo en H. Color gris claro a blanco brillante bajo luz reflejada y opaco en luz transmitida.

2. Macerales.

dos como material algal marino, algal lacustre, terrígeno derivado de plantas leñosas, cutículas, resinas, granos de polen, esporas, etc. (recuadro 3).

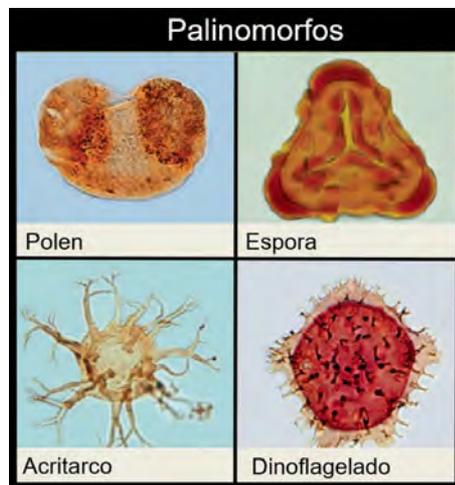
Según su origen y constitución de materia orgánica reconocible microscópicamente, el querógeno puede clasificarse en cuatro tipos: I, II, III, y IV.

Tipo I: corresponde a ambientes lacustres, y está constituido por materia orgánica de origen algal de aguas dulces, puede estar acompañado de material leñoso, polen, esporas y cutículas y es altamente generador de hidrocarburo líquido.

Tipo II: es indicador de ambientes marinos y está constituido principalmente por

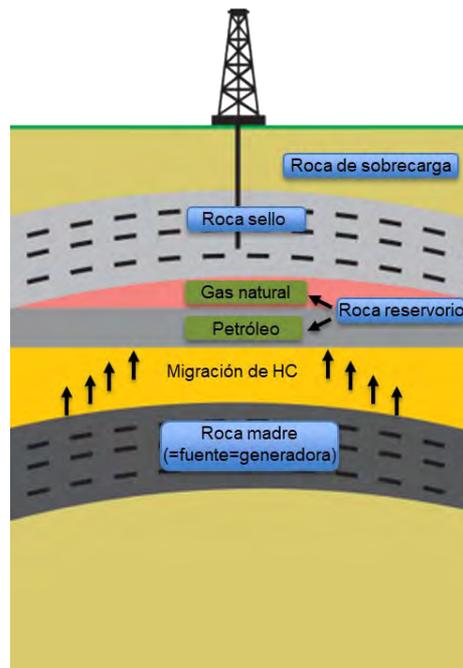
3. Palinomorfos observados con luz transmitida.

Palinomorfos: son microfósiles de tamaño muy pequeño (entre 10 y 300 micrones), con pared orgánica que les confiere resistencia al ataque ácido. Incluyen principalmente: granos de polen y esporas de plantas, dinoflagelados (quistes de resistencia de organismos marinos), acritarcos (origen incierto y ambiente marino), restos de algas, de hongos, entre otros. Por su pequeño tamaño, se estudian con microscopio óptico y electrónico de barrido y se encuentran después de haber sometido una roca sedimentaria a un proceso de extracción en el laboratorio. Por su composición orgánica y resistencia se distinguen de otros organismos fósiles con



caparazón mineralizado, como las diatomeas o los foraminíferos.

Un sistema petrolero convencional requiere cuatro componentes: Roca generadora, reservorio (roca porosa generalmente areniscas), sello y sobrecarga. Y dos procesos: generación y migración de hidrocarburos (gas o petróleo). Los sistemas no convencionales (NoC) requieren de la roca generadora y de suficiente sobrecarga para lograr la maduración asociada a la temperatura. En estos sistemas, la roca generadora funciona también como reservorio.



4. Sistema petrolero.

materia orgánica de origen algal marino, a veces acompañado de palinomorfos y restos cuticulares y membranosos. Se corresponde con material generador de hidrocarburos líquidos.

Tipo III: pertenece a ambientes continentales y está constituido principalmente por fragmentos leñosos. Se corresponde con materiales generadores de gas.

Tipo IV: incluye materia orgánica fuertemente oxidada o carbonizada, proveniente de material algal (lacustre o marino) o de restos leñosos. Se corresponde con materiales inertes, sin potencial de generación de hidrocarburos.

Sistema Petrolero. Del querógeno a la generación de hidrocarburos

Un Sistema Petrolero está integrado por **Componentes Físicos** (Roca madre -o roca fuente o generadora-, Roca Reservorio, Roca Sello y Roca de sobrecarga) y por **Procesos** (Formación de trampas, generación, migración y acumulación del hidrocarburo generado). Toda producción de hidrocarburo, gas o petróleo, en un sistema petrolero

convencional o no convencional proviene de la roca generadora, sin esta fuente petrolífera el resto de los componentes y procesos se vuelven irrelevantes (recuadro 4).

Una roca generadora -o roca madre- puede definirse en sentido amplio como cualquier roca de grano fino, rica en materia orgánica, con capacidad de producir algún tipo de hidrocarburo si cuenta con la suficiente exposición al calor, a la presión y al tiempo.

Las rocas generadoras de querógeno se forman cuando ocurre la producción, acumulación y preservación de Materia Orgánica (MO).

Producción: cuando las condiciones ambientales que sustentan actividades biológicas favorecen la producción de grandes cantidades de materia orgánica;

Acumulación: cuando las condiciones depositacionales concentran y acumulan esta materia orgánica con depositación rápida y activa de sedimentos de grano fino;

Preservación de la MO: cuando las condiciones post-depositacionales son tales que evitan su degradación y permiten su preservación en ambientes anóxicos con mínimo transporte.

Como se dijo anteriormente, a pesar de

que el material biológico que posteriormente será el formador del querógeno (mediante sucesivas transformaciones físico/químico/biológicas) deriva de cualquier tipo de seres vivos, la materia orgánica dominante en la formación del petróleo y gas proviene de organismos microscópicos, de origen algal/bacterial, conocidos como fitoplancton y zooplancton, junto con material terrígeno transportado hacia los cuerpos de agua.

Cuando el enterramiento es significativo, la temperatura puede superar los 50 o 100 °C, y el petróleo puede ser transformado en gases de hidrocarburos. Seguido a la formación de gas y petróleo, los fluidos son movilizados desde la roca madre hacia la roca reservorio donde el petróleo se acumula constituyendo yacimientos de importancia comercial.

La composición original de MO, el ambiente de depositación, el tiempo y el calor impuesto sobre el material biológico, determina el tipo de hidrocarburo generado.

Potencial oleogénético, una cuestión no sólo de cantidad

El potencial oleogénético es la capacidad que tiene una roca generadora de producir algún tipo de hidrocarburo (petróleo o gas) y está dado por la **calidad** y **cantidad** de MO que contiene, lo cual se denomina “riqueza orgánica”. Pero además de la riqueza, otro factor fundamental para la producción de hidrocarburos es el grado de **madurez** alcanzado por ese contenido biológico original.

La riqueza orgánica se refiere a la cantidad y al tipo de materia orgánica contenida en la roca, por el contrario, la madurez alude a la exposición de la roca generadora al calor, a través del tiempo. La temperatura aumenta a medida que la roca es sepultada a mayor profundidad, por debajo de la columna sedimentaria. Esta situación da lugar a la transformación térmica de la materia orgánica causada por reacciones que ocurren lentamente, removiendo el oxígeno como dióxido de carbono y el hidrógeno en forma de metano y agua, convirtiendo así el querógeno en petróleo o gas. Esta conversión lenta

y continua que produce el estrés térmico y los millones de años de enterramiento, es lo que hace que una roca generadora produzca hidrocarburos.

La determinación de la madurez térmica de la materia orgánica que se encuentra dispersa en sedimentos es un parámetro clave para la correcta evaluación del potencial generador de hidrocarburos de una roca madre y su modelado en un sistema petrolero.

El grado de evolución de la materia orgánica puede definirse a partir de métodos químicos (contenido en carbono y contenido en materias volátiles) o a partir de las propiedades ópticas de los componentes visibles en los macerales.

Durante el enterramiento, la MO sufre cambios significativos irreversibles en algunas de sus propiedades ópticas, como por ejemplo la capacidad para reflejar luz incidente, el color y la fluorescencia (Fig. 5). Por lo tanto, el estudio de esas características bajo el microscopio permite inferir las condiciones de Temperatura y Presión máximas a las cuales la secuencia estuvo sometida durante la fase de enterramiento.

Una de las propiedades que se estudian en los macerales es la **reflectancia**, que es el porcentaje de luz que refleja una superficie plana y pulida bajo determinadas condiciones de iluminación. Como la reflectancia es una propiedad que está relacionada con la aromaticidad de los componentes orgánicos del carbón, se incrementa para todos los macerales a medida que el grado de evolución del carbón aumenta.

La vitrinita, ese maceral formado por los componentes celulares derivados del material leñoso de los vegetales que se encuentran alterados térmicamente, es el único cuya tasa de variación es constante y continua a medida que transcurre el tiempo de enterramiento, con el aumento de la presión y la temperatura asociadas. Los valores de Reflectancia de Vitrinita son irreversibles y por tanto son indicadores de tiempo-temperatura. La cantidad de luz que refleja puede cuantificarse con equipamiento específico, y esa medida constituye una herramienta diagnóstica clave para determinar la madurez térmica de una roca.



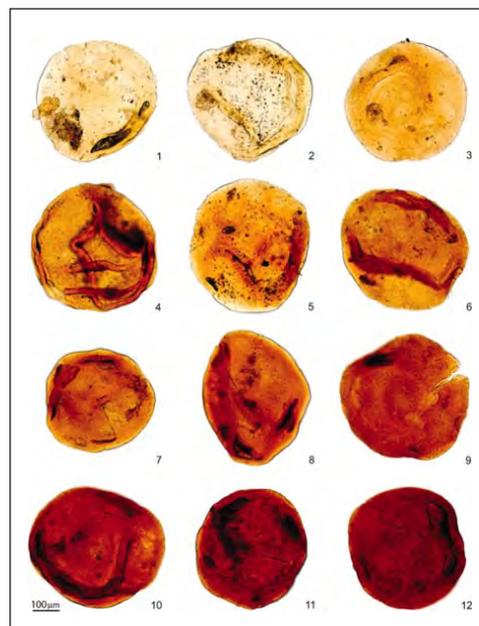
5. Querógeno en luz blanca transmitida (izq.) y con luz azul donde se puede apreciar la fluorescencia (der.).

Otros métodos de evaluación de la madurez utilizados como geotermómetros para evaluar el grado de madurez alcanzado por una cierta secuencia sedimentaria son la fluorescencia de la liptinita (componentes algales y palinomorfos), el índice de alteración Térmica de granos de polen y esporas (TAI) y el índice de Alteración de color de los Conodontes (CAI) (ver más abajo). Cada una de estas técnicas tiene su mejor desempeño para un rango de madurez y edad definido, variando su complejidad, tipo de muestra necesaria, tiempos y datos/resultados.

Método de "Fluorescencia de la liptinita". Esta técnica se basa en la observación de las variaciones de color y de intensidad de fluorescencia de los componentes algales y palinomorfos del Grupo de la Liptinita. La materia orgánica a menudo muestra fluorescencia natural cuando es excitada con luz UV o azul desde una lámpara de mercurio. Conforme aumenta la maduración de los compuestos orgánicos disminuye la intensidad de la fluorescencia, y cambia la coloración, pasando del verde intenso en estadios inmaduros, al amarillo, luego al naranja hasta el marrón no fluorescente en fase sobremadura. Esta técnica también es utilizada en el reconocimiento de palinomorfos enmascarados por una matriz amorfa.

6. Índice de alteración térmica (TAI). Se basa en la determinación de la variación del color que presentan ciertos palinomorfos conforme aumenta la madurez.

Método del "Índice de alteración térmica" (IAT). Se basa en la determinación de la variación del color de ciertos palinomorfos según su madurez. Son cambios graduales que van desde el ámbar claro (en etapas inmaduras) hasta el negro (en etapas sobremaduras) ocasionados por el calentamiento progresivo. Estos cambios permiten establecer correlaciones con los diferentes estadios de madurez en edades post silúricas (Silúrico: período entre 444 y 419 millones de años), momento en el que aparecen los vegetales productores de estos elementos (Fig. 6).





7. Índice de alteración de la Coloración en conodontes (IAC). Se basa en los cambios de color observados en el aparato masticatorio de ciertos cordados marinos que vivieron durante el período que abarca desde el Cámbrico al Jurásico (540-200 Ma.)

Método del “Índice de Alteración de color de los Conodontes (IAC). Se basa en los cambios de color observados en los conodontes, que son microfósiles marinos correspondientes al aparato masticatorio de ciertos cordados marinos que vivieron desde el Cámbrico al Jurásico (540-200 Ma.) Son útiles para evaluar la madurez en depósitos pre-Devónicos (419-359 millones de años) donde los palinomorfos y la vitrinita están ausentes (Fig. 7).

Por todo lo expuesto, se puede concluir que el conocimiento biológico proveniente de la investigación básica puede convertirse en una herramienta sumamente útil aplicada en la exploración y desarrollo por parte de la industria hidrocarburífera. Este tipo de estudios adquirieron una relevante importancia en los últimos tiempos frente al auge de la explotación de reservorios no convencionales como en el caso de la Formación Vaca Muerta en el ámbito de la Cuenca Neuquina. ◆

Lecturas sugeridas

McCarthy, K., K. Rojas, M. Niemann, D. Palmowski, K. Peters, and A. Stankiewicz, 2011, Basic petroleum geochemistry for source rock evaluation: Oilfield Rev. The Society for Organic Petrology

Petrografía del carbón. Universidad de Granada · Instituto Nacional del Carbón (CSIC) / España.

Dra. Georgina Erra
 CONICET. División Paleobotánica
 Museo de La Plata y Cátedra
 Paleontología II (FCNyM. UNLP).



LA PUERTA **ENTRE**
ABIERTA

**Colección de
vertebrados fósiles del
Museo de La Plata**



Cráneo y mandíbula de *Pascualgnathus polanskii*, un reptil Cinodonte (Traversodontidae) que tiene un excelente estado de preservación. Fue encontrado en la Formación Puesto Viejo (San Rafael, Mendoza) en niveles del Triásico medio (240 millones de años).

Colección de vertebrados fósiles del Museo de La Plata

Guillermo López

Si quisiéramos simbolizar al Museo de La Plata a partir de imágenes, muy probablemente se nos vengán a la mente los esmilodontes que custodian la puerta de acceso o el espectacular *Diplodocus*, ese dinosaurio de cuello largo que a muchos habrá fascinado desde chicos o, tal vez, a los emblemáticos gliptodontes que nos recuerdan a armadillos, pero de tamaño gigantesco.

A pesar de que en el Museo hay muchas otras colecciones exhibidas, a la mayoría nos invade, en un primer momento, la idea generalizada de que en él hay animales que vivieron hace muchísimos años. Y, por lo general, se piensa en los vertebrados, tal vez porque muchos son grandes, como todo lo del pasado, o simplemente porque los sentimos más cerca de nosotros.

Si bien esto no es estrictamente correcto, en gran medida está sustentado en que desde su fundación, el Museo de La Plata tuvo una fuerte impronta de la

Portada: *Toxodon platensis* es un mamífero nativo de América del Sur perteneciente al extinto orden de los notoungulados. Esta especie es el último representante del orden y sobrevivió hasta los 10.000 años antes del presente, coexistiendo con los primeros cazadores-recolectores del continente. Su tamaño es comparable al de un rinoceronte y en su cráneo resaltan sus grandes dientes anteriores.

paleontología de vertebrados, sobre todo encarnada en la figura de Florentino Ameghino.

Así es que la colección de la División Paleontología de Vertebrados es una de las más antiguas y numerosas del museo, algo que también se refleja preponderantemente en sus salas de exhibición.

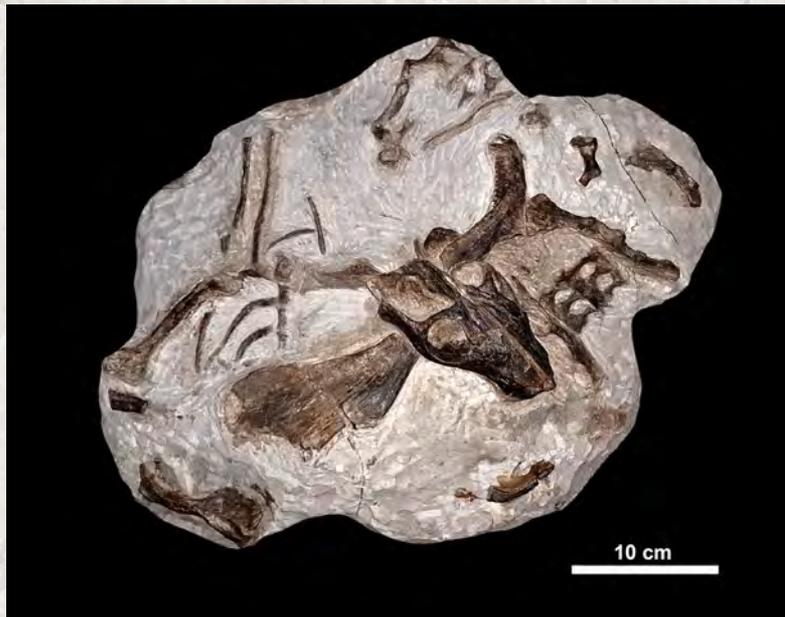
La colección de paleovertebrados se inició con los fósiles recolectados en Patagonia y en la región Pampeana por los primeros naturalistas que trabajaron en el Museo, como Francisco P. Moreno, Florentino y Carlos Ameghino, Alcides Mercerat, Santiago Roth, entre muchos otros. En esta época, a finales del S XIX, las colecciones de paleontología de vertebrados estaban representadas casi exclusivamente por restos de mamíferos, pero desde comienzos del S XX los otros grupos fueron tomando cada vez más relevancia. En la actualidad, de los 120 mil ejemplares fósiles que la conforman, aproximadamente el 70% corresponden a mamíferos terrestres y marinos, el 12% a reptiles (incluyendo los dinosaurios), el 10% a peces, el 7% a aves y el 1% a anfibios.

Una parte muy importante de estos restos son ejemplares de referencia que fueron descritos y figurados en libros y publicaciones científicas internacionales, que no hicieron más que acrecentar el reconocimiento mundial de la paleontología argentina. También la colección alberga gran cantidad de réplicas o calcos (aproximadamente unos 2500 ejemplares) de vertebrados fósiles de los cinco continentes.

A lo largo de su historia, la colección de paleontología de vertebrados siguió incrementando el número de restos fósiles a partir de los trabajos de campo, como así también con el aporte de hallazgos realizados por otras institu-

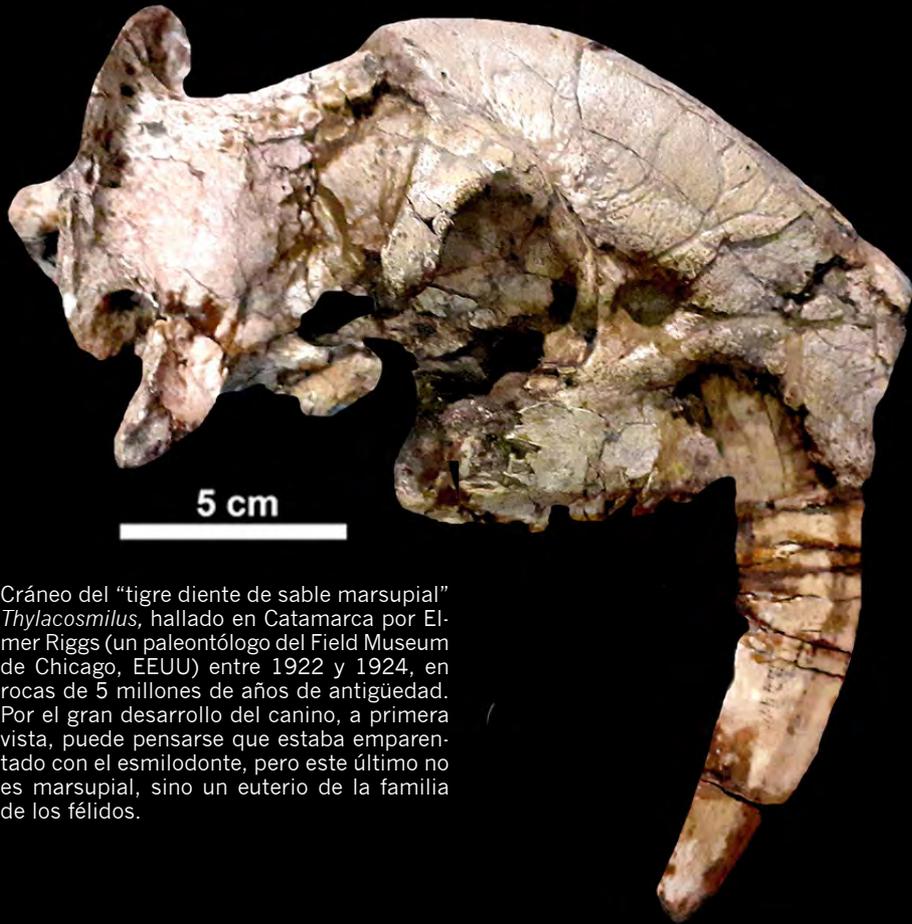
Continúa en Pag. 48

Pie izquierdo de *Plateosaurus*, un dinosaurio prosaurópodo característico del Triásico tardío de Europa, América del Norte y Groenlandia. Estos restos fueron hallados en sedimentos del Triásico tardío (215 millones de años) de lo que hoy es la provincia de Santa Cruz (Ea. El Tranquilo). Los tres dedos centrales son los más grandes y serían los únicos puntos de apoyo de la pata, mientras que el dedo 5 es el más pequeño.



Toco con restos de la especie *Massetognathus pascuali*, un reptil Cinodonte Traversodontidae hallado en niveles triásicos de la provincia de La Rioja (230 millones de años). Antes de comenzar los estudios, los restos recuperados en el campo deben ser preparados por los técnicos especializados.

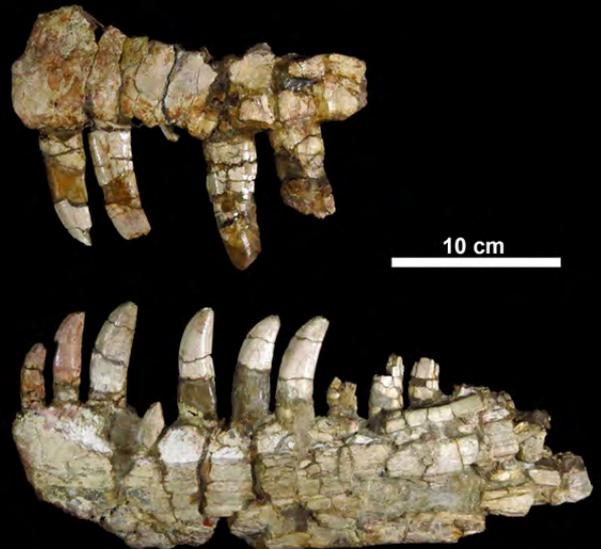




Cráneo del “tigre diente de sable marsupial” *Thylacosmilus*, hallado en Catamarca por Elmer Riggs (un paleontólogo del Field Museum de Chicago, EEUU) entre 1922 y 1924, en rocas de 5 millones de años de antigüedad. Por el gran desarrollo del canino, a primera vista, puede pensarse que estaba emparentado con el esmilodonte, pero este último no es marsupial, sino un euterio de la familia de los félidos.

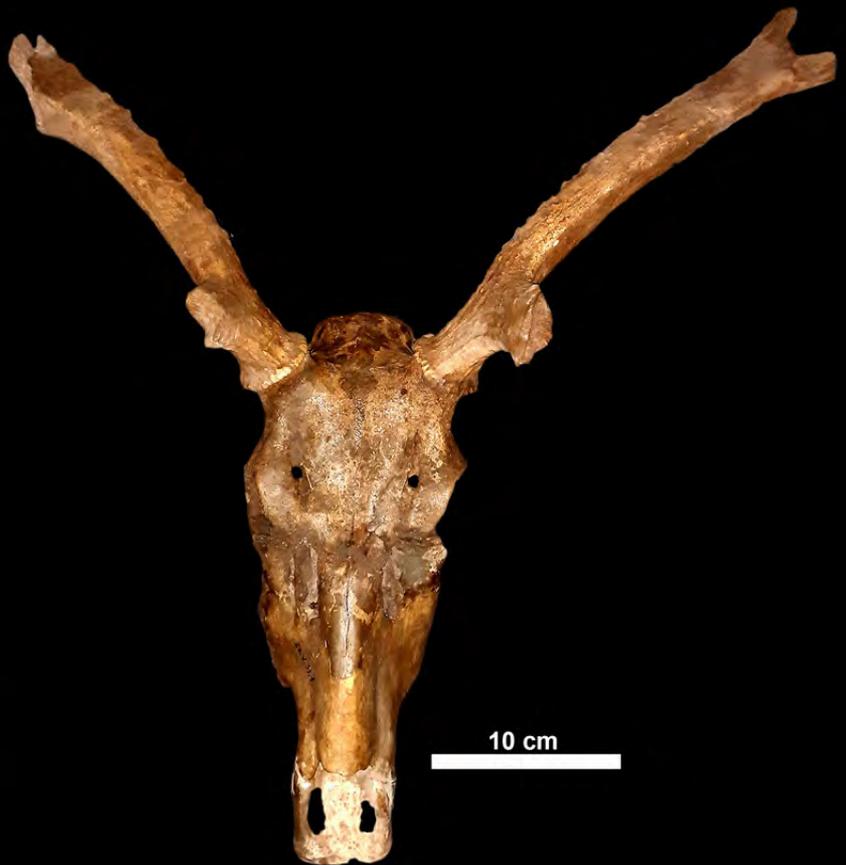
De los animales que vivieron en el pasado, en general se preservan los huesos y, sólo en casos excepcionales, algunas partes blandas pueden conservarse. Uno de esos ejemplos es el cuero del *Mylodon*, expuesto en una de las vitrinas del Museo, que fue encontrado en la cueva de Última Esperanza en el extremo austral de Chile. Las condiciones climáticas de los últimos 10.000 años, impidieron que los tejidos se descompongan y se conserven hasta nuestros días.

Los restos fósiles no siempre se encuentran completos y en ocasiones, por más que sean fragmentarios, conservan características que permiten diagnosticarlos con cierta certeza. Este es el caso de *Geniodectes serus*, un dinosaurio carnívoro que vivió a mediados del período Cretácico, hace aproximadamente 115 millones de años, en lo que hoy es la provincia del Chubut. Fragmentos de los huesos del rostro con dientes son los únicos restos conocidos de esta especie.





El cráneo de la serpiente *Dinilysia patagónica* (vista dorsal) fue recuperado por Santiago Roth a fines del S XIX. Es un resto emblemático porque es uno de los cráneos más antiguos del mundo, y está figurado en la mayoría de los libros de paleontología. Se halló en Neuquén en sedimentos del Cretácico tardío de 80 millones de años de antigüedad.



Cráneo del ciervo extinto *Morenelaphus* que vivió entre los 20.000 y 10.000 años antes del presente. En los cérvidos las astas están presentes exclusivamente en los machos y aparecen en la época reproductiva (época de brama) y se caen cuando esta finaliza. Por su presencia en este resto, se puede deducir que este cráneo perteneció a un individuo adulto macho que murió en plena época de reproducción.



La mayoría de los roedores modernos son muy pequeños y rara vez pesan más de un kilo y solo unos pocos, exceden los 10 kilos. El cráneo de la derecha es de un carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), el roedor más grande del mundo en la actualidad, que alcanza los 70 kg. El cráneo de la izquierda es de un roedor dinómido gigante, *Eumegamysops praependens* hallado en sedimentos de las barrancas del Río Paraná (Entre Ríos) en niveles de 6 millones de años de antigüedad, que habría tenido el tamaño de un oso.



Doedicurus clavicaudatus es una de las tantas especies de gliptodontes exhibidas en las salas del Museo. Los restos de *Doedicurus* son frecuentes en la Región Pampeana y por dataciones radiocarbónicas (C^{14}) que lo ubican en torno a 8.000 -7.000 años del presente, se lo considera el último representante de los gliptodontes. En el escenario del fondo se puede ver el esqueleto del perezoso gigante *Megatherium americanum*.

Continúa de Pag. 45

ciones y de personas que reconocían al museo como un lugar de referencia del país.

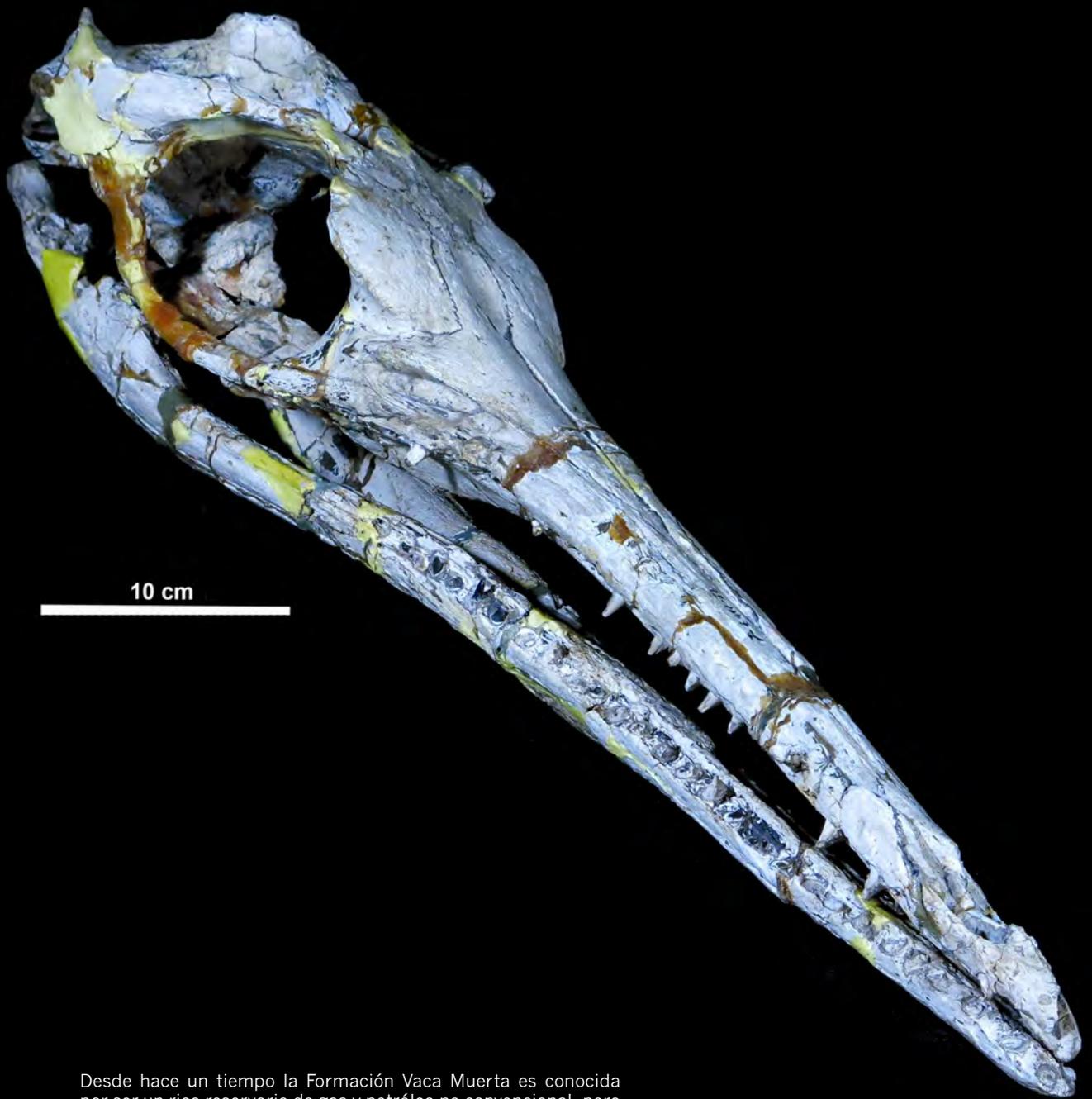
Desde la década de 1960 miembros de la División Paleontología de Vertebrados realizan campañas de prospección paleontológica en la Península Antártica y sus islas aledañas. Por razones obvias, las mismas se realizan en verano y permitieron realizar la mayor colección de vertebrados fósiles antár-



Por la riqueza de sus colecciones, ya a principios del S XX el Museo de La Plata tenía un gran prestigio internacional y, en ese marco, fue elegido como el único museo de Latinoamérica para recibir la donación de una réplica del esqueleto del dinosaurio saurópodo *Diplodocus carnegii*. Sus restos fueron exhumados en sedimentos de 150 millones de años de antigüedad en lo que hoy es Norteamérica. El nombre de esta especie fue dedicado Andrew Carnegie, magnate estadounidense que financió las expediciones que permitieron su descubrimiento y posteriormente solventó la realización de los calcos a través de los cuales se deseaba difundir la buena voluntad en diferentes países del mundo. El ejemplar destinado al Museo llegó en 1912 y desde ese momento es un emblema de las exhibiciones y de la ciudad de La Plata.

ticos que existe a nivel mundial con más de 16.000 restos fósiles.

Todos estos restos fósiles se guardan en diferentes depósitos del subsuelo del Museo, cuidadosamente catalogados y los que se encuentran exhibidos en las salas constituyen una ínfima parte de la colección.



Desde hace un tiempo la Formación Vaca Muerta es conocida por ser un rico reservorio de gas y petróleo no convencional, pero además de la presencia de estos hidrocarburos, esta formación es muy rica en restos fósiles del Jurásico-Cretácico. Uno de ellos es *Cricosaurus araucanensis* un cocodriliforme marino de 150 millones de años de antigüedad, hallado en la provincia de Neuquén.



Neuquensaurus australis es una especie de dinosaurio saurópodo de la familia de los titanosáuridos (este nombre alude a su tamaño gigantesco), que vivió a finales del período Cretácico, hace aproximadamente 80 millones de años en lo que hoy es la provincia del Neuquén. Comparado con otros saurópodos, *Neuquensaurus* no era tan descomunal ya que llegó a medir entre 14 y 15 metros de largo. El cartel que acompaña a este esqueleto dice Titanosaurio que es el nombre vulgar con el que se conoce a esta especie.

Incisivos superiores de *Toxodon platensis*. Durante la vida del animal estos dientes nunca cerraban su raíz y como consecuencia su crecimiento era continuo. En griego *Toxodon* significa "dientes curvados" o "en forma de arco".

Fotos: Bruno Pianzola

Dr. Guillermo López. División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata.



VIDA EN LA TIERRA: PRECÁMBRICO Y PALEOZOICO

La nueva sala de exhibición del Museo de La Plata



María Marta Reca

¿Cómo y dónde se originó la vida? ¿A partir de qué eventos evolutivos se organiza el tiempo geológico? ¿Qué es un fósil guía? ¿Cuándo surgieron los grandes grupos de organismos? ¿Qué factores provocaron su extinción? ¿Qué relaciones se pueden establecer entre la vida actual y la que existió hace millones de años? ...

Estos son algunos de los interrogantes que guiaron la puesta museográfica de la nueva sala de exhibición permanente de paleontología “Vida en la Tierra: Precámbrico y Paleozoico” del Museo de La Plata.

La remodelación de este espacio expositivo forma parte del programa de innovaciones que lleva adelante la Unidad de Conservación y Exhibición del Museo y sin duda fue un nuevo desafío que debimos afrontar al proponernos un trabajo de renovación que involucró la actualización y redefinición del guion, la incorporación de novedades museográficas y la puesta en valor del patrimonio paleontológico y edilicio.

En esta oportunidad el proyecto titulado “Educación patrimonial, socialización del conocimiento científico e innovación tecnológica de una nueva sala de exhibición permanente del Museo de La Plata” fue ganador de la convocatoria Proyectos de apoyo tecnológico al sector turismo (ASETUR- 2016-17) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Buenos Aires (MINCyT) y el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECyT). Para esta presentación contamos con el aval de la Fundación Francisco P. Moreno y la contraparte de la Facultad de Ciencias Naturales (UNLP) consistente en los fondos económicos y la participación incondicional del personal del Museo.



Inicio del Precámbrico. Ejemplar de estromatolito.

Es probable que el lector de este artículo no imagine la cantidad de especialistas y técnicos que a lo largo del desarrollo del proyecto se incorporan para definir, evaluar, diseñar y construir una puesta museográfica que cumpla con el requisito primordial de ofrecer a nuestros visitantes un producto educativo de calidad.

Las exposiciones son espacios de divulgación científica que ejercen un poder de seducción y autoridad muy importante para el público general. Presentan narrativas, en este caso sobre un pasado remoto, ancladas en la posibilidad de contextualizar el patrimonio en una conjunción particular del espacio, los objetos, textos e ilustraciones. La tarea consiste en un proceso creativo donde las ideas fundamentales van tomando forma y se materializan en el espacio expositivo para dar fuerza y sentido a los mensajes. Cada pieza de colección pareciera encontrar su lugar específico luego de un ejercicio complejo de toma de decisiones en el seno del equipo permanente que sostendrá la gestión y ejecución de la totalidad del proyecto, abriendo el juego a la consulta, la evaluación y el descubrimiento de variadas estrategias para sortear obstáculos de diversa índole.

Los estudios que abordan el análisis y comprensión de la experiencia de la visita a

un museo han mostrado que se trata de un encuentro particular de carácter multifacético, motivado por diversas inquietudes y que involucra aspectos cognitivos, emocionales, comportamentales y sociales. Así, la visita es parte de procesos intersubjetivos de significación en la que interviene, además, una dimensión contingente donde se integran diversas posibilidades de apropiación. Por su parte, los visitantes son productores de significación en vinculación con la propuesta en el sentido de constituirse en un verdadero protagonista en el proceso comunicacional. Es deseable que cada exhibición provoque, a su vez, el vuelo de la imaginación, permita la elaboración de nuevas preguntas, ponga en discusión algunos de los preconceptos y en ello reservemos siempre un espacio para deslumbrarnos ante el mundo que habitamos.

Cuando comenzamos nuestra labor teníamos alguna información relevada en el público visitante del Museo de la Plata a partir de un sondeo que realizamos antes de la remodelación de la sala. No es el objetivo de esta nota el análisis minucioso del estudio, pero es importante destacar que, las respuestas registradas en esta encuesta por medio de una tablet, mostraron que las asociaciones acerca del estudio de la paleontología y del pasado remoto se redu-



Vista general del sector Paleozoico.

cía fuertemente a la etapa en que vivieron los dinosaurios. Su protagonismo dejaba a muchos organismos en segundo o tercer plano, como una cartelera de teatro en la que los artistas aparecen con distinto tamaño de letra según su importancia pero que sin embargo, la obra no sería posible sin el conjunto. Es así que muchos de los visitantes sabían muy poco o nada del Precámbrico, o no reconocían un paisaje del Paleozoico, su antigüedad o asociación de organismos. Otro dato de interés se vinculaba a la idea de evolución, todavía asociada fuertemente a una perspectiva lineal y determinista.

Así, nos propusimos trabajar en esta línea para destacar los eventos más importantes sucedidos en la historia de vida en la Tierra entre los 4600 y 252 millones de años, etapa previa a la irrupción de los dinosaurios. Incorporar algunos de los procesos que dieron lugar a la gran diversidad de organismos en un movimiento evolutivo que involucra su diversificación y extinción, acompañados de grandes transformaciones biogeográficas y climáticas.

Entre los objetivos del proyecto podemos enunciar:

Elaborar un guion conceptual actualizado sobre la Historia de la Vida en la Tierra, con particular atención en la Era Precámbrica y la Era Paleozoica

Trabajar bajo una perspectiva interdisciplinaria de manera de proponer una perspectiva integradora de los procesos evolutivos.

Desarrollar una puesta museográfica atractiva y didáctica, incorporando recursos museográficos que favorezcan una actitud participativa y reflexiva por parte del visitante, facilitando el proceso de aprendizaje, alimentando la curiosidad y la imaginación.

Implementar normas de conservación preventiva para el cuidado de las colecciones en exhibición.

Recuperar y poner en valor las condiciones edilicias respetando sus elementos arquitectónicos originales.

En un recorrido dirigido, el contenido temático incluye una introducción en la que se presenta una gran diversidad de fósiles que permiten comprender la sucesión de estratos que organizan el tiempo geológico. Distribuidos según su antigüedad sobre la escala cronológica universal, los fósiles aparecen con mayor frecuencia a medida que disminuyen los millones y miles de años de antigüedad. El visitante podrá acompañar esta lectura con la referencia al movimiento de los continentes, pues la Tierra no fue siempre como la conocemos ahora!

Luego de este espacio introductorio la sala se dedica particularmente al Precámbrico y el Paleozoico. El Precámbrico fue la etapa más larga del tiempo geológico, que transcurrió en los primeros 4000 millones de años, cuando tuvo lugar el origen de la vida y de las primeras células.

Las cianobacterias son las protagonistas de este relato. Estos primeros organismos capaces de liberar oxígeno a la atmósfera



Diversidad de fósiles del Paleozoico.

hicieron de nuestro planeta un lugar propicio para la vida. Ante los cambios del clima, los movimientos de los continentes y otros procesos geológicos y del ambiente, algunas especies se adaptan y diversifican, otras se extinguen, y también se originan nuevas especies, como resultado del proceso de evolución biológica.

Adaptación, diversificación, expansión, extinción son algunas de las palabras claves para entender estos procesos evolutivos caracterizados por el permanente cambio. Complejidad, intercambio, equilibrio, azar, entre otras, acompañan esta somera caracterización de un mundo en movimiento.

Luego comienza el recorrido por la Era Paleozoica, que se extendió por aproximadamente 290 millones de años y en sus inicios se produjo una gran explosión de vida. Los principales grupos de invertebrados que poblaban los mares eran los moluscos, algunos artrópodos marinos como los trilobites y ciertos crustáceos, las esponjas calcáreas, los braquiópodos y los equinodermos, entre otros. También había una gran diversidad de peces primitivos. Todos estos grupos tenían corazas, conchillas o exoesqueletos.

Los títulos que presentan las 6 vitrinas correspondientes a los 6 períodos de esta Era ponen énfasis en los eventos principales de este proceso cargado de novedades evolutivas. Ellos son, según una secuencia de lo más antiguo a lo más reciente: *Una explosión de vida* (Cámbrico 542 Ma); *La vida sale de los*

Paisaje del Paleozoico.





Era Paleozoica. Cámbrico, Ordovícico y Silúrico.

mares (Ordovícico 483 Ma); **Las plantas y los artrópodos conquistan el medio terrestre** (Silúrico 443 Ma); **Los primeros bosques y la aparición de los anfibios** (Devónico 419 Ma); **Los bosques del Carbonífero** (Carbonífero 419 Ma); **Culmina una Era** (Pérmico 443 Ma.).

En etapas más tardías del Paleozoico se produjo la conquista del medio terrestre, por plantas vasculares primitivas, anfibios y varios grupos de artrópodos como los ciempiés, los escorpiones y ciertos insectos primitivos. Finalmente aparecieron los reptiles y las coníferas. Hacia el final de esta era los cinco continentes conocidos actualmente estaban reunidos en un supercontinente lla-

mado Pangea, donde los climas, ambientes y geografías eran muy diferentes a los actuales.

Entre los ejemplares exhibidos se destaca un fósil de *Cooksonia*, la planta más antigua que se conoce haya conquistado la tierra. La instalación central muestra una gran diversidad de fósiles del Paleozoico y uno destacado de la sala es el calco de *Bradisaurus*, un género de reptil primitivo. Medía unos 2,5 metros de largo, su cabeza era muy grande, las patas cortas y gruesas, y el cuerpo estaba cubierto por escudos dérmicos.

La puesta museográfica incluye una maqueta que muestra el experimento realizado por los científicos Stanley Miller y Harold Urey, para poner a prueba una de

Era Paleozoica. Devónico, Carbonífero y Pérmico.





Vista general del ingreso y ejemplar de *Bradisaurus*.

las hipótesis sobre el origen de la vida. Una ilustración luminosa (en *backlight*) permite apreciar la transición del paisaje del Paleozoico, desde el Cámbrico al Pérmico; además de dos instalaciones multimedia dedicadas al gigantismo en esta Era y la formación del supercontinente Pangea. En una propuesta multimedia que enlaza el arte genérico con la ciencia, el visitante podrá crear infinitas combinaciones de fragmentos de pinturas conocidas. Colores, trazos y formas serán como la combinación de nuestro código genético, dando lugar a la increíble variabilidad de organismos.

Una de las extinciones masivas más importantes de la historia evolutiva de nuestro planeta es el hito que marca la culminación de la Era Paleozoica. Se estima que el 95% de las especies se extinguieron. Sin embargo, la evolución continúa... comienza la era de los dinosaurios. ◆

Agradecimientos: Investigadores y personal técnico de las División de Paleontología Vertebrados, Paleontología Invertebrados, Paleobotánica, Zoología Invertebrados y Geología Aplicada por la revisión del guion y la selección y preparación de pizas. Al área de mantenimiento y los talleres de carpintería, iluminación, taller de moldes, Departamentos de Ilustración Científica y Fotografía. Muy especialmente a Carlos Gugliermo, la arq. Cecilia Gorretta, Mga. Silvia Marcianesi, Diseñadora Agustina Martínez Azpelicueta, Rolando Vázquez y Alejandro Casella que no bajaron los brazos a pesar de las grandes dificultades que se nos presentaron en el contexto de la ASPO provocada por la epidemia del Covid 19.

Fotos: Bruno Pianzola.

Dra. María Marta Reca
Coordinadora de la Unidad de
Conservación y Exhibición MLP

Pionera de la paleontología argentina: Mathilde Dolgopol de Sáez



Ariana Paulina Carabajal
Julia Brenda Desojo

En un ámbito donde la presencia de mujeres no era particularmente común, Mathilde Dolgopol de Sáez (1901-1957) se destacó como la primera paleontóloga de Argentina. Sus investigaciones en vertebrados e invertebrados fósiles, desde el año 1927 hasta su muerte, son conocidas a nivel mundial, pero no así su interesante vida profesional y personal. Las fotos inéditas con sus colegas la muestran en un Museo de La Plata en sus comienzos

Mathilde Dolgopol (La Plata, 1901-1957) fue una científica Argentina, que se especializó en paleontología de vertebrados. Realizó sus estudios de grado en la Escuela Superior de Ciencias Naturales del Instituto del Museo de la Universidad Nacional de La Plata, graduándose en 1921 de profesora en Ciencias Naturales y luego en 1927 se doctoró en la misma institución. Su tesis doctoral fue la primera en ser realizada por una mujer en el país, en la especialidad paleovertebrados (Figs. 1, 2b).

Su aporte es ampliamente reconocido a nivel nacional e internacional, quedando su labor plasmada en la historia de las ciencias



1. Mathilde Dolgopol de Sáez. a. Retrato; b. Trabajando en el museo. (Fotos gentileza Jorge Sáez).

como una de las primeras paleontólogas de la Argentina y primera paleovertebradóloga de América del Sur. Recientemente, en la reseña publicada en el libro *Rebels, Scholars, Explorers: women in Vertebrate Paleontology* se indica erróneamente que la tesis de M. Dolgopol de Sáez trató sobre invertebrados fósiles, interpretación que se debe posiblemente al hecho de que también publicó estudios sobre invertebrados paleozoicos y mesozoicos en los primeros años de su carrera. Dichos trabajos fueron a su vez las primeras contribuciones realizadas por una mujer en esa disciplina.

Mientras estudiaba en el Museo de La Plata, la joven Mathilde Dolgopol estableció lazos que marcarían su vida personal y profesional. Allí conoció al que luego sería su esposo -el Dr. Francisco Alberto Sáez- quien a su vez se convertiría en el primer citogenetista de Latinoamérica. En una foto tomada en 1921 en las escalinatas del Museo de La Plata, se observa a Mathilde posando junto a Francisco Sáez y otras figuras de esa época, quienes ocuparían también su lugar en la historia del Museo de la Plata: las hermanas Leonor y Dolores López Aranguren (ambas doctoradas en Ciencias Naturales, la última se dedicó a la paleontología de vertebrados y a la escritura), América del Pilar Rodrigo

(quien fue docente, botánica y exploradora) y Pablo Gaggero (quien más adelante estuvo a cargo de la sección de herpetología del Museo de La Plata) (Fig. 2a).

La Dra. Dolgopol de Sáez participó activamente en actividades de formación académica y científica del país. Obtuvo el título de Doctora en Ciencias Naturales (especialidad Zoología) (UNLP) en 1927 bajo la dirección de Ángel Cabrera. Su tesis doctoral -la cual se encuentra extraviada actualmente- trató sobre "las aves fósiles del Santacrucense", como es indicado por la propia autora en una nota al pie de página de un artículo (catalogado como folleto) publicado en los Anales de la Sociedad Científica Argentina el mismo año de la defensa doctoral (Fig. 3a). Durante su carrera la mayoría de sus trabajos se centraron en el estudio de peces, pero también describió -además de las mencionadas aves corredoras-, cocodrilos mesozoicos y cenozoicos, y como ya comentamos, invertebrados, paleozoicos y mesozoicos. Fue designada en 1926 Jefa de Laboratorio y de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Paleontología en la ya designada Facultad de Ciencias Naturales de la UNLP, y allí se desempeñó como docente e investigadora hasta 1957.

Entre otras actividades realizadas por la



2. Mathilde Dolgopol de Sáez y colegas en el Museo de La Plata. a. Posando en las escalinatas del Museo de La Plata (1921). De izquierda a derecha: América del Pilar Rodrigo y Leonor López Aranguren (arriba), Pablo Gaggero, Mathilde Dolgopol, Dolores López Aranguren y Francisco Sáez (abajo); b. Sala de paleontología del MLP; c. Escalinatas del MLP (tercera desde la izquierda); d. Sala del MPL (izquierda). (Fotos gentileza Jorge Sáez).

Dra. Dolgopol de Sáez se registran dos notas de prensa sobre charlas y conferencias sobre la vida y obra de Florentino Ameghino –una organizada por el centro de ex-alumnas del Colegio Secundario de Señoritas (actual Liceo Víctor Mercante, dependiente de la UNLP) y otra en la Universidad Popular Alejandro Korn en el año 1944 (Fig. 3b,c). Fue socia fundadora de la Asociación Paleontológica Argentina (APA-1955). Al momento de su fallecimiento sus colegas contemporáneos la reconocieron, en una nota necrológica publicada en la revista de la APA Ameghiniana, como “un miembro

conspicuo de la segunda generación de paleontólogos argentinos”.

Mathilde Dolgopol de Sáez dejó –como persona– una profunda impronta en los que la conocieron. Tuvo junto a Francisco Sáez dos hijos, Federico y Jorge, ambos médicos (Fig. 4). Su hijo menor, Jorge (hoy de 85 años de edad), la recuerda y describe como una madre muy cariñosa, a la cual le gustaba muchísimo hacer postres e ir al cine. También la recuerda como una asidua lectora y una persona con muchas amigas que visitaban con frecuencia la casa familiar. Al consultarle a Jorge si cuando era niño sabía

a

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTÍFICA
ARGENTINA

DIRECTOR: FLORENTINO JULIO R. CASTELLERAS

ENERO-MARZO 1937 — ENTREGAS LIII, TOMO CIII

LAS AVES CORREDORAS FÓSILES DEL SANTACRUCENSE (*)

POR LA DOCTORA MATHILDE DOLGOPOL DE SÁEZ
Jefe de trabajos prácticos del Departamento de Paleontología del Museo de La Plata.

(*) Tesis presentada al Instituto del Museo de la Universidad Nacional de La Plata, para optar al grado de Doctor en Ciencias Naturales (especialidad zoología). Debo dejar constancia de mi profundo agradecimiento al doctor Angel Cabrera por los valiosos consejos dispensados en el transcurso de la presente investigación. Lo mismo al doctor Luis M. Torres, director del Museo, a cuya gentileza debo todas las facilidades para la realización de este trabajo.

AN. SOC. CIEN. ARG. — T. CIII

b

Hace 50 años

Dijo EL DÍA el 14 de setiembre de 1944:

Dr. Jacinto Calvo.— Hoy ofrecerá su segunda conferencia por L.S. 11 del ciclo que se propone desarrollar los jueves, el doctor Jacinto Calvo, sobre el tema "Figuras y valores de La Plata". En la fecha se ocupará de la obra poética de Abigain Lozano y de Pedro Mario Delhey.

La doctora Matilde Dolgopol de Sáez pronunciará una conferencia en la Universidad Popular Alejandro Korn sobre "Vida y obra de Florentino Ameghino".

Escuela N° 26.- Han sido renovadas las auto-

d

PAGINA OCHO

LA PRIMERA MUJER PALEONTOLOGA DE SUD AMERICA

LA LABOR DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA Y PERFORACIONES DEL URUGUAY

Colaboradores uruguayos en Paleontología

Declaraciones de la Doctora Matilde D. de Sáez

Encontrámonos entre nosotros la Sra. Dra. Matilde D. de Sáez, pasando las vacaciones después de trabajos intensos en La Plata, la entrevistamos en la residencia de los padres de su esposo, nuestro compatriota el Prof. Francisco Alberto Sáez, que efectúa en la Universidad de La Plata, trabajos de biología en el Museo de dicha casa de estudios.



El profesor F. A. Sáez y su esposa doctora Matilde Dolgopol de Sáez

c

Inaugura hoy su ciclo cultural el Centro de Ex alumnas del C. S. de Srtas.

El centro de ex alumnas del Colegio Secundario de Señoritas, que preside la Srta. Inés Herrera, realizará hoy a las 18.30, en el local de la As. Sarmiento, la inauguración de su ciclo de actos culturales del corriente año. En esta oportunidad disertará la Dra. Matilde Dolgopol de Sáez sobre el tema "Vida y obra de Florentino Ameghino".

Personalidad de la Dra. Matilde D. de Sáez

Esta doctora argentina se gran trabajos prácticos. Hace poco más de un mes formó parte de una terna de La Plata, y en la Facultad para profesor titular universitaria de Humanidades y Ciencias de la Tierra de la misma cátedra.

En 1921 recibió el título de profesora en Ciencias Naturales y de doctora en 1927.

Su especialidad es la "paleontología", a la cual dedica desde hace tiempo todas sus energías y deseos.

Antes de graduarse era Ayudante de Mineralogía y Geología, para pasar luego al Dpto. de Paleontología como Jefe de la paleontología.

Persona joven, forma con su marido una de las pocas parejas científicas en América, teniendo los grandes prestigios en la Argentina, Uruguay y otros países.

La Dra. de Sáez, es una paciente, investigadora y de ella se para mucho la ciencia.

Debido a su modestia característica, nos costó informarnos respecto de su activa vida en otro del mayor agradecimiento de de Paleontología.

Sus Trabajos

Sus trabajos sobre las aves, reptiles, equinodermos y moluscos fósiles de la Argentina han merecido el aplauso y felicitación de los centros científicos mundiales.

"Encontró algunas especies nuevas, tales como "Lorraine Minor", "Arenochelys Argentina", "Orthiscarpa Cuyana", "Microechinus Schilleri", etc.

Hoy trabaja sobre una pequeña estrella fósil del terreno Devónico de la Provincia de San Juan (R. A.) y otros grupos geológicos.

LA PRIMERA MUJER PALEONTOLOGA SUD AMERICANA

La Dra. de Sáez, es la primera mujer en Sud América, que se dedica a la paleontología, siendo ampliamente citada por muchos investigadores tales como: Lamirrechi, Windhausen, Rusconi, Krazlievich y otros.

3. Registro gráfico. a. recorte de la publicación (catalogada como folleto) en los Anales de la Sociedad Científica Argentina titulada "Las aves corredoras del Santacrucense", con el pie de página donde la autora hace referencia a su tesis doctoral; b. Recorte de diario El día (1944); c. Recorte de diario El Día (6 de Agosto de 1942, Archivo Histórico del Liceo Víctor Mercante Prof. Zulma Totis-Fondo LVM 1944); d. Recorte de un diario de Montevideo (Uruguay) circa 1930 en base al año de publicación de los invertebrados fósiles publicados luego por la Dra. Dolgopol de Sáez. (gentileza de Jorge Sáez).

4. Mathilde Dolgopol de Sáez junto a sus hijos (circa 1939).



Carta de Dolores López Aranguren al año de su fallecimiento

“Mathilde...Hemos llegado aquí y estamos todos, como siempre, a tu lado! Fue ayer, no más de tu partida, que hoy nos parece irreal que tal vez, pudiéramos resolverlo en nunca, porque así es la ley del recuerdo. Tu fidelidad creó y sustentó nuestra fidelidad hacia ti, porque tu vida, hecha de afectos, de sinceridad y del culto a la amistad ¡tan cara! a tu corazón, ha florecido en nuestro recogimiento. Todos tus amigos, aquellos, que hemos compartido desde las horas más entusiastas de la adolescencia, de tu presencia, de tu bondad e inteligencia, como reales beneficiarios, de los dones de la emoción de tus sentimientos y de tu intelecto, venimos hasta aquí, hasta el silencio de tu retiro a depositar en un bronce y unas flores, una pequeña parte, algo de lo mucho que tú nos diste, con tu gesto amigo y generoso, con tu comprensión a nuestros afanes y dolores, y con tu alegría compartida, en nuestros triunfos y logros! Ninguno de nosotros recorrió su camino sin tu participación hermana, sin tu voz alentadora y tu opinión valedera en el momento oportuno. En los caminos del alma, aquellos, que nos han dejado los días. Con sus alternativas de luz y sombras, en nuestros senderos, que la memoria los copia como un incesante ir y venir nuestras tareas, nuestros estudios, al bosque de nuestros ensueños y de nuestros trabajos, en esos senderos que corren bordeados de árboles, está tu pequeña ¡grande! silueta caminando presurosa, ensimismada en dulce coloquio con su propia alma, recortándose como una realidad viviente bajo un cielo, siempre colmándote de estrellas y pájaros, hojas perfumadas de eucalipto y tonalidades de oro vio en primavera y dulcemente pálido en otoño. Estos caminos del alma hecho de hondos silencios emocionales, donde viven nuestras queridas cosas, nuestros pares amados, para compensarnos de su lejanía corpórea, física, que tanto nos angustia. En este día plata y frío de otro invierno que llora su tristeza, anuda en nuestras gargantas el sollozo y desde el fondo de nuestros espíritus se alza la plegaria que dice de nuestra presencia aquí para rendirte el homenaje de tu maravillosa amistad, urgió en nuestra necesidad de hacerlo real. ¡Aquí, Mathilde, nuestras emociones más hondas en un salmo fraterno por tu lejanía estrella!” (Léonor López Aranguren (1958), texto gentileza Jorge Sáez, 2021).

que su madre era paleontóloga y que tenía un trabajo más bien extraño, comentó que para él era normal que su mamá trabajara en el museo y que la recuerda caminando hacia allí por las tardes (Jorge Sáez, comunicación personal, junio de 2021).

Además de este perfil tan bien delineado por su hijo, existe una carta escrita por su amiga Dolores López Aranguren al cumplirse un año de su fallecimiento, que la recuerda con enorme cariño (Recuadro 1).

Estas palabras conjugan aspectos de la esencia de una mujer que conlleva el honor de ser la primera Paleontóloga e indirectamente la particularidad de una institución que sin distinciones propios tal vez de la época la supieron reconocer y dar su lugar como mujer y como científica a esta Pionera de la Paleontología argentina. ◆

Lecturas sugeridas

Berta, A. & Turner, S. (2020) *Rebels, Scholars, Explorers: women in Vertebrate Paleontology*. Johns Hopkins University Press.

Dolgopol de Sáez, M. (1927a). Las aves corredoras fósiles del Santacrucense. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, vol. 103, pp. 145–165.

Paulina-Carabajal A. & Desojo J.B. (en prensa). Mujeres en la Paleoherpétología argentina. PE-APA

Dra. Ariana Paulina-Carabajal
Instituto de Investigaciones en
Biodiversidad y Medioambiente
(CONICET-UN del Comahue). San
Carlos de Bariloche.

Dra. Julia Brenda Desojo
División Paleontología Vertebrados,
FCN y M, UNLP-CONICET - La Plata

¿Sabías que...

¿Puede haber diferentes tipos de fósiles? No sólo por el tipo de organismo fosilizado, sino por su **tipo de preservación**.

La preservación es el proceso mediante el cual los restos de los seres vivos o de sus actividades (no sólo cadáveres si no también hojas y partes de plantas, cáscaras de huevos, huellas de pisadas, dientes caídos, mudas de piel, materia fecal, túneles excavados, entre otros) pueden experimentar una interrupción de los procesos naturales de degradación y descomposición. En general, sólo las partes esqueléticas y tejidos más duros de los organismos suelen preservarse (cáscaras, conchas, huesos, dientes, madera, etc.), pero veremos que hay excepciones. Este proceso puede darse de diferentes maneras, algunas de ellas se describen a continuación.

Permineralización: es uno de los tipos de preservación más conocidos, donde distintos minerales disueltos en el agua del sedimento que cubre el resto pueden, a lo largo de miles de años, cristalizar dentro del resto y rellenar lentamente los poros y espacios vacíos dejados tras la descomposición de la materia orgánica, hasta formar una réplica mineral exacta. (Fig. 1).

Moldes y compresiones: éstos se producen cuando el sedimento (arena, limo, arcilla) que cubre los restos copia su forma. Muchísimo tiempo después, convertido en roca, ese molde preserva la forma original, aunque el resto haya desaparecido. A veces el molde puede formarse a partir de cristales minerales que se depositan y no por el sedimento. Pueden combinarse con los otros tipos de preservación. (Fig. 2).

Carbonización: en este tipo, los tejidos del resto sufren una lenta transformación a carbón, preservando parte de su forma, o pueden convertirse en hidrocarburos. (Fig. 3).

Momificación: es una de las maneras más conocidas de preservación de partes blandas (piel, músculos, órganos internos). Comúnmente se da por deshidratación, los tejidos se resecan totalmente y así se interrumpe la descomposición. Un ejemplo es la piel del milodón (Fig. 4). Pero puede haber momificaciones por otros procesos, por ejemplo, en suelos ácidos, o por presencia de sustancias naturales con propiedades antisépticas, o por aislamiento total por hielo o incluso por resina de algunas plantas que al endurecerse forma el ámbar.

Dr. Néstor Toledo
CONICET, División Paleontología de Vertebrados FCNyM-UNLP

Dr. Leandro M. Pérez
División Paleontología de Invertebrados FCNyM-UNLP



1. Fémur del dinosaurio *Argentinosaurus* del Museo de La Plata.



2. Si bien parece una planta, este ejemplar de *Seirocrinus* es un crinoideo (equinodermo) hallado en las lutitas jurásicas de Holzmaden, Alemania, que se conserva en el Museo de Paleontología de Zurich.



3. Carbonización de hojas de *Ginkgoites huttoni*.



4. Fragmento de piel del perezoso *Mylodon* hallado en la Cueva Última Esperanza (Chile) que se conserva en el Museo de La Plata.

La Geoquímica en la FCN y M: un ejemplo pionero de interdisciplina



Carlos W. Rapela

Desde mediados del siglo 20, la geoquímica es una disciplina científica consolidada con objetivos propios que la distinguen. En 1958 se creó la Licenciatura en Geoquímica en la FCNyM de la UNLP y en 1969 se la incluye como materia obligatoria de la Licenciatura en Geología. Es significativo que estas iniciativas hayan surgido de esta facultad, que se caracteriza por su formación naturalista antes que exacta. Ambas iniciativas estuvieron relacionadas a inquietudes de personalidades relevantes, que no se sujetaron a limitaciones en apariencia difíciles de sortear ni a esquemas rígidos para practicar la ciencia.

En el siglo XIX hubo escasa interacción entre la Geología y la Química. La mayor parte del conocimiento de la composición química de los materiales naturales como el agua de ríos y de mar, suelos y de los minerales y rocas era provista por químicos y expertos mineralogistas. En consecuencia, los científicos europeos que vinieron a la Argentina a mediados del 1800 y produjeron los primeros análisis químicos de materiales naturales fueron en su mayoría químicos experimentados, principalmente en la Universidad de Buenos Aires y en la Academia de Ciencias en Córdoba, fundada por el presidente Sarmiento. Es sorprendente encontrar en esos primeros artículos, que los autores no eran especialistas restringidos a un campo específico, como es común actualmente. En un sentido amplio eran naturalistas avezados con un intensa curiosidad y conocimiento de



1. Verónica Gómez de Posadas.

otros campos, que iban mucho más allá de realizar un análisis.

El universalmente considerado como el padre de la geoquímica moderna es Victor Moritz Goldschmidt (1888-1947) quien estableció los dos principales propósitos de la disciplina: (a) la determinación de la abundancia absoluta y relativa de los elementos químicos y sus isótopos en la Tierra y (b) estudiar la distribución y migración de estos elementos en las diferentes partes de la Tierra (atmósfera, hidrósfera, corteza, manto, etc.), a los efectos de identificar los procesos que controlan estas distribuciones y migraciones. De manera similar el geoquímico ruso Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945) fue el fundador de la biogeoquímica. En Argentina, el químico orgánico Gustavo A. Fester (1886-1963), que fue miembro de la Academia Nacional de Ciencias, estaba muy al corriente de los estudios geoquímicos de Goldschmidt e intercambiaba cartas con él sobre temas de geoquímica. Fester fue al mismo tiempo un alpinista amante de la geología y del andinismo, que estaba en contacto con los geólogos alemanes en Argentina y al corriente de las ideas moviñistas de Alfred Wegener. Realizó varios trabajos sobre la geoquímica de las asphaltitas y la distribución del vanadio en la corteza terrestre,

que fueron probablemente los primeros sobre geoquímica moderna. Como Fester investigaba en la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, donde no había Geología, enseñaba Geología y Geología Física a los estudiantes de Geografía del Instituto Nacional del Profesorado en Paraná. Sus clases basadas en experiencias personales en los Andes, desde Perú hasta Tierra del Fuego y las islas Orcadas del Sur, inspiraban a los estudiantes de geografía, entre ellos la madre del que suscribe, a quien le transmitió el entusiasmo de Fester por la geología.

Además de este ejemplo aislado, dos geólogos relevantes que contribuyeron a la difusión y aplicación de la geoquímica fueron Félix González Bonorino (1918-1998) y Carlos Ernesto Gordillo (1925-1984). González Bonorino era un geólogo regional, petrólogo y sedimentólogo que, en 1972, escribió el libro *Introducción a la Geoquímica*, en el cual describió los principios químicos de la geoquímica ígnea y de superficie.

Por su parte Gordillo, Profesor de Petrología de la Universidad Nacional de Córdoba, montó un pequeño laboratorio químico, y fue el primero en aplicar sistemáticamente la geoquímica en las investigaciones de rocas ígneas y metamórficas. Finalmente, le cupo a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) de la Universidad Nacional de La Plata, ser la institución que introdujera formalmente en el país la geoquímica en la curricula de la carrera de Geología, al igual que la primera en Sudamérica en organizar una Licenciatura en Geoquímica.

La Geoquímica en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo

El que la geoquímica se haya iniciado formalmente en Argentina dentro de nuestra Facultad, merece una explicación. La historia de la geología como carrera de grado se inicia formalmente en la gran mayoría de los casos, asociada a las ciencias exactas o ingenierías, tanto en el país como en las universidades del exterior. Así, por ejemplo, en los dos casos más antiguos, la Universidad de



2. José A. Catoggio (a la derecha) cuando realizó la introducción del geoquímico J.W. Winchester, en un seminario en la Universidad de La Plata (c. 1967).

Buenos Aires y la Universidad Nacional de Córdoba, la carrera de Geología se cursa en las respectivas Facultades de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Por el contrario, en la Universidad Nacional de La Plata la geología se inició en la década de 1940 en la Facultad de Ciencias Naturales, en la cual el perfil de formación de los egresados era el de un naturalista, que provenía de una tradición de fines del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, marcado por los ejemplos salientes de los hermanos Ameghino y Francisco P. Moreno. Las ciencias exactas no ocupaban un lugar saliente en la currícula de las carreras que se impartían en la Facultad, y las 2-3 materias de este tipo eran consideradas comúnmente como un “trago amargo”, que había que sortear para obtener el título. Las vocaciones de alumnos que tuvieran simpatía para ambas cosas, las ciencias naturales y las exactas no se podía canalizar simultáneamente; o se hacía una cosa o la otra, pero no ambas al mismo tiempo. Por estas razones cabe preguntarse ¿Por qué nació entonces

la Geoquímica en la Facultad? La razón es que Geoquímica no fue un producto de un proyecto que evolucionó y cristalizó con el tiempo, sino el encuentro fortuito de una joven alumna con vocación por la geología y la química, que indujo a dos notables en ambas disciplinas, a considerar la creación de una carrera, en un momento particular de la historia de Argentina.

El final de la década de 1950 fue un momento de grandes cambios para la ciencia del país. Hubo un flujo importante de fondos para generar conocimiento científico, se multiplicaron las dedicaciones exclusivas en las universidades nacionales y en 1958 se creó el CONICET como agencia central de la ciencia, creando instituciones científicas y la Carrera del Investigador Científico. Se comenzó a alentar la práctica de investigaciones interdisciplinarias y nuevas, lo cual fue el ambiente propicio para la creación de la carrera de Geoquímica, y no casualmente se crearon también en ese tiempo las licenciaturas en Antropología y en Paleontología



3. Mario E. Teruggi, autor y co-autor de más de 100 publicaciones en Petrología, Sedimentología y Geología del Cuaternario, además de libros que fueron ampliamente usados en las universidades de Sudamérica.

en la FCNyM, con lo cual adquirió el perfil abarcativo de las Ciencias Naturales que conserva hasta nuestros días. En ese final de década, una brillante y joven alumna que se destacaba, Verónica Gómez de Posadas (1939-1997) (Fig. 1), cursaba simultáneamente las Licenciaturas de Geología y de Química en distintas facultades de la UNLP, lo cual jugó un rol crucial para juntar las dos ciencias. Hay que decir que no cualquier persona podía cursar simultáneamente las dos carreras con solvencia. Ya en los años finales de las dos carreras, estaba en contacto con el Profesor de Química Analítica José A. Catoggio (1923-1994) (Fig. 2), que había efectuado una estadía como post-doc en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), donde fue testigo del desarrollo de la geoquímica y en particular de la química ambiental. En el entorno científico de alto nivel de esa institución, ya se discutían las ideas germinales de la química ambiental, que recién florecieron en nuestro país 30 años después. Es muy probable que Verónica haya sido el germen que vio Catoggio para introducir la geoquímica en Argentina, para

lo cual se reunió con un eminente profesor de la Facultad de Ciencias Naturales, el Dr. Mario E. Teruggi (1919-2002) (Fig. 3), profesor de Petrología de rocas ígneas y de Sedimentología, y juntos diseñaron la currícula original de la Licenciatura en Geoquímica, que se implementó en la FCNyM en 1958. Durante su estadía en MIT, Catoggio estuvo en contacto con el trabajo del geoquímico J.W. Winchester, al que tiempo después invitó a hacer una pasantía en el Departamento de Química Analítica de Ciencias Exactas (Fig. 2). Entre los años 1964 y 1966 Verónica Gómez de Posadas se trasladó a Boston con su familia, antes de obtener los títulos de grado en Argentina. En el MIT realizó un Master (MSc) bajo la dirección de Patrick M. Hurley, un geoquímico isotópico de reconocimiento internacional. El trabajo estaba focalizado en la geocronología Rb-Sr de complejos ígneos de Venezuela, tratando de conectar el NE de Sudamérica con el escudo del NE de África, procurando evidencias de la ruptura continental y la tectónica de placas. Posadas continuó trabajando con Hurley como Asistente de Laboratorio, en

la preparación del mismo para recibir las muestras de la Luna que trajo la misión Apollo 11 en 1969. Volvió a la Argentina en 1971 y obtuvo el cargo de Profesor Adjunto en Geoquímica en donde se desempeñó hasta su prematura desaparición a los 58 años de edad.

Volviendo al momento de la creación de la Licenciatura en Geoquímica, el diseño de su currícula planteaba serios problemas para una Facultad con perfil naturalista como era la FCNyM. Para Catoggio, un geoquímico debía tener una sólida base de materias exactas, equivalente a las de un químico y aún más. Por lo tanto, a partir del primer año en común que era obligatorio en la FCNyM, la currícula que diseñaron contenía las mismas materias matemáticas y físicas que la Licenciatura en Química, y también materias de las especialidades Físicoquímica como Físicoquímica II (mecánica cuántica y termodinámica estadística) y todas las materias de la especialidad analítica (Química Analítica I, II y III). Adicionalmente se incluyó la materia Cristalografía Especial, que debió cursarse en la Comisión Nacional de Energía Atómica en Buenos Aires, que era una especialidad de los físicos especializados en estado sólido. Por su parte, Mario Teruggi incluyó todas las materias de geología con excepción de Paleontología II (Vertebrados) y Geología Económica II (Geología Aplicada). Resumidamente, la Licenciatura en Geoquímica original contenía casi la totalidad de las materias de geología y de química, y era la licenciatura con mayor cantidad de materias de la FCNyM. No extraña entonces que al término del primer año común, muy pocos alumnos se decidieran por seguir geoquímica. Ese fue a mi entender un gran error, ya que, si Geoquímica hubiera sido promocionada simultáneamente en las Facultades de Exactas y de Naturales, no tengo dudas de que el ingreso de alumnos hubiera sido mayor.

Para los que nos decidimos a seguir ese complicado camino, la carrera no fue sencilla. En segundo año dejé de ver, casi para siempre, a todos mis compañeros que siguieron geología, ya que debí cursar todas las materias en Exactas. Y desde el segundo año en adelante la cursada anual simultánea

de materias en el Museo y en Exactas, que tenían horarios muchas veces incompatibles, llevaba inevitablemente a la pérdida de un año. Terminamos siendo los “bichos raros” o los “cuatro locos” en Exactas y en el Museo. Una anécdota de esos tiempos ilustra esta circunstancia: cuando fui a rendir el examen final de Física I, el Profesor Titular, Dr. Grinfeld, al ver que yo no estaba en la planilla que tenía me dijo “- ¿De dónde es usted?, del Museo!?, nooom ‘hijo!, usted se ha equivocado de Facultad, esto es Física I de Exactas!”. Como no logré convencerlo de que me tomara examen, debí salir corriendo del Departamento de Física hasta la oficina de Legajo de Alumnos en el Museo, donde dejaron constancia que Física I era una materia de la Licenciatura en Geoquímica, que había aprobado la cursada y que me había anotado para rendirla. Para nosotros no hubo una recibida con grupos grandes de compañeros que con algarabía ensuciaban a los recibidos con huevos en mal estado y se iban de festejo. Y esto era sencillamente porque no teníamos compañeros coetáneos, a excepción del que eventualmente hubiera estudiado con nosotros la última materia. Creo que todos los que nos recibimos con este plan dual de geología + química aprendimos a valorar lo que habíamos recibido recién varios años después, cuando con experiencias en el exterior o en trabajos profesionales, pudimos aplicar lo adquirido en geología y química y desempeñarnos con idoneidad en muy diversas disciplinas, tanto académicas como aplicadas y profesionales.

Durante las interrupciones de la democracia se eliminaron del plan de estudios de la Licenciatura en Geoquímica, irresponsablemente a mi entender y posiblemente por ignorancia, todas las materias con base sólida de ciencias exactas, como álgebra, los análisis matemáticos y físicoquímica. Desde dicha modificación del plan de estudios realizada en 1982 hasta la actualidad, se recibieron 39 Licenciados en Geoquímica en la FCNyM. Como profesor de Geoquímica Avanzada, una materia de 5to. año, me ha tocado la ingrata tarea de enseñar geoquímica a alumnos que no tienen conocimientos elementales de cálculo y termodinámica. Los mismos alumnos eran conscientes de ese

Julio C. Merodio, el primer profesor de Geoquímica en Argentina

Un hecho muy importante ocurrió en 1969, cuando la FCNyM realizó un cambio puntual en el plan de estudios de la Licenciatura en Geología. El Dr. Catoggio, que dictaba como Profesor Titular la asignatura Química Analítica Cualitativa-Cuantitativa, accedió a que su materia se reemplazara por la asignatura obligatoria **Geoquímica**, en segundo año de la carrera de Geología, proponiéndose al Dr. Julio César Merodio (1929-2018) (Fig. 4) como Profesor Titular con Dedicación Exclusiva. Esta fue la primera vez en el país que Geoquímica integraba la currícula de Geología. Con los antecedentes descriptos más arriba, *fácil es imaginar que el Dr. Catoggio accedió con gusto a este cambio. Merodio era docente en el Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Exactas, y se desempeñaba como químico analítico en el*



4. Julio C. Merodio.

LEMIT (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica) de la provincia de Buenos Aires. El que suscribe fue testigo en 1970 del nacimiento de la cátedra de Geoquímica, de la que fue Ayudante Diplomado (1970-1972, y más tarde JTP en 1972-1977) y Verónica Gómez de Posadas su Jefe de Trabajos Prácticos). Merodio fue la persona ideal para llevar a cabo esa función, que desempeñó hasta su jubilación en 2010, en el ejercicio de la cual prestigió a la FCNyM.

Aunque formado en la rigurosidad de la química analítica cuantitativa, Merodio mostró desde el inicio su voluntad para integrarse naturalmente con sus colegas geólogos, primero del IMPSEG y luego del CIG. En la docencia, realizó un gran esfuerzo para adquirir el conocimiento geoquímico indispensable, a la vez que construir un programa teórico y práctico para la materia, basado en programas de grado de las universidades más importantes de Norteamérica y Europa. Esta iniciativa pionera fue paulatinamente seguida por otras universidades del país en las que se impartía Geología, y luego, cuando fueron creadas nuevas universidades, todas contienen Geoquímica como materia obligatoria en la carrera de Geología. Merodio tenía un don especial para la docencia y la didáctica. Conocedor de que sus alumnos no eran, en término medio, fuertes en ciencias exactas, desglosaba los temas más complejos en partes más simples y comprensibles. Fue un profesor ejemplar, y los alumnos de Geología lo eligieron en repetidas ocasiones para que les entregara el título al recibirse. También impartió cursos de grado en Geoquímica Analítica y Estadística, tema este último en el cual realizó cursos de postgrado en varias instituciones del país. Dirigió el Laboratorio de Geoquímica del CIG con rigurosidad, proveyendo de análisis químicos a todos los investigadores que lo requirieran, logrando que el mismo fuera uno de los laboratorios de referencia para patrones internacionales de rocas.

En investigación, se integró con entusiasmo a muchos de los proyectos geológicos y geoquímicos de los investigadores del CIG, participando en las publicaciones y también en los trabajos de campo, como los que realizó con el que suscribe en la región de Balcarce, en las Sierras de San Luis y en la Cordillera Norpatagónica. En geoquímica teórica, se recuerda su trabajo de elaboración de una norma química para rocas pelíticas junto a Luis Spalletti.



5. Alicia E. Ronco.

déficit, y en los años 2018 y 2019 se hicieron reuniones conjuntas de alumnos, graduados y docentes para modificar el plan de estudios, restaurar las materias básicas del plan original, e incorporar además materias que faciliten el acceso a la temática ambiental, como química orgánica y geoquímica orgánica. Este plan se encuentra actualmente en proceso de aprobación por la Universidad.

El producto de aquel plan original fue un reducido número de geoquímicos que se desempeñaron en diversos campos a los cuales se quiere recordar aquí. Los conocí personalmente a todos ellos, y estudié materias o parte de materias con la gran mayoría, lamentablemente todos fallecidos. Estos recuerdos no tienen una finalidad anecdótica, sino mostrar que sus carreras profesionales fueron de gran utilidad para el país. De estos geoquímicos de la década de 1960 el primero fue Norberto Lingua en 1968, un alumno de química que se pasó a la FCNyM. Después de recibido emigró a Francia trabajando en el BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), y al volver a Argentina no tuvo actuación en geoquímica. En cambio, los cuatro primeros inscriptos directamente en la FCNyM para realizar la Licenciatura en Geoquímica nos conocíamos muy bien, y nos llamábamos

por los apodos de algunos: Arturo E. Canero (Pelusa), José I. Ivorra (Pepe), Alicia E. Ronco (Nina) y el autor de este artículo, Carlos W. Rapela. Los cuatro se recibieron en 1970, y dejaron más tarde una trayectoria conocida. Dos de estos geoquímicos de la primera camada, realizaron sus tesis doctorales con los fundadores de la carrera: Alicia E. Ronco con J.A. Catoggio y quién suscribe con M.E. Teruggi y J.C. Merodio. Aunque nuestros temas de tesis eran muy disímiles, Alicia en biogeoquímica en la costa patagónica y el mío sobre geoquímica ígnea y metamórfica en las Sierras Pampeanas del norte, compartimos diariamente el mismo laboratorio químico en Ciencias Exactas para realizar determinaciones de elementos traza con absorción atómica, supervisados por Julio Merodio. Constituíamos, sin saberlo en ese entonces, ejemplos de las dos temáticas básicas de la geoquímica: la endógena focalizada en la composición, origen y evolución de las rocas y minerales, y la exógena que involucra el estudio de la composición química de la envoltura gaseosa, agua y atmósfera, y su interacción con los sedimentos y la vida animal y vegetal. Al término de estas primeras tesis doctorales, con el título de Doctor en Ciencias Naturales, Orientación Geoquímica (Ronco, 1974; Rapela, 1975), nos quedaban en claro dos cosas, una de orden general e institucional, y otra de índole personal. En el orden general aspirábamos a institucionalizar las disciplinas que habíamos cultivado dentro de las Facultades de Ciencias Exactas y la de Ciencias Naturales, respectivamente. En el orden personal, éramos conscientes, igual que los geoquímicos que nos siguieron que, aunque teníamos una base excelente en geología y química, nos faltaba una experiencia geoquímica propia de nuestras especialidades, que en el país no existía, y que debíamos adquirir en instituciones del exterior. En el orden institucional, en la FCNyM, un grupo de geólogos de “roca dura” que incluía geoquímicos (J.C. Merodio y C.W. Rapela), fundaron en 1976 y dependiendo de la Facultad, el Instituto de Mineralogía, Petrología, Sedimentología y Geoquímica (IMPSEG), con la dirección de Mario E. Teruggi. En 1980 el IMPSEG evolucionó hacia una institución más gran-

de, el Centro de Investigaciones Geológicas (CIG), que en 1981 pasó a ser una unidad de doble dependencia UNLP-CONICET como continúa hasta la actualidad. Varios de sus integrantes se turnaron en la dirección del CIG por concurso de antecedentes, correspondiendo a C. W. Rapela los períodos 2003-2009 y 2013-2017. Por su lado, y funcionando en la Facultad de Ciencias Exactas, se produjo la fundación del CIM, luego llamado CIMA (Centro de Investigaciones del Medio Ambiente) con la dirección de José Catoggio que continuó hasta 1994, luego de lo cual fue dirigido por Alicia Ronco hasta su fallecimiento en 2016. En 2017 se aprobó su creación como unidad de doble dependencia UNLP-CONICET, con la sigla CIM similar a la original, como funciona hasta la actualidad.

Alicia Ronco (1942-2016) (Fig. 5), después de doctorada se desempeñó como Profesora Asociada en el Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional, INENCO (1978-1979), Research Assistant, Chemistry Department, University of York, Inglaterra (1981) y luego Research Associate, y Visiting Professor en el Department of Biological Sciences, Purdue University, EEUU (1982-1990). Ingresó a la Carrera del Investigador Científico del CONICET en 1984, llegando a Investigador Principal en 2006. Fue referente en el área de agroquímicos, y la presencia de contaminantes en cursos de agua, entre otras muchas actividades asociadas a la química ambiental y la evaluación de efectos biológicos. Publicó más de 150 trabajos en revistas internacionales, nacionales y capítulos de libros. Desde que era alumna en 1968 hasta su fallecimiento con el cargo de Profesor Asociado en la UNLP, tuvo una muy intensa actividad de grado y postgrado en la UNLP y en distintas universidades del país, al igual que formación de numerosos becarios y dirección de becarios y tesis doctorales. Finalmente, Alicia Ronco es reconocida académicamente como la fundadora de la carrera de grado Lic. en Química y Tecnología Ambiental de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), un mérito que llevará siempre a su recuerdo.

Carlos W. Rapela (1944) (Fig. 6) realizó sus estudios como Becario Externo del



6. Carlos W. Rapela en el Lago Yelcho, Chile.

CONICET en la Universidad de McMaster, Canadá (1976-1979), bajo la dirección del Dr. Denis Shaw, focalizados en los elementos trazas en magmas y la geocronología Rb-Sr. A su regreso al país en 1979, ingresó en la Carrera del Investigador Científico del CONICET, finalizando la misma como Investigador Superior Emérito del CONICET, contratado y en ejercicio en la actualidad. Paralelamente, realizó docencia de grado en la FCNyM, de la UNLP, desempeñándose en todas las categorías docentes hasta Profesor Titular en Geoquímica Avanzada y Profesor Emérito de la UNLP. Su investigación se focalizó en la geoquímica y petrología ígnea, la tectónica y la reconstrucción de la corteza continental del sur de Sudamérica. Es actualmente académico de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de la Academia de Ciencias de Latinoamérica. Publicó más de 175 trabajos



7. Arturo E. Canero.

en revistas internacionales, nacionales y capítulos de libros, y dirigió tesis doctorales en la UNLP, la Universidad Nacional de Córdoba, y la Universidad de Salamanca, España. Después de la crisis social del país en 2001, desempeñó los cargos de Director del Centro de Investigaciones Geológicas, Miembro del Directorio del CONICET (2004-2008) y Director del Centro Científico CONICET La Plata (2009-2013). Uno de los principales objetivos de esa labor de gestión se refiere específicamente a las aspiraciones que teníamos cuando terminamos nuestra licenciatura en geoquímica: aglutinar institucionalmente a los investigadores para incrementar su eficiencia y fomentar al mismo tiempo la interdisciplinariedad. Hubo varias acciones en ese sentido, pero se quiere rescatar dos de ellas: la redacción de parte del Decreto Ley Nacional 310 (2007) en la que se establece la creación de nuevos institutos científicos y de Centros Científicos Tecnológicos del CONICET como parte de la política científica del país, y la creación de la Red de Estudios Ambientales Área La Plata (REALP, 2009).

Los otros dos alumnos de la carrera re-

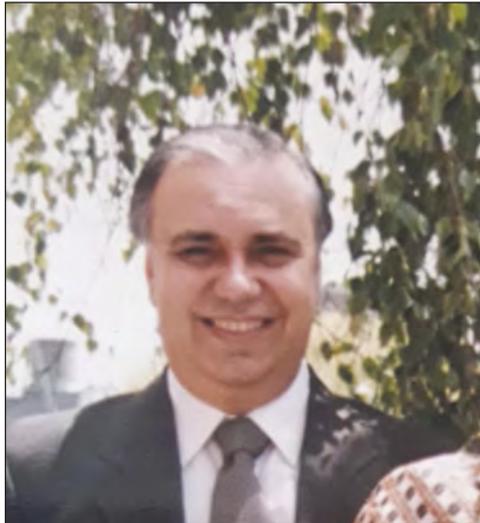
9. Placa del Laboratorio de Fluorescencia y Difracción de Rayos X dedicada a Arturo Canero, su fundador, en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.



8. Arturo E. Canero (derecha) en una visita a Carlos W. Rapela (izquierda), durante la estadía postdoctoral de este último en la Universidad de McMaster, Canadá, en 1978.

cibidos en 1970, Arturo E. Canero y José L. Ivorra, no desarrollaron luego sus carreras en la UNLP. Arturo Canero (1941-2017) (Figs. 7 y 8) obtuvo una beca de especialización en la Comunidad Económica Europea, centrando su carrera profesional en la dirección de laboratorios químicos asociados a la exploración minera, tarea en la cual fue Jefe de Laboratorio de Química Analítica del Servicio Nacional Minero Geológico. Fue además docente investigador de la Facultad de Ciencias Naturales desde 1974, y desempeñó el cargo de Rector de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) entre 1992 -1995. Fue Presidente del Consejo de la Magistratura de la provincia de Chubut entre 1997 y 1999, entre otros cargos. A su desaparición en un trágico accidente, la Facultad de Ciencias Naturales de la UNPSJB decidió renombrar





10. José L. Ivorra.

al Laboratorio de Fluorescencia y Difracción de Rayos X con el nombre de Arturo Canero, en mérito a su labor como impulsor, gestor, ejecutor y primer Director (Fig. 9).

José L. Ivorra (1945-2014) (Fig. 10), ya desde estudiante avanzado de la Licenciatura manifestaba su entusiasmo por la geoquímica del petróleo, y luego desde 1971 desarrolló su carrera profesional en Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), primero en Control de Geología de Pozos (1971-1973), luego Supervisor de Laboratorio Geoquímico (1974-1978) y finalmente Jefe del Laboratorio de Investigaciones y Desarrollo de Técnicas Geoquímicas Especiales, de la Gerencia de Exploración de YPF. Conocimientos tan específicos los adquirió en cursos en el país y en el exterior como el Woods Hole Oceanographic Institution y el U.S. Geological Survey. Realizó más de 90 estudios inéditos de geoquímica orgánica en litologías de sondeos y superficie, con los cuales adquirió un conocimiento que él hubiera deseado plasmarlos en la Tesis Doctoral, lo cual se lo imposibilitaron las cláusulas de confidencialidad de estos estudios. Su carrera, que tenía un destino claramente exitoso, se vio interrumpida por una dolencia que le impidió continuar ese camino.

En los años y décadas subsiguientes hasta la actualidad, aunque en escaso número, se recibieron Licenciados en Geoquímica. Algunos obtuvieron su doctorado en la FCNyM como Gabriela Alonso y Eleonora Ca-

rol, o en otras facultades de la UNLP como Vicente L. Barone y María E. Canafoglia, y otros en el exterior como Raúl Jurío (Alemania) y Ricardo Aragón (EEUU). Alguno no ejerció nunca la profesión geoquímica como Osvaldo Gross, reconocido cocinero y pastelero de la televisión que, humorísticamente, ha dicho que su formación universitaria lo llevó a ser tan estricto con las recetas! Un factor común a este reducido grupo de personas es su heterogeneidad, puesta de manifiesto por la gran diversidad de especialidades geoquímicas practicadas con idoneidad. Dentro de ellas se incluye la actividad científica, tanto básica como aplicada, al igual que el ejercicio profesional, desde la ciencia de materiales, control de fábricas de cemento, energía geotérmica y contaminación ambiental.

En la FCNyM, la docencia de grado de geoquímica y química en las Licenciaturas de Geología y de Geoquímica, está actualmente a cargo de profesores que son en su mayoría Licenciados en Geoquímica: Vicente L. Barone y María E. Canafoglia (Química General), Claudia E. Cavarozzi y Claudia V. Di Lello (Geoquímica), Eleonora S. Carol y Claudia M. Merodio (Geoquímica Avanzada).

En el estado actual de la ciencia en el mundo, la capacidad de desenvolverse con eficiencia en diversos campos es una ventaja frente al cambio constante de la realidad. La esperanza es que la enseñanza de la geoquímica profundice en el rumbo para el cual la pensaron sus fundadores. ♦

Lecturas sugeridas

Rapela, C.W., Depetris, P.J. (2016). Geochemistry in Argentina: from pioneers to the present. *Earth Environmental Science* 75: 524, DOI 10.1007/s12665-015-4995-1. ISSN: 1866-6280 (Print) 1866-6299 (Online)

*Dr. Carlos W. Rapela
Profesor Titular Emérito, FCNyM,
Universidad Nacional de La Plata
Investigador Superior Emérito CONICET*

“P’uftuqueleahin co mongueleahin caf
r’aquizuanleahin zoy co neahin”



Tomar agua nos da vida, tomar conciencia nos dará agua

Silvia Estela Sala

“Tomar agua nos da vida, tomar conciencia nos dará agua” es una frase anónima que vi escrita en grandes letras en el Salón comunitario del Lof Mapuche Catalán. Esta frase resume la esencia de una problemática actual que nos atañe a todos. Junto a nuestro grupo de trabajo nos apropiamos del lema para darle nombre al proyecto sobre el agua potable que estábamos desarrollando con esta Comunidad.

El agua es un recurso esencial para la vida, sin embargo, recién en el 2000, la ONU reconoció que el acceso al agua es un derecho humano esencial. Junto con los gobiernos adherentes definieron objetivos para aumentar el acceso a servicios de agua potable y de tratamiento de agua residual. En nuestro país, existe una marcada desigualdad social en relación al acceso al agua potable y a servicios básicos de saneamiento, siendo éstos algunos de los principales motores de la salud pública. En tanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades. Los sanitarios de la OMS estiman que un 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre y de un saneamiento y una higiene deficientes. La mejora de la calidad del agua de bebida mediante el tratamiento del agua doméstica puede



Inicio del proyecto de Voluntariado Universitario, capacitación de los alumnos de la FCNyM.

reducir en un 39% los episodios de diarrea. En la situación de pandemia actual el acceso al agua toma una dimensión aún mayor.

Desde 2015, en el marco del Programa de Voluntariado Universitario financiado por el Ministerio de Educación de la Nación, un grupo de estudiantes de grado, posgrado y docentes de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata trabajamos conjuntamente con la Comunidad Mapuche Catalán en diversos temas medioambientales.

La Constitución Nacional de 1994 expresa que corresponde al Congreso de la Nación “reconocer la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos. Garantizar el respeto a su identidad y el derecho a una educación bilingüe e intercultural; reconocer la personería jurídica de sus comunidades; la posesión y propiedad comunitaria de las tierras que tradicionalmente ocupan; regular la entrega de otras aptas y suficientes para el desarrollo humano; ninguna será enajenable, transmisible ni susceptible de gravámenes o embargo. Asegurar su participación en la gestión referida a sus recursos naturales y a los demás intereses que lo afecten”. A pesar de ello, los problemas que aquejan a los pueblos originarios están lejos de ser resueltos.

A diferencia de lo que sucede en otras provincias, la Provincia del Neuquén reconoce la preexistencia étnica cultural de los pueblos indígenas neuquinos como parte inescindible de la identidad e idiosincrasia provincial y en cierta medida mantiene un vínculo relativamente fluido con las distintas Comunidades.



Lonco-Luan. Territorio de la Comunidad Catalán atravesado por el río Aluminé.



Arroyo Lonco-Luan, ñires y coníferas implantadas.

La Comunidad Mapuche Catalán

Esta comunidad vive en Lonco Luan, Provincia del Neuquén. Su Territorio, ubicado en un área rural, entre Villa Pehuenia y Aluminé, se extiende sobre la ruta provincial N° 23 a lo largo de 25 km y abarca aproximadamente 14.000 hectáreas. La Comunidad tiene dominio de posesión de uso del 48 % y sobre el resto existe un convenio con la Corporación Interestadual Pulmarí (CIP). Esta Corporación es un ente nacional-provincial, que reconoce la posición ancestral y comunitaria de las tierras. La Comunidad es una asociación civil desde el punto de vista jurídico. La organización comunitaria tiene una estructura particular, siendo la **Asamblea** la autoridad máxima que elige una **Comisión Directiva (CD)**. La **CD** está formada actualmente por el **Lonco** Vidal Catalán, el **Inan Lonco** Carmelo Melillán, la **Werken** Marisol Jara, el **Inan Werken** Marcelo Catalán, el **Tesorero** Abel Catalán, la **Inan Tesorera** Yanina Arriaga, los **Vocales** Victoria Catalán, Gabriela Quidulef, Natalia



Atardecer en el lago Aluminé, Lonco Luan.

Panitrul y los **Revisores de cuentas** Germán Flores, Jorge Catalán y Tito Melillan. La CD se renueva cada 2 años por votación en la Asamblea de la que participan todos los mayores de 19 años. Todos los miembros de la CD ejercen sus funciones sin recibir remuneración alguna por lo que deben compatibilizar esa actividad con la que les da el sustento.

El Territorio se encuentra en una zona de transición entre el bosque nativo y la estepa patagónica con agrupaciones aisladas de pehuenes y ñires. El clima en el invierno es muy riguroso con nevadas que cubren el suelo de forma permanente durante, por lo menos, 5 meses. Los suelos son pobres, arenosos, síliceos con alto contenido de material volcánico, dificultando la agricultura y posibilitando sólo el uso para huertas familiares. En zonas del Territorio más productivas, hay grandes extensiones forestadas con coníferas exóticas que pertenecen a distintas empresas. Estas plantaciones compiten con el bosque nativo generando problemas ambientales y demandan grandes cantidades de agua, pudiendo ser una posible explicación de la importante merma de los caudales de las distintas fuentes en los últimos años. El Territorio está atravesado por ríos y arroyos. El río Aluminé es el curso principal del sistema que recorre el Territorio de norte a sur en toda su extensión. Por las características geológicas del terreno, en el lugar existen vertientes que son utilizadas para la provisión de agua. Por el régimen de precipitaciones y las características hidrogeológicas del área, el mayor caudal de las vertientes está concentrado en primavera mientras que en

verano el caudal que aflora es mínimo. Esta situación dificulta llevar a cabo actividades productivas que demanden grandes cantidades de agua como la agricultura e incluso algunas familias deben transportar el agua en baldes desde el río Aluminé o arroyos más cercanos a sus casas. Otro problema es el emplazamiento del basural a cielo abierto de la Localidad de Villa Pehuenia, lindante con el Territorio comunitario. Esta situación afecta directamente a la Comunidad ya que se encuentra en una zona alta, cercana a los cursos de agua y a las zonas de recarga de los acuíferos.

Según el Informe de Salud, elaborado por el Agente Sanitario Gabriel Catalán en noviembre de 2017, la población total de la Comunidad era de 440 personas (120 familias). Para las actividades de la Comunidad, los terrenos se distribuyen de manera consensuada, asignando una determinada extensión por familia.

La principal actividad comunitaria es la producción agropecuaria primaria de subsistencia basada en mano de obra familiar y con un fuerte componente de autoconsumo. Fundamentalmente, se cría ganado (bovino, caprino y ovino) para consumo, venta de carne y fibra, y en menor escala actividad forestal y manufactura de artesanías. Solo un 10 % de los adultos trabajan en organismos públicos municipales y provinciales y en temporada turística, algunos jóvenes trabajan en rubros relacionados al turismo en las localidades aledañas.

La familia constituye la base de la organización comunitaria, mantiene los principios y valores de generación en generación. La distribución de las viviendas también depende de la familia, ya que en la mayoría de

Ganado en los corrales de Lonco-Luan. Fotografía tomada por el Lonco Vidal Catalán.





Vivienda frente al Lago Aluminé.

los casos, los hijos establecen su vivienda en terrenos aledaños a la de sus padres.

La ruta 23 recorre el territorio y de ella parten caminos secundarios rurales que conectan con las casas. Las áreas de veranada (a donde se trasladan los animales en verano) son las zonas más altas del territorio donde hay pocos caminos transitables. En el Territorio prácticamente no hay servicios de transporte público. Por ello, las familias cuentan con algún tipo de vehículo, pero el traslado a pie o a caballo dentro del territorio es lo frecuente.

Si bien la mayoría de las viviendas tiene energía eléctrica, algunas construidas recientemente carecen de electricidad. La calefacción es principalmente a leña y para cocinar gran parte de las familias utilizan gas envasado. En 2015 la mayoría de las viviendas tenían agua a partir de un sistema de abastecimiento desde las vertientes. Sin embargo, éste era deficiente y no contaba con los medios necesarios para asegurar su potabilidad.

La Comunidad cuenta con dos puestos sanitarios atendidos por Agentes Sanitarios (miembros de la Comunidad) y una enfer-



Artesanías realizadas por la Comunidad Catalán. Fotografía tomada por el Lonco Vidal Catalán.

mera. Solo una vez a la semana hay atención médica y odontológica. Desde 1968 en Lonco Luan funciona una escuela primaria y a partir de las luchas de la Comunidad, en el año 2003 se creó la escuela secundaria, ambas dependientes de la provincia del Neuquén.

Proyectos desarrollados con la Comunidad

Nuestra vinculación con la Comunidad fue para abordar el problema que causa el alga invasora *Didymosphenia geminata* también conocida como “didymo” o “moco de roca”. Esta diatomea que coloniza ríos y lagos ocasionando daños ecológicos y económicos en el mundo, está presente en los cuerpos de agua del Territorio Comunitario. En el río Aluminé hay empresas privadas dedicadas a los deportes acuáticos, principalmente rafting, que, sin los cuidados necesarios, funcionan como agentes de dispersión de la especie invasora. Mediante los subsidios del Programa de Voluntariado, viajamos y realizamos reuniones con la Comunidad que nos permitieron comprender éste y otros problemas medioambientales que los preocupaban. A partir de sus inquietudes, ampliamos el grupo de trabajo para abordar temas como el tratamiento de los residuos, la calidad del agua de consumo y el mapeo del territorio.

Primeros encuentros de trabajo. Villa Pehuenia 2017. En la foto Lonco Ramón Quiduelf, Tesorero Vidal Catalán y grupo de trabajo de la FCNyM.





Recorriendo las vertientes, alumnos y docentes junto al Agente Sanitario Gabriel Catalán.

Trabajar con la Comunidad Catalán es una experiencia única, por su profundo compromiso en el manejo sostenible de los recursos y la protección del medio ambiente. Previamente a nuestro trabajo, la Comunidad había convocado a distintas instituciones involucradas en el manejo del ambiente y la salud estableciendo un área de trabajo conjunta para definir acciones e incorporar medidas de prevención, concientización, información y difusión de estas problemáticas. A partir de ello, se generaron capacitaciones para los miembros de la Comunidad y se nombraron 4 **Guardas Ambientales** que cubren áreas de interés: turismo; manejo y cuidado del territorio; zonificación y control sobre los cuerpos de agua y residuos y reciclaje.

Si bien las problemáticas de la Comunidad Catalán son diversas, el agua para consumo humano es la más relevante. Su preocupación por la calidad de agua no es nueva, al tratarse de una zona rural, no existe un servicio de distribución de agua potable por lo que se requería buscar nuevas formas de organización y capacidad para establecer un sistema adecuado de abastecimiento de agua. En 2004 solicitaron asistencia técnica al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que evaluó la situación del sistema de toma de agua en el territorio y elaboró un plan de mejoramiento de la provisión de agua. Este proyecto sólo pudo llevarse a cabo parcialmente por la falta de financiamiento. En 2005 un grupo de alumnos de la escuela secundaria realizó un

Trabajando en el campo y en el centro Comunitario con el agente sanitario Gabriel Catalán y las Guardas Ambientales Edith y Amelia Campos.





Talleres en las escuelas y en el centro comunitario sobre reciclado compostaje.

trabajo de diagnóstico sobre este tema. Los resultados evidenciaron el nivel de desconocimiento por parte de los consumidores acerca de la calidad del agua, la precariedad en el tratamiento de potabilización y de las consecuencias en la salud que esto conllevaba. Después de este trabajo se implementaron mejoras en el sistema, pero la falta de presupuesto y el aumento poblacional llevaron a que la situación sea crítica en cuanto a calidad y cantidad del agua de consumo.

Cuando comenzamos a trabajar con la Comunidad, el agua era captada desde vertientes naturales, transportada a través de un

sistema de tuberías a tanques australianos, desde donde era distribuida a las casas y establecimientos comunitarios. El estado general del sistema era deficiente y tampoco se practicaba tratamiento de desinfección. En septiembre de 2016, a pedido de la Comunidad iniciamos un relevamiento de la calidad del agua de consumo. Tomamos muestras para análisis químicos y bacteriológicos en cuerpos de agua utilizados como fuente de agua y en puntos seleccionados del sistema de distribución (reservorios, viviendas familiares y puestos sanitarios) con el fin de evaluar el estado de situación del agua de la Comunidad. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires. Los resultados de estos análisis indicaron que el agua era apta para consumo humano desde el punto de vista químico, pero no era bacteriológicamente apta. La presencia de bacterias coliformes es esperable en ambientes naturales y en aguas sin tratamiento o tratamiento precario, pero las bacterias coliformes fecales evidencian la contaminación por materia fecal (animal o humana) e indican la posible presencia de otros organismos patógenos. Frente a estos resultados, elaboramos con los Agentes Sanitarios y las Guardas Ambientales encuestas sobre el tema. Convencidos de que los jóvenes son los motores de cambio, involucramos a los docentes y alumnos de la escuela secundaria. Las encuestas nos permitieron conocer la percepción acerca del agua utilizada tanto en la escuela como en las casas para consumo personal y otros usos como riego y bebida para el ganado; las fuentes de obtención del agua, el estado en el que se encontraban y las enfermedades asociadas al consumo de agua no potable. Como resultado observamos que en la mayoría de las casas no se empleaba ningún método de potabilización, ya que existía confianza en la calidad para su consumo directo. Las encuestas evidenciaron además que el 39% de las familias obtenía el agua directamente desde los arroyos. Al detectar en el Arroyo Lonco Luan la presencia de organismos indicadores de contaminación fecal, en esta primera instancia recomendamos extremar medidas de desinfección e intensificar me-



Parte del equipo de trabajo en el Museo de La Plata.

didadas de protección de sitios de toma y de los reservorios, aumentar la frecuencia de análisis de calidad del agua de estas fuentes y hacerlos extensivos a la totalidad de las vertientes utilizadas.

La Comunidad organizó un taller interno sobre el agua liderado por las Guardas Ambientales, analizando las problemáticas del momento y posibles soluciones. En este taller concluyeron que era primordial elaborar un proyecto de redistribución del agua teniendo en cuenta el crecimiento poblacional para mejorar la calidad de vida de la Comunidad, priorizando el agua para consumo humano y considerando una segunda etapa que tenga en cuenta el agua necesaria para cultivo y cría de animales. El proyecto contemplaba realizar un sistema de reserva en momentos de mucho caudal, garantizar la sostenibilidad del sistema y capacitar a la gente en el mantenimiento de los tanques de agua domiciliarios.

A partir de las problemáticas visualizadas en el Taller, junto con la Comunidad Mapuche Catalán, elaboramos el proyecto “Tomar agua nos da vida, tomar conciencia nos dará agua”. El mismo fue elaborado en base a la documentación con que contaba la Comunidad, pero teniendo en cuenta el aumento poblacional y los análisis realizados por nuestro grupo de trabajo. Nuestro principal objetivo fue llevar a cabo una obra teniendo en cuenta las falencias halladas en la red: optimizar el cerramiento de las tomas con el menor impacto posible alrededor de las mismas, reparar tanques, reemplazar cañerías y demás materiales para la red por otros nuevos con mayor vida útil y fáciles para trabajar y reemplazar en caso de falla o ruptura de alguna pieza y finalmente establecer un sistema de cloración. Planteamos



La Comunidad trabajando en la mejora del agua.

también, la evaluación de nuevos sitios de captación más caudalosos, ya que la disponibilidad del recurso es escasa en verano.

Para el desarrollo del proyecto identificamos los miembros de la comunidad que podían liderar el proyecto que en ese momento eran el Lonco Ramón Quidulef y el Tesorero Vidal Catalán, quienes serían los encargados de la organización y supervisión del trabajo. Los miembros de la Comunidad llevarían a cabo la obra y cogestionarían los recursos económicos para garantizar el mantenimiento y la sostenibilidad del proyecto. Los Agentes Sanitarios Gabriel Catalán y Mariana Catalán realizarían el registro de las enfermedades asociadas al consumo de agua y tomarían muestras para el seguimiento de

la calidad del agua. Las Guardas Ambientales Amelia Campos, Edith Campos, Victoria Melillán y Yanet Melillán serían las encargadas de la capacitación de la Comunidad en cuanto al uso responsable, las condiciones de higiene y mantenimiento del sistema de agua domiciliario.

A fin de garantizar la apropiación de la propuesta, las familias realizarán a su coste el mantenimiento y el proceso de desinfección la red interna del hogar. Para la cloración diseñamos sistemas de filtración de construcción casera a partir de materiales económicos. Éstos poseen una serie de mallas de filtrado para eliminar grandes partículas, un depósito donde se realiza la cloración y un filtro con carbón activado para eliminar el cloro residual y otros posibles contaminantes.

Este proyecto también aspira a capacitar, mediante charlas y talleres, a los miembros de la Comunidad sobre el uso racional, el manejo y el mantenimiento del agua, las enfermedades de origen hídrico y las medidas de prevención.

La Comunidad se comprometió a realizar la obra y posterior mantenimiento del sistema, evitando la contratación de una empresa constructora, a fin de que sea económicamente viable. El proyecto fue aprobado por la **Asamblea**.

Todo esto fue posible ya que la Comunidad siente la obligación de respetar y defender la *wallmapu* (tierra), pues es el ámbito en el cual desarrollan sus actividades, como actores determinantes del Territorio, tomando conciencia y conocimiento sobre los problemas ambientales actuales y futuros. Debido a esto, todas las etapas del desarrollo del proyecto se realizarán garantizando el respeto de los usos y costumbres de la Comunidad y el ambiente en el que se encuentra.

El mejoramiento de la calidad del agua y de los sistemas de abastecimiento, le permitirán a la Comunidad retomar prácticas culturales relacionadas con el cultivo y manufacturas derivadas de él, que se han ido perdiendo a causa de la escasa disponibilidad de agua.

En 2019 presentamos el proyecto “Tomar agua nos da vida y tomar conciencia nos dará agua” a la convocatoria internacional

“Transformando Comunidades” de la compañía Cemex y el Instituto Tecnológico de Monterrey (México). Ese mismo año la Comunidad obtuvo fondos del INTA a través del programa ProHuerta para llevar a cabo estas mejoras que veníamos planteando. Bajo el asesoramiento del Ingeniero Agrónomo Roberto Lacarpia y con esos fondos en el verano del 2020 se comenzaron las tareas.

En septiembre de 2019 nuestro proyecto fue premiado obteniendo fondos que nos permitieron cooperar con las tareas realizadas por el INTA y desde entonces trabajamos de manera conjunta habiendo logrado proteger las vertientes, reemplazar los tanques de almacenamiento, reparar el sistema de conducción y conectar nuevas familias a la red de agua. La tarea aún no concluye, el clima riguroso y el aislamiento por la pandemia han dificultado y retrasado las obras. Sin embargo, el esfuerzo constante y mancomunado nos ha permitido continuar avanzando y esperamos este verano terminar nuestra tarea. ◆

Colaboradores: Docentes de la FCNyM: Dres. Amelia Vouilloud y Adrián Cefarelli, Lics. José María Guerrero, Anabel Lamaro, Julian Simonato y Martina Mascioni. Alumnos: Julieta Castro, Lautaro Martinez, Agustina Pecile, M. Belén Pérez, Marina Amaya, María Eugenia Cano, Santiago Heguilor, Santiago Kelly, Germán López-Bedogni, Catalina Mascioni, Santiago Palmero, Julieta Pisonero y M. Eugenia Vicente. Lic. Agustín Merino, Profesor de Ciencias Naturales del colegio secundario. Lic. Gabriela Delgado diseñadora y realizadora de los filtros para uso doméstico.

Dra. Silvia Estela Sala
 Jefa de la División Ficología del Museo de La Plata, FCNyM, UNLP

Nuestras vecinas, las tortugas



Rocío M. Sánchez
Leandro Alcalde

Las tortugas de agua dulce que habitan nuestra región son tal vez las especies de este ambiente menos difundidas. Conocer cuáles especies se registran, qué ambientes ocupan, qué problemas enfrentan, cómo protegerlas, son algunos de los temas que se estudian en el Laboratorio de Herpetología del Instituto de Limnología “Dr. Raúl A. Ringuelet”.

En general, cuando pensamos en la fauna que habita ecosistemas de agua dulce lo que indiscutiblemente aparece en primer lugar son peces, seguido probablemente de caracoles, cangrejos, incluso ranas o algunas aves, pero rara vez se piensa en tortugas. Seguramente sea porque de todos los tipos de tortuga que existen (terrestres, marinas y dulceacuícolas), las de agua dulce suelen ser las menos populares. Sin embargo, ellas conforman un grupo muy diverso que está presente en la mayoría de los sistemas acuáticos continentales del planeta, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. Estas tortugas ocupan multiplicidad de ambientes, desde grandes ríos y lagos, a veces estuarios, hasta pantanos, lagunas, charcas en incluso aguas salobres. Con alrededor de 250 especies conocidas, las tortugas de agua dulce disponen de una innumerable diversidad de aspectos ecológicos y morfológicos, capaz de satisfacer los requerimientos de cada especie mediante adaptaciones propias para las regiones que habitan.

¿Qué tortugas podemos encontrar en los cursos de agua tributarios del Río de la Plata?

Los ríos y arroyos tributarios del Río de la Plata se caracterizan por poseer una diversidad de ambientes a lo largo de sus cauces, desde zonas con poca profundidad y caudal, que incluso en algunos lugares forman bañados, hasta sitios de mayor profundidad y más caudalosos. Por su parte, la vegetación acuática y ribereña juega un importante rol en la configuración de los distintos ambientes dada su gran diversidad de hábitos, formas y tamaños, desde formas emergentes como juncales y totoras hasta flotantes como lentejas, helechos y repollitos de agua (por nombrar solo algunos ejemplos). En las últimas décadas, la mayoría de estos arroyos ha sufrido grandes modificaciones en sus cauces asociadas al crecimiento urbano, principalmente dragados, rectificaciones y revestimientos con concreto, por lo que son escasos los sitios donde conservan sus características originales. Este escenario es sin dudas marcadamente mayor en los cursos de agua que recorren el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), debido a la gran densidad poblacional que los rodea, a lo que se agrega la problemática de la contaminación



2. Tortuga de laguna, *Phrynops hilarii*.



3. Tortuga pintada, *Trachemys dorbigni*.

1. Tortuga cuello de serpiente, *Hydromedusa tectifera*.





4. Detalle de la línea lateral de la cabeza y las barbillas de la Tortuga de laguna.

del agua producto del vertido de residuos domésticos e industriales.

Paradójicamente, este sistema de cursos de agua aloja gran parte de las poblaciones más australes de 3 de las 9 especies de tortugas dulceacuícolas que existen en el país. Estas son la Tortuga cuello de serpiente (*Hydromedusa tectifera*) (Fig. 1), la Tortuga de laguna también conocida como Campanita (*Phrynops hilarii*) (Fig. 2) y, la Tortuga pintada o tigre de agua (*Trachemys dorbigni*) (Fig. 3), siendo las dos primeras las más abundantes y de mayor distribución en la zona.

Dos especies bien conocidas

La Tortuga cuello de serpiente y la Tortuga de laguna pertenecen al grupo de tortugas que ocultan su cabeza y cuello lateralmente en el caparazón, condición que recibe el nombre técnico de pleurodiras (del griego: cuello de costado). Este tipo de tortugas, además, suele presentar caparazón chato y ligeramente aplanado. Dentro de éstas, la Tortuga cuello de serpiente es una de las pocas especies del mundo que corresponde a “tortugas de cuello largo”, debido a que la suma de la longitud de sus vértebras del cuello excede a la suma en longitud de sus vértebras dorsales.

Estas dos especies comparten algunos



5. Detalle de la cabeza y el cuello de la Tortuga cuello de serpiente.



6. Coloración del caparazón ventral de la Tortuga de laguna.

aspectos ecológicos, pero en líneas generales tienen características bien diferentes y son fácilmente identificables por su coloración general, presencia o no de barbillas y ornamentaciones en el caparazón (Figs. 4, 5, 6 y 7). La Tortuga de laguna es la más grande de las dos, cuyo caparazón puede alcanzar tamaños de hasta 40 cm, mientras que la Tortuga cuello de serpiente suele promediar los 20 cm. Sus miembros son alargados y, como sucede en todas las tortugas dulceacuícolas,

¿Cómo hacemos los biólogos para saber qué comen las tortugas?

Un poquito de nuestro trabajo con estos animales...



Técnica de lavaje estomacal practicada en un individuo de Tortuga cuello de serpiente.

La técnica que empleamos para estudiar la dieta de las tortugas es el lavaje estomacal. Existen algunas variantes de esta metodología, pero básicamente consiste en llenar de agua el estómago de la tortuga a través de mangueras finas (foto), y luego posicionar la tortuga de manera vertical (cabeza abajo) para que el agua se regurgite junto con el alimento que ésta pueda tener en el estómago. Una vez obtenida la muestra de alimento, se separa del agua del regurgitado mediante filtración y se conserva en alcohol 70% para luego ser analizada bajo lupa en el laboratorio. Esta técnica es beneficiosa porque, correctamente realizada, no genera daños ni pone en peligro la vida de las tortugas. Muchas veces durante este proceso las tortugas suelen defecar, por lo que las heces también pueden colectarse y estudiarse, para obtener un conocimiento más amplio y completo de la alimentación de cada tortuga.

están adaptados al nado por la presencia de membranas interdigitales.

Respecto a los ambientes que ocupan, si bien ambas especies son muy versátiles y pueden habitar casi todos los ambientes acuáticos de la zona, la Tortuga cuello de serpiente suele ser la de mayor amplitud de nicho espacial. Esto es a causa de ser una especie preponderantemente caminadora de fondo, por lo cual no tiene inconveniente en habitar ambientes con muy poca profundidad, como pequeñas charcas, zanjas y campos inundados asociados a arroyos o lagunas. La Tortuga de laguna, en cambio, si

bien podemos llegar a verla en estos últimos ambientes (particularmente cuando es joven y de pequeño tamaño), prefiere aguas más abiertas y profundas para nadar, ya que éste es su modo de locomoción de preferencia.

En cuanto a su dieta, las dos son claramente carnívoras, incluso carroñeras. Se alimentan de una amplia diversidad de presas, en general de tamaño pequeño como insectos y crustáceos acuáticos, larvas acuáticas de insectos terrestres y pequeños vertebrados como peces y renacuajos (ver Recuadro 1). Además, como dijimos antes, muchas de sus poblaciones habitan cursos



7. Coloración del caparazón ventral de la Tortuga cuello de serpiente.

de agua que atraviesan zonas urbanas, por lo que es muy común que aprovechen los sobrantes de comida que llegan con la basura a los cauces.

Entre ambas especies existe una dife-

rencia notoria. La Tortuga de laguna sale completamente del agua para exponerse al sol, por lo que con frecuencia podemos verla posada sobre troncos, piedras o en la orilla del cauce (Fig. 8). Esta actividad la realiza en forma solitaria o a veces grupal. La Tortuga cuello de serpiente, en cambio, es exclusivamente acuática y no suele salir a tierra más que para poner huevos o frente a condiciones ambientales desfavorables como sequías o falta de alimento. Por eso, es común que ésta última pase desapercibida para la mayoría de los observadores (incluso biólogos).

En lo que refiere a la reproducción, la Tortuga cuello de serpiente pone sus huevos en nidos subterráneos que cava en zonas altas muy cerca de la orilla del agua. La puesta suele ser de entre 5 y 15 huevos. En cambio, la Tortuga de laguna suele alejarse bastante más del agua, hasta 100 metros, para cavar su nido y poner comúnmente entre 11 y 15 huevos, aunque a veces pueden superar las 20 unidades.

Por último, estas dos especies son las únicas tortugas de agua dulce presentes en el país que no están consideradas bajo ningún grado de amenaza, debido en parte a su abundancia y amplia distribución en muchas de las provincias argentinas y por ser las más conocidas y estudiadas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunas poblaciones de estas especies se podrían ver afectadas por la pérdida y deterioro de sus

8. Individuo adulto de Tortuga de laguna practicando asoleamiento.





9. Detalle del patrón de coloración de la cabeza de la Tortuga pintada.

hábitats, tal como ocurre en la región del AMBA, donde casi el ciento por ciento del crecimiento urbano sucede a expensas de los ambientes que habitan estas especies. En esta área, además del evidente deterioro ambiental (vertidos cloacales e industriales, pavimentación y entubado de arroyos, intervenciones de dragado periódicas, desmalezado excesivo de orillas, etc.) se suma la presión ejercida por la pesca accidental, principalmente en aquellos ambientes que aún no han sido modificados (ver Recuadro 2). Si bien estas poblaciones de tortugas se encuentran en aparente buena condición y logran coexistir con estas situaciones ambientales desfavorables, podrían ocurrir extinciones locales en un futuro no muy lejano. Esto se debe a que existe un tiempo

variable entre los cambios negativos que se introducen en el ambiente donde viven ciertos organismos y su respuesta poblacional.

La más distinta de las tres

La Tortuga pintada es una especie muy llamativa que debe su nombre vulgar a los colores amarillo, naranja y marrón que presenta en todo su cuerpo, particularmente en cabeza, cuello y caparazón. Esta característica se destaca en los individuos recién nacidos y los jóvenes, pero con la edad se van tornando más oscuros y opacos, particularmente los machos que presentan un progresivo melanismo (ennegrecimiento).

La problemática de la pesca accidental



Daño en la mandíbula.



Pérdida del ojo izquierdo.

Detalles de la cabeza de dos individuos de Tortuga cuello de serpiente con heridas por anzuelos.

En nuestra región es muy frecuente la captura accidental de tortugas de agua dulce durante la pesca recreativa, particularmente en la que se realiza en arroyos y ríos tributarios del Río de la Plata, así como en lagunas asociadas a éstos, que son los lugares donde más tortugas suele haber. Las especies que suelen picar en las líneas de pesca son la Tortuga de laguna y la Cuello de serpiente, siendo muy raros los casos de pesca de Tortuga pintada. El evento de pesca accidental involucra como mínimo un daño importante (rotura de quijada, perforación de cuello, pérdida de ojos; fotos superiores) pero muchas veces acaba con la vida de la tortuga dado que la mayoría de los pescadores las mata por miedo a manipularlas o por el simple hecho de recuperar el anzuelo que ésta se tragó. Estos daños, pero sobre todo la remoción constante de ejemplares por parte de los pescadores, representa una gran amenaza para las poblaciones de tortugas que habitan sitios donde la pesca es una práctica habitual. Por eso es importante como recomendación para los pescadores que: 1- no levanten ni tiren excesivamente de las tortugas con la caña (el peso de las mismas agrava las lesiones causadas por el anzuelo); 2- no teman manipularlas y usen una pinza para extraer el anzuelo en caso de que éste se encuentre clavado en la zona de la cabeza (si bien no son animales peligrosos pueden llegar a morder, en particular la Tortuga de Laguna, ya que la Cuello de serpiente es absolutamente dócil); 3- si el anzuelo no está a la vista, corten el hilo a nivel de los labios de la tortuga (los anzuelos se pueden encapsular o reabsorber con el tiempo), y finalmente 4- liberen la tortuga en el agua pero sin arrojarla ya que al caer pueden golpear su caparazón contra algún objeto duro del fondo, provocándoles un daño innecesario.

Además, posee una mancha naranja a cada lado de la cabeza por detrás del ojo (Fig. 9).

A diferencia de las otras dos especies, la tortuga pintada pertenece al grupo de las criptodiras, que se caracterizan por su capacidad de guardar el cuello y la cabeza enteramente dentro del caparazón, el cual agrupa a la mayoría de las tortugas (acuáticas y terrestres). La Tortuga pintada tiene un cuello comparativamente corto y su caparazón es alto y globoso, de entre 15 y

25 cm de largo aproximadamente. Respecto a su hábitat, prefiere ambientes con una buena profundidad y abundante vegetación acuática, dado que es una especie nadadora y flotadora de superficie. En la zona puede verse asoleándose sobre embalsados y troncos, así como en la orilla de lagunas costeras asociadas al Río de la Plata y aquellas que se forman por expansión del cauce de ciertos arroyos y en sus desembocaduras.

Otro aspecto que la diferencia de las

otras dos especies es su dieta omnívora: se alimenta igualmente de material vegetal (algas, fragmentos de plantas acuáticas y frutos), como de animales (pequeños invertebrados principalmente insectos acuáticos, caracoles y pequeños crustáceos). La característica alimentaria que sí comparte con las otras dos tortugas mencionadas es su hábito oportunista, es decir que aprovechan el alimento que hay disponible en el lugar donde viven. Por ello, la alimentación de las poblaciones urbanas algunas veces puede llegar a ser bastante distinta de las poblaciones más rurales.

En cuanto a su ecología reproductiva, el período de apareamiento (como en las dos especies tratadas anteriormente) generalmente ocurre durante la primavera, aunque también puedan existir dos periodos de puesta por año. Las hembras de esta especie son, de las tres, las que más suelen alejarse del agua para hacer sus nidos subterráneos (pueden superar los 200 m desde la orilla) y realizar la puesta que ronda los 8 a 12 huevos. Además, se sabe que tienen fidelidad por los sitios de anidación, por lo que año tras año cada hembra regresa a las mismas zonas a poner sus huevos.

En nuestro país, esta tortuga es ilegalmente sustraída de su ambiente natural y comercializada como mascota, ocupando el segundo lugar luego de la más popularmente conocida tortuga de tierra, *Chelonoidis chilensis*. Por esta razón, pero aún más por pérdida de hábitat a causa del desmonte y el avance de la frontera agrícola, es que en nuestro país se la considera una especie Vulnerable. Un factor que aún no está suficientemente estudiado, pero que podría presionar negativamente a las poblaciones de esta especie nativa, es la liberación irracional de ejemplares de la especie exótica “Tortuga de orejas rojas”, procedentes de Estados Unidos y muy comunes como mascota en nuestro país. Todavía no conocemos las consecuencias que esta práctica puede traer, en caso de extenderse, sobre las poblaciones de la “Tortuga pintada” a nivel genético y ecológico.

Si bien aquí hemos descripto diversos aspectos sobre la ecología de las especies de tortugas dulceacuícolas que habitan los

cursos de agua tributarios del Río de la Plata, aún resta mucho por conocer del estado en que se encuentran las poblaciones de esta región y sus particularidades. Por ello, resulta de suma importancia continuar estos estudios para contribuir a su protección y conservación, así como de los ecosistemas que ocupan, dado el rol fundamental que las tortugas de agua dulce juegan en el entramado ecosistémico. ◆

Lecturas sugeridas

Prado, W. S., et al. (2012). Categorización del estado de conservación de las tortugas de la República Argentina. Cuadernos de herpetología 26.

Lic. Rocío M. Sánchez

Dr. Leandro Alcalde

Laboratorio de Herpetología, Instituto de Limnología “Dr. Raúl A. Ringuelet” (ILPLA) CONICET La Plata

Huellas de trabajo y prácticas sociales

Examen microscópico

de herramientas

“prehistóricas”

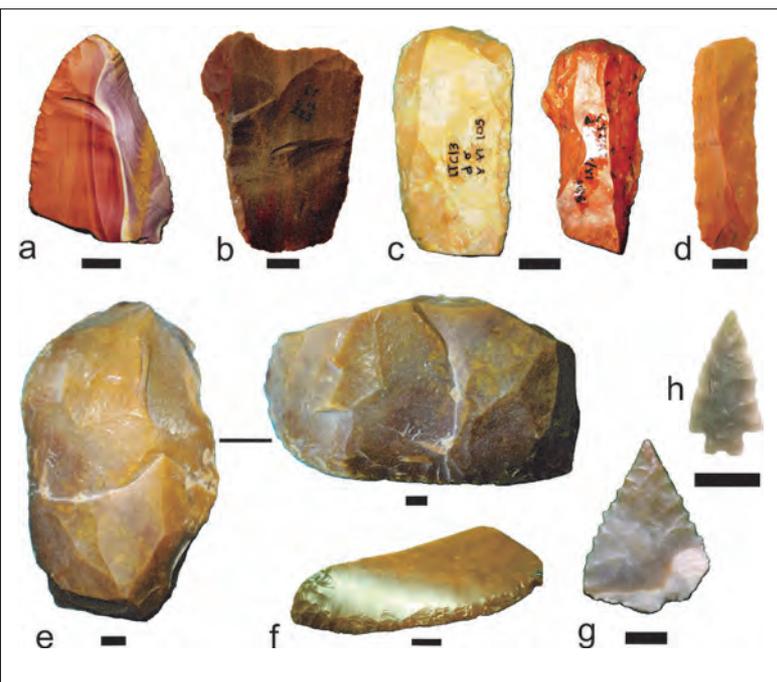


Manuel E. Cueto
Alicia Castro

“...convertimos el hueso en aguja y la púa en arpón,
las herramientas nos prolongaron la mano
y el mango multiplicó la fuerza
del hacha, de la azada y del cuchillo.”

Eduardo Galeano

El estudio de las herramientas de piedra (artefactos líticos en la jerga arqueológica) de sociedades originarias con modo de vida cazador-recolector, es una línea de investigación clave para indagar sobre sus prácticas sociales. Su abordaje comúnmente se efectúa desde perspectivas tecnológicas macroscópicas. Estas permiten identificar en las huellas de fabricación y en los caracteres de forma y tamaño, las técnicas, los instrumentos, los procedimientos y los saberes empleados por los artesanos en el pasado. En ocasiones este abordaje integra el examen microscópico, al que denominamos análisis de huellas de uso (*microwear analysis* en inglés). Éste brinda la posibilidad de reconocer en las herramientas rastros de uso, residuos orgánicos resultantes del procesamiento de vegetales y/o animales, huellas de empuje y otras alteraciones atribuibles a agentes naturales y antrópicos generadas por procesos tafonómicos, una vez abandonados los artefactos, constituyendo una aproximación para interpretar cómo y para qué se usaron los instrumentos de piedra, con qué intensidad y además, evaluar procesos naturales que actuaron a través del tiempo alterándolos.



1. Herramientas de sociedades de Santa Cruz. a y f. cuchillos, sitio Casa del Minero1 (CDM1); b. raedera, sitio Los Toldos (LT); a-b y f. ca. 10000 años AP. c. raspadores, sitio LT 13; d. raspador, sitio Cerro Tres Tetos 1; c-d. ca. 5000 años AP; e. cepillo, sitio CDM1; g. punta de proyectil, sitio La Mesada. e y g. ca. 9000 años AP. h. punta de proyectil, sitio El Rincón, ca. 400 años AP. Escalas = 1cm.

Herramientas de piedra, una ventana a antiguas sociedades

Uno de los principales objetivos de la Arqueología, es interpretar cómo vivían las sociedades en el pasado, por medio del estudio de los objetos y demás restos materiales generados por sus actividades que perduraron hasta el presente.

El estudio de la tecnología lítica ocupa un lugar destacado en las investigaciones sobre sociedades prehistóricas a nivel mundial. Esto se debe a que los instrumentos de piedra posiblemente fueron las principales herramientas utilizadas por los grupos humanos desde los orígenes del género *Homo* hace 3 millones de años, y a su vez son los materiales que más perduraron a través del tiempo a diferencia de huesos, maderas, valvas, entre otros, factibles de sufrir alteraciones o desaparecer por completo según las condiciones ambientales a las que quedan expuestos.

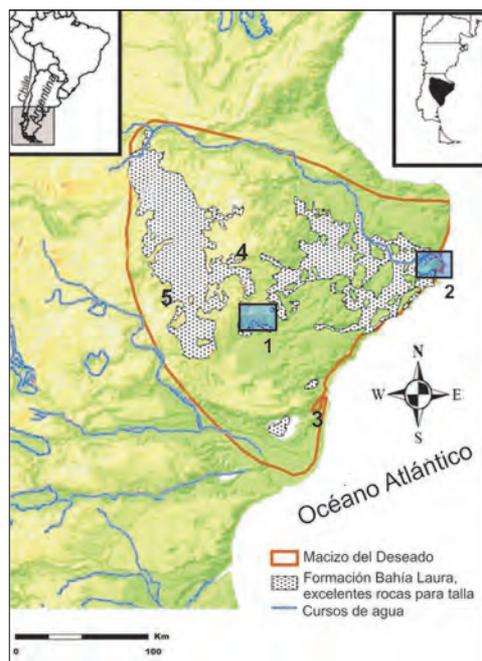
El examen de las herramientas de piedra (Fig. 1) fabricadas por la técnica de percusión o de pulido, ha estado guiado por propuestas teórico-metodológicas que prioriza-

ron la clasificación de los artefactos en base a su apariencia macroscópica, “a simple vista”. Así, los criterios fundamentales empleados desde el siglo XIX han sido el tamaño y la forma de las piezas, los cuales derivaron en el siglo XX en propuestas tipológicas de interpretación morfológico-descriptivas, en parte, aún vigentes. Esta aproximación responde a un criterio normativo y clasificatorio de las culturas, imponiendo límites a la interpretación y dejando fuera la variabilidad existente en la tecnología de las sociedades y, por extensión, a los diversos modos de uso y prácticas de trabajo asociadas. En consecuencia, las diferencias entre los conjuntos bastaban para proponer la existencia de culturas distintas. Es en el marco de esta aproximación, que desde el siglo XIX, se establecen denominaciones para las herramientas de piedra, como raspador, raedera, cuchillo y perforador, estableciendo una asignación funcional en base a caracteres morfológicos y tecnológicos, y a comparaciones etnográficas. De esta manera, se generaron interpretaciones sobre el uso de los artefactos líticos o herramientas, con carácter explicativo, sin considerar las diferencias socio-históricas existentes entre los distintos grupos humanos que, a través del tiempo, imponen una suerte de variado espectro de alternativas, formas y maneras de vivir.

Aproximación contextual a la tecnología

En nuestros trabajos de investigación relativos a las sociedades que habitaron la provincia de Santa Cruz -ver más abajo- (Fig. 2), implementamos en los análisis sobre tecnología lítica, una aproximación macroscópica sobre caracteres morfológicos de los instrumentos en piedra, pero adicionamos estudios de manufactura, experimentos tendientes a examinar procesos de trabajo, e incorporamos el análisis funcional de base microscópica para evaluar el uso dado a los artefactos arqueológicos.

Desde esta aproximación abandonamos la idea de la asociación directa entre una forma (de artefacto) con una función, y



2. Áreas de estudio en Santa Cruz. 1, 4 y 5. en Meseta Central; 2 y 3. en costa atlántica.

adoptamos una perspectiva que trasciende la concepción de los artefactos como de naturaleza unívoca. La experiencia ha demostrado que una clase de artefacto pudo emplearse en diversos trabajos, o que herramientas diferentes pudieron realizar operaciones similares, como cortar, raspar, cepillar, u otras acciones. Esto significa que la planificación y la realización de las acciones para producir un artefacto en piedra, lo que se denomina estrategias tecnológicas de manufactura, se pueden orientar hacia una función específica o a funciones múltiples.

En dichas instancias, las decisiones que adoptan los grupos se vinculan con distintos aspectos como las propiedades de las materias primas disponibles y de las sustancias a trabajar, el modo de manipular los artefactos -de manera directa con la mano o por medio de enmangue-, los atributos tecnomorfológicos del filo, punta o superficie activa, es decir las porciones que entrarán en contacto con las sustancias, y las actividades en las cuales serán usados -recolección, caza, procesamiento, producción de bienes, uso santuario-.

En definitiva, en el marco de los significados que se expresan en los párrafos anteriores, en nuestro trabajo buscamos re-

cuperar las dinámicas implicadas en el modo en que se organizó la tecnología asumiendo que éstas se materializan en los artefactos arqueológicos, los cuales retienen evidencias de las técnicas, gestos y decisiones seguidas durante la manufactura y el uso. Pero también nos interesa evaluar estos procesos en contextos espacio-temporales específicos, tal como lo hemos hecho para sociedades cazadoras recolectoras que habitaron espacios de la actual provincia de Santa Cruz, entre el Pleistoceno final (aprox. 13.000 a 10.000 años A.P.) y períodos recientes. Así, hemos discutido problemáticas sobre las técnicas y los momentos de manufactura, las acciones en las que fueron empleados los artefactos, la funcionalidad de los sitios, el transporte de bienes y materias primas, y la economía de los grupos; además de generar nuevos interrogantes y vías de análisis.

¿Qué es el análisis funcional de base microscópica?

A inicios del siglo XX se registran desarrollos teóricos en cuanto a estudios funcionales de artefactos de piedra, aunque no lograron resolver la problemática de la identidad de uso de las herramientas de manera fehaciente. Estos se basaban en experiencias de uso con artefactos arqueológicos, pero con escaso control de las variables, y en información primaria surgida de la observación directa de trabajos en comunidades que actualmente utilizan estas técnicas. Estos avances se relacionaron con las críticas al método tradicional de la “analogía etnográfica” directa. Las cuales indicaban que su empleo sin el complemento del estudio de alteraciones o rastros de utilización de los artefactos -hasta entonces evaluados exclusivamente a nivel macroscópico- derivaría en interpretaciones erradas.

El giro trascendente en esta historia se produce con los trabajos del arqueólogo soviético Sergei Semenov, quien en la década de 1930 demostró mediante experimentos controlados, que el uso de artefactos líticos deja en sus filos y superficies activas, huellas microscópicas específicas (denominados

micropulidos y estrías) para cada tipo de trabajo, que dependen entre otras variables, del material procesado y del tiempo de procesamiento. Su propuesta involucra fundamentalmente el análisis microscópico de los artefactos arqueológicos, con microscopio metalográfico, y la contrastación de los resultados en base a datos etnográficos y experimentales.

En nuestras investigaciones aplicamos el análisis funcional de base microscópica buscando identificar y examinar las huellas de uso en artefactos líticos, pero en el marco del análisis contextual de la tecnología. Esta aproximación involucra dos etapas de estudio: la experimental (sobre colecciones de artefactos experimentales) y la analítica (sobre artefactos arqueológicos). Estas implican el examen óptico macroscópico y microscópico (lupa binocular y microscopio), con cámaras de microfotografía. Su combinación permite la evaluación exhaustiva de indicadores de uso y la contrastación de resultados de cada etapa.

De prácticas sociales y otros procesos, retrospectiva

En nuestro estudio de sociedades que habitaron la actual provincia de Santa Cruz durante el Holoceno temprano (10000-8000 años AP), examinamos conjuntos de artefactos de sitios en cuevas (ej. Casa del Minero 1, La Mesada -LM- y La Ventana -LV- Fig. 2) que tuvieron varias ocupaciones humanas. Para algunas de estas ocupaciones, identificamos a través de los conjuntos líticos que los grupos realizaron dentro de las cuevas, las etapas finales de la fabricación de sus herramientas. Es decir que en sus sitios de habitación, trabajaron sobre los productos de la talla (interpretados como los soportes básicos en la conformación de una herramienta) obtenidos a partir de núcleos (masa de piedra con la cual se inicia el proceso) ya configurados, imprimiéndoles la forma final como herramienta. Esto sugiere que la preparación inicial de los núcleos y el descarte de las porciones de mala calidad se hizo en las canteras, fuera de las cuevas. Mientras

que en otras de estas ocupaciones se trabajó de otra manera, se ingresaron los soportes básicos con algún grado de configuración y artefactos terminados, pero no núcleos. Esto demuestra dos situaciones distintas vinculadas al uso de los espacios internos de las cuevas. Por un lado, el desarrollo de actividades múltiples (por ejemplo, Casa del Minero 1) que incluye la culminación de la fabricación de las herramientas y su empleo en distintas actividades como el procesamiento primario (como el trozamiento de animales) y secundario (como la manufactura de objetos en cuero o hueso), además del encendido de fogones y el uso del espacio como habitación. Por otro lado, el desarrollo de actividades restringidas, hecho que implica el ingreso de artefactos terminados y su empleo asociado principalmente a una actividad productiva como el procesamiento de maderas en LM, y el curtido y limpieza de cueros en LV. Esto habría sucedido en el marco de la instalación de campamentos en las inmediaciones de los sitios y a la estructuración complementaria de actividades, entre los mismos.

Todos estos grupos explotaron rocas locales de excelente calidad y efectivas para el procesamiento de recursos, con preferencia por el sílex y la calcedonia. Manufacturaron siete clases de herramientas, mayoritariamente raederas. En general, modificaron una sola de sus caras o superficies a partir de soportes de tamaño mediano a grande, elección vinculada con la adecuación a la sujeción manual. Las secuencias de fabricación principalmente insumieron baja inversión de trabajo. Esto se atribuye a la buena performance lograda con los diseños del filo y las propiedades de las rocas en la función desarrollada, en herramientas con alto grado de especificidad funcional.

El análisis funcional develó que procesaron distintos recursos naturales, principalmente sustancias de origen vegetal -madera- y animal -cuero-, hecho que sugiere la manufactura de objetos sobre sustancias de difícil conservación. También procesaron huesos y sustancias blandas, durante el trozamiento de presas. Además, identificamos rastros atribuibles a procesos tafonómicos en la micro superficie de las piezas. Algu-

El examen macro de la herramienta nos acerca a variables de la talla, a aspectos generales del uso y de los procesos tafonómicos que pudieron alterarla. Aquí, la experiencia del analista y la información del contexto como posición y distribución de los artefactos en el sitio, materiales asociados, procesos físico-químicos -talla, pisoteo, alteración térmica, lixiviación, entre otros- que intervienen en la formación del sitio, juegan un rol fundamental. Mientras que el examen microscópico con aumentos de 75X a 300X, es la aproximación diagnóstica porque permite la observación y descripción de las huellas de uso o micropulidos (*micropolish*, en inglés) y de las estrías. Éstos son indicadores característicos de la sustancia procesada y del movimiento o cinemática efectuados con la herramienta. Además, el estudio a lupa binocular de 10X a 90X aumentos es un nivel intermedio que permite reconocer alteraciones en los filos y el cuerpo de la pieza. Si bien no posibilita definir la sustancia trabajada, facilita una aproximación a la dirección de movimiento y del ángulo de trabajo y en ocasiones es la única opción de análisis, permitiendo marcar tendencias funcionales.

nas, poseen esquirlamientos sobre bordes naturales o filos, atribuibles a la presión del sedimento y al pisoteo probablemente antrópico. Otras poseen cambio de color y grietas vinculadas a la termoalteración en fogones, lustre de suelo y pátina blanquecina por precipitación de compuestos orgánicos arrastrados por el agua (Fig. 5).

Los grupos prefirieron utilizar los filos regularizados de los instrumentos frente a los bordes naturales no regularizados. Ambos tipos se usaron para ejecutar una sola acción sobre una única sustancia. Esto se debería a la posibilidad de fabricar otras herramientas que tuvieron los grupos asentados en paisajes caracterizados por la alta disponibilidad de rocas y la proximidad a las fuentes o afloramientos de piedra.

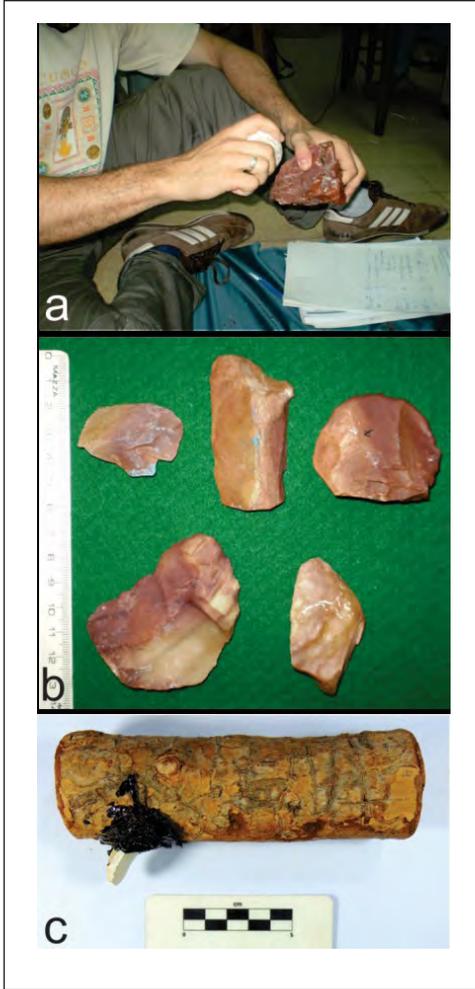
Desde el examen tecno-morfológico se distinguió a las raederas como la herramienta típica. Aquí ejemplificamos cómo el análisis funcional nos permite cuestionar la asignación directa a una función (corte, generalmente) desde la perspectiva macroscópica, y rastrear indicios más precisos para resolver el interrogante. El estudio microscópico sugiere que esta clase de herramienta constituyó un artefacto versátil con escasa especificidad funcional, empleado en distintas operaciones de trabajo como el raspado/descortezado de madera, y el corte de sustancias duras y blandas. Identificamos que sus filos presentan caracteres diversos, no estandarizados en cuanto a longitud y ángulo, principalmente largos y agudos.

Esto nos invita a profundizar el examen, incrementar los casos de análisis y discernir si esta variación se correlaciona con las tareas realizadas.

En síntesis, la aproximación contextual permitió superar apreciaciones simplistas directas fundadas en un tipo de artefacto predominante, y discutir alternativas relativas a las formas de vida y a las estrategias de ocupación. Esperamos que nuestras investigaciones contribuyan a recuperar “nuevos” saberes y prácticas tecnológicas, y desde allí evaluar aspectos más abarcadores como la organización del trabajo y la economía; en definitiva, los modos de vida que caracterizaron a las sociedades de Patagonia durante más de diez milenios.

Palabras finales

Todo material arqueológico es un objeto que puede “leerse”, así, los enigmas y características que retienen no son más que el relato de una sucesión de hechos, decisiones y capacidades humanas. Sin embargo, sabemos que nuestras lecturas tendrán un carácter hipotético y estarán sujetas a innovaciones teóricas y metodológicas que ofrezcan miradas superadoras sobre el pasado. Resultan escasos los métodos y las técnicas que objetivamente nos pueden brindar información fidedigna sobre la identidad funcional de los artefactos, respaldados por aproximaciones

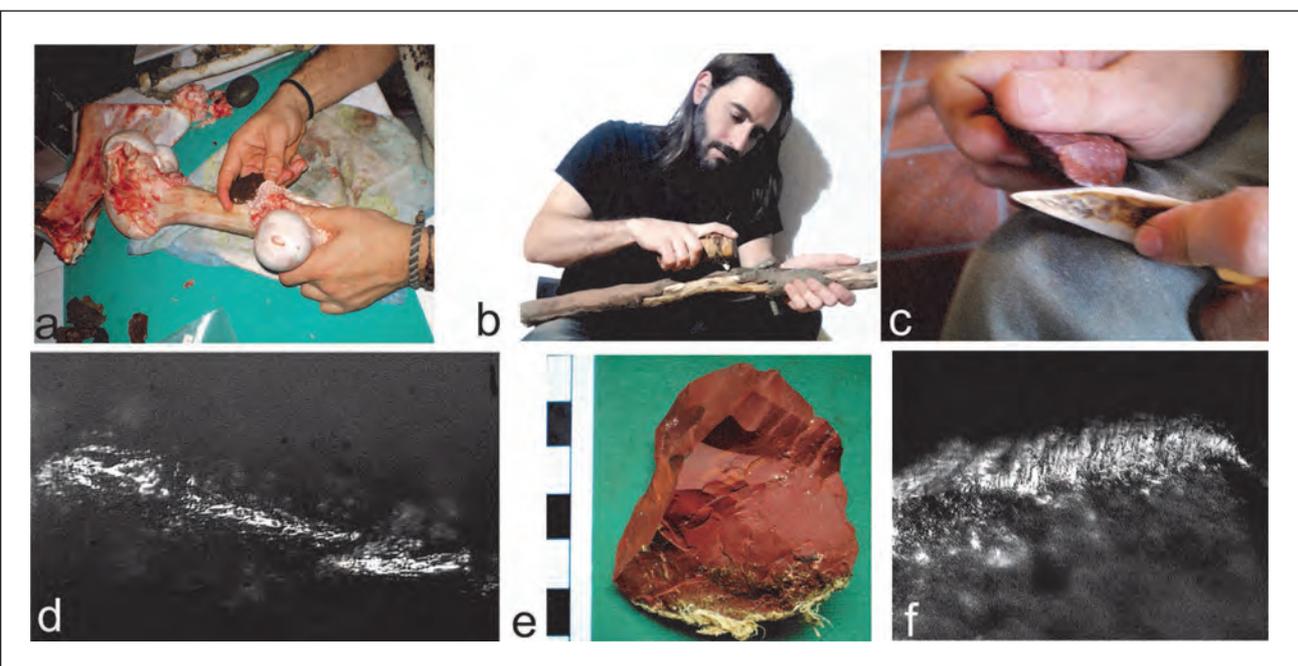


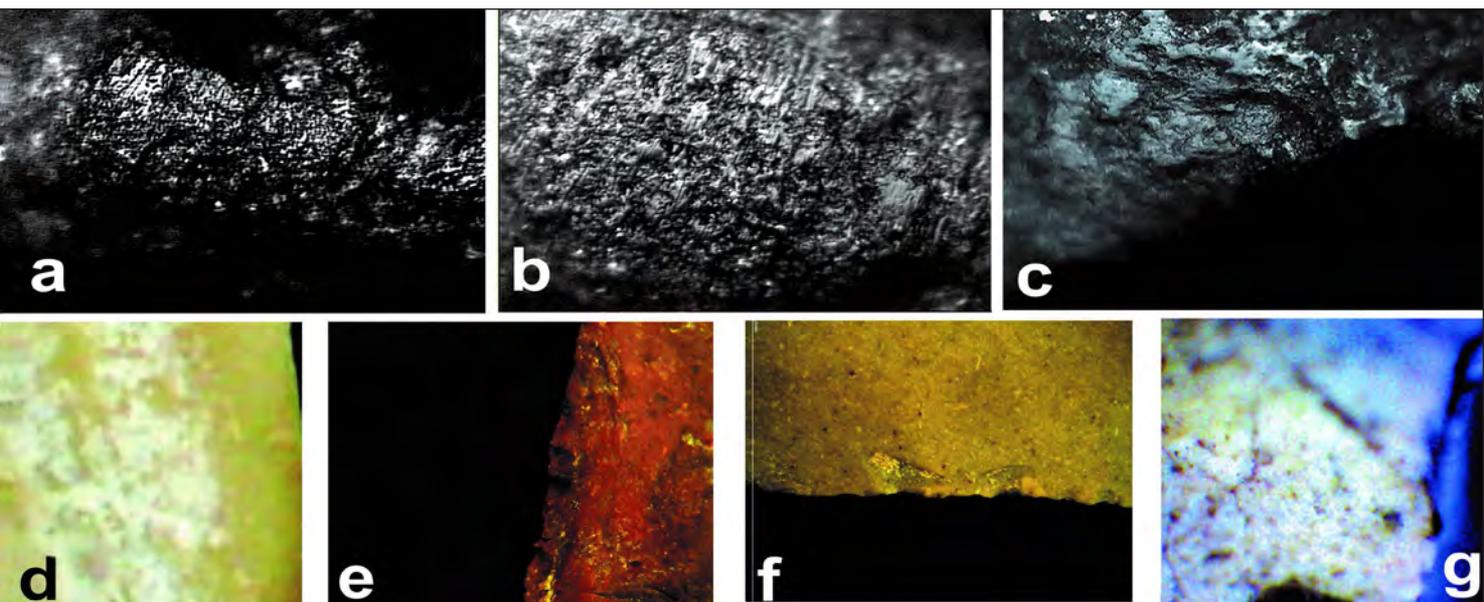
3. a. Manufactura de artefactos por percusión; b. Herramientas experimentales; c. Raspador enmangado

estandarizadas y replicables, como la experimentación científica. En este sentido, el análisis funcional permite definir con certeza si cada uno de los artefactos producidos ha cumplido una función específica o varias, dentro del contexto instrumental; también permite enunciar hipótesis o supuestos en algunas instancias sobre, por ejemplo, por qué se tallaron ciertos artefactos y no fueron utilizados, a pesar de que todo proceso de elaboración implica inversiones de esfuerzo, tiempo y consumo de materias primas. En el marco de lo expuesto entendemos que el análisis funcional del material lítico potencia el estudio de la tecnología, permitiéndonos discutir no sólo cómo fue usado un artefacto, sino la organización tecnológica de los grupos humanos, entendida como el complejo proceso de producción, en el marco de las decisiones y las estrategias para enfrentar los desafíos económicos y la relación con el medio en el pasado.

En nuestro caso, manufacturamos los artefactos con los mismos tipos de roca (ej. sílex, madera petrificada, toba), herramientas y técnicas que utilizaron las sociedades originarias (Fig. 3). Privilegiamos el trabajo sobre sustancias procedentes de nuestra área de estudio, como piel, hueso y carne de ani-

4. a. Descarne con raedera, b. Descortezamiento con raspador enmangado. c. Formatización de punzón óseo mediante raspado. d. Micropulido por corte de madera 200X. e. Residuo vegetal por trabajo de algarrobo. f. Micropulido por raspado de hueso 280X.





5. Huellas de uso por raspado, 300X. a. de piel, b. de madera; c. pulido por corte de madera, 300X (sitio Cueva del Negro, Holoceno tardío); d. pátina, precipitación carbonato de calcio 75X, e y f. esquiramientos, lupa 30X, g. rastro de termoalteración 75X.

males (ej. guanaco, lobo marino), maderas de molle, calafate, algarrobo, y minerales. Efectuamos una amplia gama de acciones como raspar, cortar, pulir, desbastar, percudir y machacar. Luego, mediante el análisis funcional determinamos las características particulares y el grado de desarrollo de las huellas de uso. Además, identificamos la presencia de residuos (Fig. 4). La determinación anatómica y taxonómica de estos últimos se efectúa en colaboración con especialistas en arqueobotánica y zooarqueología. ◆

Lecturas sugeridas

Castro A. 1994. El análisis funcional de materiales líticos por medio de la observación microscópica de huellas de uso: un modelo alternativo de clasificación tipológica. Tesis doctoral inédita, FCNyM, UNLP.

Ciampagna L., Cueto M., Lema V. y Capparelli A. 2020. Caracterización de microrresiduos vegetales en artefactos líticos empleados para procesar maderas. Resultados experimentales y casos arqueológicos de Patagonia. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. 45 (2):401-426

Cueto M. 2015. Análisis de los procesos de uso de artefactos líticos en sociedades cazadoras recolectoras. Ocupaciones correspondientes a la transición Pleistoceno/Holoceno, Meseta Central de Santa Cruz. BAR International Series 2776. Archaeopress. Oxford.

Harmand S, Lewis J, Feibel C, et al. 2015. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature* 521:310-316.

Semenov, S. 1981. Tecnología prehistórica: estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de su uso. Madrid, Akal.

Dr. Manuel E. Cueto.
CONICET, División Arqueología,
FCNyM, UNLP

Dra. Alicia Castro.
FCNyM, UNLP

En el mes de junio del corriente año se presentaron en forma virtual tres libros sobre temáticas relacionadas al Museo de La Plata.

Analia Lanteri. *Museo de La Plata: testimonio del pasado que se proyecta hacia el futuro*. Ed. Universidad Nacional de La Plata- EDULP- versión digital.

El libro recientemente editado tiene como centro a esta institución tan emblemática para la ciudad de La Plata. Aquello que los lectores encontrarán en él está claramente sintetizado en su título y dedicatoria: “*Dedicado a todos los que han trabajado y trabajan para que el Museo de La Plata pueda cumplir su misión primordial de generar nuevos conocimientos científicos, difundirlo a la comunidad, dar a conocer su patrimonio natural y cultural, educar a través de las exhibiciones y propiciar el desarrollo de una sociedad más inclusiva*”. Analia Lanteri, actual directora del Museo y Profesora Emérita de la Facultad de Ciencias Naturales (UNLP), con la minuciosidad y precisión de una entomóloga, disciplina que desarrolla como Investigadora Científica del CONICET, nos presenta por sobre todo una institución viva, en constante movimiento y crecimiento a través de su gente, generando y transmitiendo conocimientos científicos y aumentando así su patrimonio tangible e intangible. Contrariamente a la visión tradicional de los Museo como lugares que conservan objetos y especímenes valiosos, custodiados por unas pocas personas que ofician como sus cancerberos ante visitantes pasivos y únicamente receptivos, la autora nos presenta al Museo de La Plata tal cual es: una institución dinámica y con múltiples actores, en constante crecimiento y como su título lo indica: “... *proyectada hacia el futuro*”. Esto es fundamental e inherente a su propia naturaleza ya que el Museo de La Plata es un Museo Universitario y parte de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNLP. Un aspecto interesante de esta obra es la multiplicidad de tópicos que aborda: desde la historia sobre la génesis del Museo y de sus colecciones, los viajes de exploración, las actividades educativas, las particularidades de su edificio y su patrimonio artístico, los talleres, las exhibiciones, las actividades especiales como “Museos a la Luz de la luna”, hasta su rol de anfitrión de actividades culturales como, por ejemplo, los encuentros corales. El contenido del libro, prologado por el Dr. Ricardo Etcheverry, está organizado en 10 capítulos principales -algunos de ellos con varias secciones- más el epílogo y la sección bibliográfica. Las distintas áreas que lo componen y las divisiones científicas se nos dan a conocer a través de su historia, pero también, y de un modo protagónico, a través de su gente hoy y de sus proyectos. En otras palabras, el pasado se cuenta, y el hoy se hace con proyección hacia el futuro. El público externo al Museo de La Plata tal vez se encuentre sorprendido por la diversidad de investigaciones y trabajos de campo que hoy día se desarrollan en las 15 divisiones científicas que lo componen. La autora, a través del relato de la historia y de las actividades de cada una de las actuales divisiones científicas, nos introduce a las investigaciones, transferencia de conocimientos y exploraciones que se desarrollan actualmente en ellas y que incluyen, por ejemplo, desde las floraciones de algas en el delta del Paraná hasta exploraciones paleontológicas y geológicas, pasando por un amplio abanico de estudios antropológicos desde perspectivas históricas y actuales con una clara y pionera política en cuanto a restitución de restos humanos. Geográficamente estas actividades comprenden no solo vastas áreas de nuestro territorio sino también, mediante convenios, exploraciones en otros países del continente americano y, a través del Instituto Antártico Argentino, del continente antártico.

Otro aspecto destacable del libro es que se aleja de lo que bien define Chimamanda Adichie “el peligro de una historia única”. Con esto me refiero a que todos los temas abordados cuentan con una profusa bibliografía (i.e. 458 citas bibliográficas) abriendo así las puertas, no solo a los datos que dan sustento al contenido, sino también a otras interpretaciones y a otras voces que han escrito sobre el Museo. Todos estos temas, aún los más técnicos, están contados de forma muy amena y acompañados por una gráfica destacable de 296 figuras. Su lectura resulta así muy agradable y su contenido muy movilizador tanto para los que integramos la comunidad de los que trabajamos en el Museo, como para los estudiantes de nuestra universidad invitándolos a acercarse al él para completar su formación y a retroa-

limentar a la institución a través de las múltiples actividades que en él se desarrollan, como para el público general a quienes invita a sentirse parte de la institución y orgullosos de ella. Por último, y para un público más acotado, este libro será sin dudas un instrumento muy valioso para las personas llamadas a gestionar la institución en su totalidad o parte de ella.

*Dra. Marta Fernández
CONICET - Vice-directora Museo de La Plata*

Irina Podgorny, Florentino Ameghino y hermanos. Colección: Biografías argentinas, Editorial Edhasa, Buenos Aires, 2021, 348 páginas

Florentino Ameghino (1853-1911) es quizás el argentino más biografiado. Desde su muerte la producción de textos, discursos conmemorativos, homenajes, historietas, monumentos en su honor ha sido enorme. En su mayor parte esas obras tuvieron un carácter celebratorio, resaltando la figura del genio aislado, autodidacta e incomprendido por sus contemporáneos, arquetipo de “sabio nacional”. Mucho se ha dicho, y más se repite, sin análisis profundos de sus obras y actividades. Qué decir, entonces, sobre Ameghino sin repetir los tópicos comunes construidos alrededor de esta figura. Irina Podgorny propone hacer una biografía diferente, que refleje sus redes de aliados y los circuitos entre los cuales se movió, así como el lado colectivo (y familiar) de la actividad científica, incluyendo los conflictos, las negociaciones y las prácticas concretas para hacer ciencia. También nos recuerda la dimensión económica de la práctica de la historia natural decimonónica.

Este libro presenta una indagación exhaustiva sobre la vida y las actividades científicas de Ameghino y las tramas de la ciencia y la política. Basado en fuentes documentales poco trabajadas, como los recortes de prensa guardados por Ameghino, y otras analizadas minuciosamente, el libro presenta facetas novedosas de su vida y su clan familiar, sus polémicas y “enemigos”, los proyectos frustrados y los periplos de los museos estatales, entre otros aspectos que dan cuenta del funcionamiento del mundo científico y la práctica de la paleontología de finales del siglo XIX. Se trata de un derrotero que se inicia en 1873, cuando Florentino Ameghino empieza a llevar el registro de su vida y obra, recortando las noticias periodísticas y guardando las cartas enviadas y recibidas, con el mismo empeño que puso en el registro de sus fósiles. Ese inventario de acciones, transacciones y opiniones es

la base de este libro que muestra, por un lado, el papel de la prensa y la “lógica del escándalo” para prohijar un nombramiento o el descrédito de los contrincantes, pero también la construcción de una reputación científica. Por otro, expone la complicada relación entre ciencia y política y cómo “las prácticas científicas replicaron los mecanismos de imposición de candidatos del orden conservador, la negociación de influencias, la movilización y la transferencia de lealtades, adherencias y alianzas”. Cuestiones que se analizan de forma paralela a la conformación de colecciones y conocimientos en los campos de la arqueología y la paleontología. Como señala la autora: “Esta biografía puede leerse como una historia de la paleontología y de la arqueología, de las prácticas de campo y de la clasificación geológica, pero también de las técnicas culturales que modelaron la subjetividad de los habitantes de nuestro país: la prensa, el correo, las cartas, los medios de comunicación, las técnicas del registro, los museos y las colecciones”.

El libro comprende 10 capítulos, un colofón final y el listado de las fuentes documentales y bibliografía analizada. Los primeros dos capítulos tratan aspectos menos conocidos de los inicios de la “carrera fosilífera” de Ameghino en la década de 1870, desde que era preceptor de Escuela municipal en Mercedes y comienza a aparecer en los debates de los periódicos locales y a archivar esas noticias periodísticas. En esta época se registra su búsqueda incansable de fósiles, sus primeras colecciones y publicaciones sobre objetos prehistóricos en sintonía con los debates de la arqueología prehistórica. El segundo capítulo está dedicado a sus actividades en París entre 1878 y 1881, cuando participa de la Exposición Universal de 1878, visita museos, se conecta con científicos extranjeros y con el movimiento del comercio de la historia natural, aprendiendo a hacer

catálogos, a restaurar y darle forma a los huesos de manera tal que puedan servir para estudiar y dar origen a nuevas entidades zoológicas. Los siguientes capítulos dan cuenta de las distintas alianzas e instituciones con las que se vincula, los proyectos de museos, la publicidad de sus colecciones y trabajos científicos, las polémicas y disputas públicas, sus redes de colaboradores y la participación de sus hermanos. Se analiza la logística para las expediciones en Patagonia y las constantes negociaciones para solventar los costos de esos viajes y la publicación de sus resultados. La correspondencia examinada muestra que las expediciones, antes que planeadas o desarrolladas desde el Estado, surgen de las negociaciones y competencias entre los coleccionistas privados e instituciones estatales. Los últimos capítulos detallan sus vínculos y alejamiento con el Museo de La Plata, las competencias entre los paleontólogos y más tarde sus gestiones para acceder a la dirección del Museo Nacional de Buenos Aires y proveerle de un edificio adecuado. Como muestra el libro, la búsqueda del apoyo en la prensa y las solicitudes anónimas, se repetían cada vez que un empleo o los recursos del Estado estaban en juego. En ese sentido, el libro aporta un eje analítico muy interesante con respecto al papel de la prensa diaria, no solo como canal de propagación de las nove-

dades científicas sino también como campo de disputa que modela la lógica facciosa de la vida científica. La transcripción de largos párrafos de los documentos analizados da una idea del tono de los comentarios y las polémicas de la época. También se expone la red de personajes que ayuda a Ameghino a conseguir el material y los recursos para estudiar y dar a conocer la fauna fósil. El libro se cierra con un colofón que da cuenta de los homenajes en el siglo XX, el debate por la nacionalidad de Florentino Ameghino entre sectores católicos y socialistas y las distintas versiones que buscaron retratar al sabio nacional. *Florentino Ameghino y Hermanos* condensa las renovadas perspectivas en la historia de la ciencia promovidas por Irina Podgorny y más de dos décadas de sus investigaciones sobre la historia de la arqueología y la paleontología en la Argentina. Su lectura puede complementarse con otro libro recientemente publicado por la misma investigadora que devela facetas desconocidas de Ameghino: *Los argentinos vienen de los peces. Ensayo de filogenia nacional*, Rosario: Beatriz Viterbo, 2021.

Susana V. García

CONICET- Archivo Histórico del Museo de La Plata, UNLP

Mariano Bonomo y Luciano Prates (Eds.), *Historias del Museo de La Plata. Las voces de sus protagonistas*. 1a ed. - CABA: Sociedad Argentina de Antropología; La Plata: UNLP, FCNyM. División Arqueología, 2019, edición digital.

El volumen compilado por Mariano Bonomo y Luciano Prates publicado por la Sociedad Argentina de Antropología contiene un gran número de testimonios de actores de la historia de la carrera de antropología en la Universidad de La Plata. Se trata de un conjunto de 36 entrevistas, casi en su totalidad correspondientes a investigadores y docentes activos o ya jubilados. Algunos de ellos, como Raúl Carnese y Alejandro Isla, no alcanzaron a ver la concreción del volumen, el cual les fue dedicado. Otra investigadora argentina recientemente desaparecida –Leonor Arfuch– destacó en su obra la particularidad que presenta el espacio biográfico que se abre mediante el género de la entrevista: permite considerar la dimensión relacional del individuo con el contexto social en el cual se inserta. La situación de diálogo con un entrevistador expone también el modo en el cual la identidad es constitutivamente incompleta y abierta a identificaciones múltiples. De esta manera, el volumen no podía constituir otra cosa que una historia plural, reflejada tanto en el título como en la lista de los entrevistados: Carnese, Poujade, Ceballos, Calandra, Sempé, D'Antoni, Isla, Rolandi, Carbonari, Caggiano, Ceruti, Hajduk, De Feo, Balesta, Castro, Scattolin, Mansur, Flegenheimer, Politis, Miotti, Olivera, Albeck, Cremonte, Zagorodny, Figuerero Torres, Durán, Pochettino, Saleme, Laguens, Madrid, Williams, Bonnin, Cione, Tonni, Orquera, Cigliano (h) y Roque Díaz.

En el texto introductorio, redactado por Bonomo y Prates junto a Máximo Farro, se hace un recorrido por la historia de la antropología en el museo, desde sus inicios a fines del

siglo XIX, hasta el retorno de la democracia en 1983. Hay en la selección de este lapso una discordancia con aquel que diera origen a las entrevistas que constituyeron el puntapié del volumen: los sesenta años de la carrera de ciencias antropológicas en la UNLP, celebrados en 2018. De esta manera, el texto aporta un necesario complemento de las experiencias vertidas en las entrevistas, pero al mismo tiempo deja a la mitad más reciente del lapso de vida de la carrera sin una narración histórica como la ofrecida para las etapas previas. Es de esperar una continuación de este recorrido que pueda incluirse en el futuro, ya sea en una reedición del libro o en forma de otra contribución.

Quizás la temática más repetida en las entrevistas sea la relación del actor en cuestión con la figura de Rex González. Podemos interpretar este marcado interés por parte de los autores en términos de la búsqueda o construcción de una genealogía que los identifique, como graduados de la universidad. Esto en modo alguno implicó una visión acrítica o indulgente hacia esta figura tan trascendente de la historia de la arqueología argentina. El compromiso de los autores con la obtención de los mejores y más diversos testimonios del pasado es evidente en la riqueza de experiencias vertidas por los entrevistados, que en muchos casos se animaron a contar pormenores que por lo general no son incluidos en las contribuciones diseñadas originalmente para un formato escrito. Esta cualidad también queda de manifiesto en la recuperación de figuras que supieron competir o disputar posiciones con González durante el período cubierto en la introducción, como ser el caso de Márquez Miranda o Cigliano.

Pero siendo el caso que la actuación de González ha recibido durante las últimas décadas bastante atención, plasmada en un gran número de publicaciones, hay otros dos hechos históricos para destacar que surgen con nitidez de entre la variedad de experiencias vertidas en las entrevistas. En primer lugar, los dramáticos tiempos de la represión a las universidades durante el gobierno de Isabel Perón y la posterior dictadura militar instaurada en 1976. Transcurridas más de cuatro décadas de estos trágicos hechos de nuestra historia, los mismos recién comienzan a ser tratados en mayor detalle en las publicaciones, y, en este sentido, *Historias del Museo de La Plata. Las voces de sus protagonistas* tiene un valor único. El testimonio de Alejandro Isla, incluyendo el relato de sus años de preso político, es quizá la mejor muestra del mérito de los autores en el registro de testimonios que anudan inextricablemente lo personal y lo colectivo; el sufrimiento y al mismo tiempo la perseverancia en la realización profesional como objetivo de vida.

Un segundo hecho histórico para destacar, entre tantos otros que se destilan a lo largo de la extensa serie de entrevistas –cada una con multitud de anécdotas y matices en los cuales no falta el saludable e imprescindible humor y también los recuerdos afectuosos – es el de la diáspora de los jóvenes graduados de inicios de los años `80. Este evento resulta sin duda un factor clave para comprender tanto el derrotero de la historia del museo de las últimas décadas –esas que quedaron afuera del recorte cronológico de la introducción– como también el notorio impulso que tuvo la arqueología en otras ciudades del país (por ejemplo, Jujuy, Catamarca, Córdoba). Las razones de esta diáspora quedan claramente de manifiesto en los relatos de los entrevistados: la resistencia de los profesores a la realización de cambios en el plan de estudios, el cual no satisfacía las necesidades que experimentaban los estudiantes y los graduados recientes.

En síntesis, el volumen de Bonomo y Prates es de apasionante lectura y cubre un vacío que se había generado en relación con una de las instituciones más antiguas y destacadas de la labor antropológica en Argentina, frente a la publicación de obras históricas –también plurales o polifónicas– que vieron la luz en años recientes en relación con otras universidades (Tucumán, Buenos Aires). Si como planteara Hans Georg Gadamer: “un pensamiento verdaderamente histórico tiene que ser capaz de pensar al mismo tiempo su propia historicidad”, la arqueología argentina necesitaba de un libro como *Historias del Museo de La Plata. Las voces de sus protagonistas*, para recordarnos la relatividad de nuestras certezas, el carácter colectivo de la empresa arqueológica y la inextricable vinculación de la labor científica con las circunstancias históricas en las que se desenvuelve.

Javier Nastri

CONICET-Universidad Maimónides-Universidad de Buenos Aires

El Museo de La Plata en tiempos de pandemia

Analía Lanteri



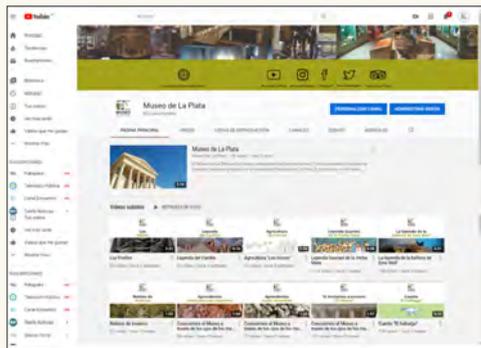
“Un museo sin paredes, sin muros, permitiendo la posibilidad, a cada persona, de formar su propio museo a partir de la subjetividad de quien lo crea y sin límites de tiempo ni espacio”.

André Malraux

Cuando aún no se avizoraba el impacto de la era digital y la llegada de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), en 1947 André Malraux, Ministro de cultura de Francia, imaginaba otras formas de comunicar el mensaje de los museos y acercar a los públicos físicamente distantes. Entonces el acercamiento comenzó a realizarse a través de muestras itinerantes y de la difusión de materiales impresos. Pero los cambios más profundos ocurrieron en las últimas décadas, con el acceso a los recursos informáticos, internet y las redes sociales, y se aceleró durante las restricciones para frenar el avance de la pandemia del COVID19.

Sabemos que ninguna tecnología puede sustituir los sentimientos que despiertan el asombro y la emoción de los visitantes ante el descubrimiento de los secretos del mundo natural y cultural. El encuentro entre educadores y público ocurre principalmente en las salas de exhibición. Sin embargo, ante la crisis del aislamiento por la pandemia, los museos no tuvieron alternativa. Hubo que salir a buscar y acompañar al público, a imaginar y recrear nuevas formas de comunicación.

Gran parte de la actividad desarrollada por el Museo de La Plata en pandemia estuvo a cargo del personal de las áreas de Comunicación, de Conservación y Exhibición, Educativa y de Difusión Científica, y del Servicio de Guías, a veces conjuntamente con investigadores que aportaron sus saberes disciplinares. Ellos elaboraron trivias, podcasts, vídeos y otras propuestas lúdico-educativas que difundieron a través de la página web institucional y las redes sociales (450 placas de Instagram y 30 vídeos). Organizaron talleres y visitas virtuales interdisciplinarias (e.g. Los colores en la naturaleza, animales extintos y actuales, diversidad cultural); acompañaron a los docentes y alumnos



MLP en las redes sociales, videos de youtube.

de las escuelas de La Plata (e.g. Escuela Especial N° 509 Dr. Carlos Cometto del Hospital Sor María Ludovica), y a los niños, niñas y adolescentes del taller de TEA, de manera personalizada y con una periodicidad semanal. Además, el Área educativa del Museo intervino en la curaduría de la muestra digital “Circularia” (<https://circularia.com.ar/>) junto a otras instituciones; participa en un proyecto internacional destinado a mejorar la calidad de vida de las infancias en la ciudad a través de distintas actividades; trabajó en la edición de las audioguías para el Museo, en idioma español, inglés y portugués, y en la producción de numeroso material educativo.

En lo que respecta a las actividades destinadas principalmente a los docentes-investigadores de la institución, en 2020 se organizó un ciclo de conferencias sobre “Conservación de colecciones en pandemia” con la participación de varios museos y el auspicio de la Fundación Williams. En 2021 se dictó un curso virtual sobre “Ilustración científica en Entomología” y un curso de capacitación para el uso de un Scanner 3D portátil adquirido a principios de este año. Se llevó a cabo un “Ciclo de presentación de libros de autores del Museo de La Plata”, entre ellos una obra sobre la institución; un ciclo de conferencias de “Arte en el Museo” a cargo de profesionales de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de La Plata y del Museo Provincial de Bellas Artes Emilio Pettoruti; y una jornada de reflexión sobre “El día de la Diversidad Cultural en Argentina”, con conferencias de investigadores de la institución que trabajan en proyectos de promoción y revalorización del acervo cultural de las comunidades indígenas



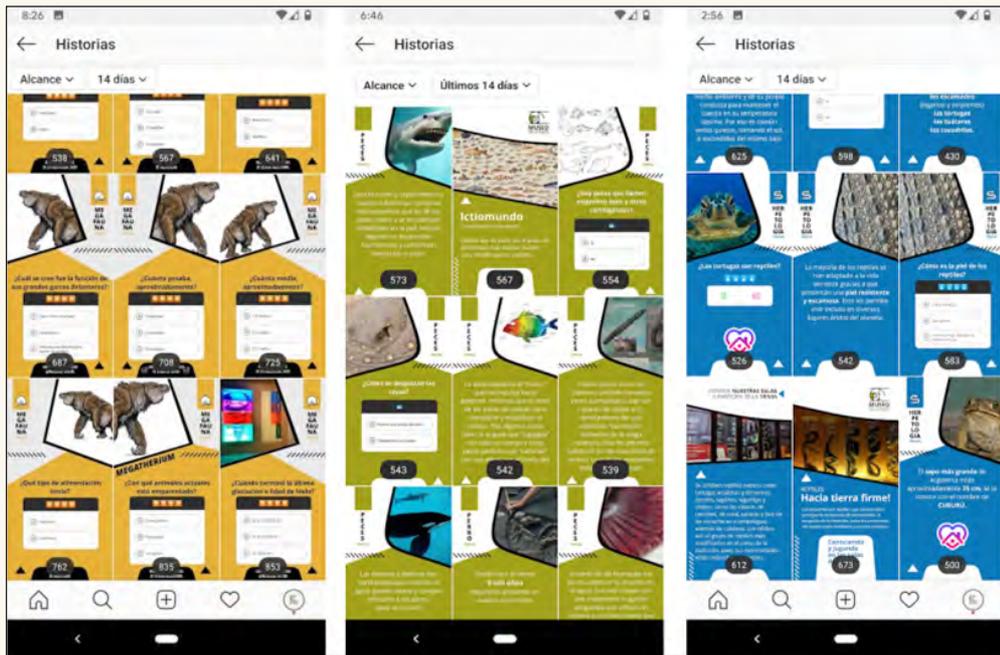
Anuncio de Visita guiada virtual.



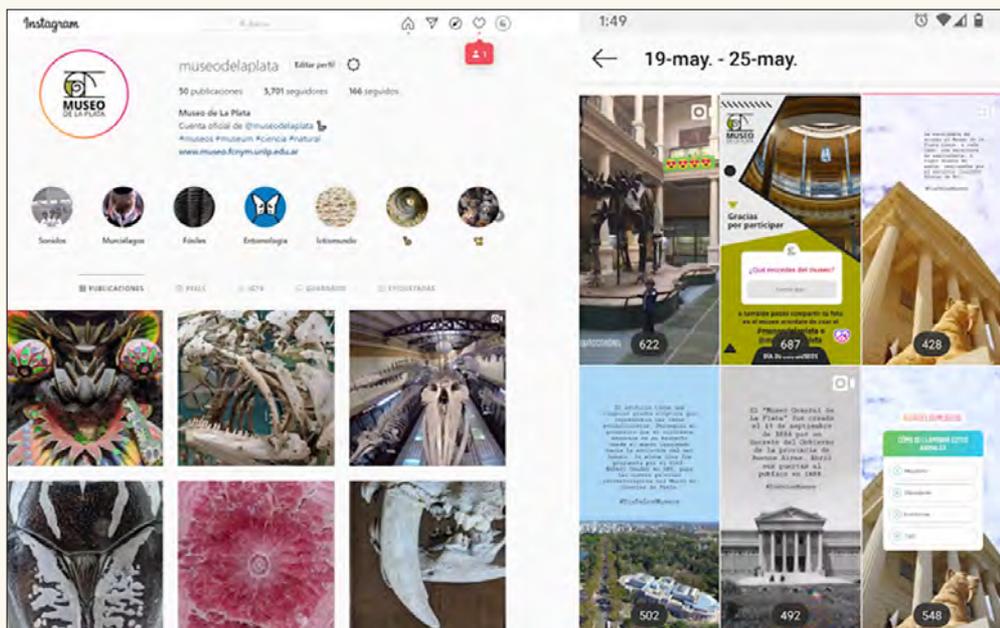
El MLP a través de la historieta.

de nuestro país, con participación de sus representantes.

En pandemia se consolidó el grupo de graduados que trabaja en actividades de ciencia ciudadana y promueve la participación mediante fotografías, en la conformación de la base de datos de diversidad biológica de la Argentina, denominada Argenti Nat. Se afianzó el grupo de wikipedistas, que colabora en la actualización y generación de nuevos contenidos en la enciclopedia virtual, libre y colaborativa Wikipedia y otros proyectos Wikimedia, mediante jornadas de capacitación y de edición (e.g. mujeres del Museo de La Plata en la ciencia). El personal de Arqueología y de las Divisiones del área Biológica, continuaron trabajando en dos proyectos de digitalización de colecciones financiados por CONICET, Fundación Williams y Fundación Bunge y Born, gracias a los cuales se compró mobiliario, computadoras y equipos



MLP en las redes sociales, trivias en Instagram.



MLP en las redes sociales. Instagram. Una parte por el todo (materiales en exhibición) e información institucional.

fotográficos; y el Archivo Histórico también obtuvo financiación para escanear fotografías en placas de vidrio de la colección Frenguelli.

En cuanto a las salas de Exhibición, se completó la remodelación de la primera sala de Paleontología, dedicada al origen de la Vida, el Precámbrico y el Paleozoico, con varios recursos tecnológicos novedosos; se renovaron las pantallas y computadoras de otras salas; se llevaron a cabo tareas de

pintura, principalmente en la sala de Aves y Mamíferos; y se diseñó un circuito unidireccional para las primeras visitas del público, denominado “Gigantes del Museo”, con 12 postas donde se mencionan curiosidades sobre algunos de los animales extintos y actuales que llaman la atención por su enorme masa corporal.

En materia de comunicación, se renovó completamente la página web, se está trabajando en una colección digital de fotografías

Obras edilicias

El tiempo de aislamiento se aprovechó también para llevar a cabo obras edilicias, entre las cuales cabe mencionar la refacción de los sanitarios del edificio histórico; la impermeabilización de techos y terrazas; la pintura de los pasillos de acceso a los sanitarios del público y del acceso a la terraza principal; la relocalización y acondicionamiento de la enfermería y pintura de la escalinata principal del edificio; la remodelación del acceso posterior al Museo, con rampa para discapacitados, portón de seguridad con llaves magnéticas, y cabina del personal de guardia edilicia renovada; la separación y acondicionamiento del depósito de Etnografía y compra de muebles para esta División y para Arqueología; la construcción de un depósito para colecciones conservadas en alcohol, principalmente peces y reptiles, en el predio de la Facultad, con estanterías y dos gabinetes para el análisis de los materiales; la renovación de carpinterías metálicas y vidrios de la Biblioteca Florentino Ameghino (sede Museo); la refacción de la Biblioteca de Entomología y del espacio destinado a Publicaciones; la restauración del mobiliario histórico de la Sala de reuniones y del portón principal del Museo; el retapizado del mobiliario del área de dirección y pulido de pisos; la limpieza y acondicionamiento del buffet; las refacciones y acondicionamiento de espacios destinados a investigadores en el edificio anexo II y en el edificio histórico, u ocupados por personal no docente; y la compra de equipamiento informático, de refrigeración, mobiliario, recipientes y otros elementos necesarios para las colecciones. Hacia fin de año está previsto el arreglo de la mampostería y pintura de los muros exteriores y de todos los pasillos y patios de la planta 0, como así también de las carpinterías de los 34 postigos de los ventanales que dan hacia el exterior del edificio, con apoyo financiero de la UNLP.



Refacción de los sanitarios para el personal.



Refacción del sector de escaleras hacia la terraza central.



Pintura de los pasillos de acceso a los sanitarios.



Refacción del sector de ingreso por la fachada posterior.



Nueva cabina para la guardia edilicia de la UNLP



Nuevos muebles para la División Arqueología.



Depósito para colecciones húmedas.



Restauración de mobiliario histórico de la Sala de reuniones.



Remodelación de una nueva sala de Paleontología.

actuales del Museo de La Plata; se brindó apoyo a la producción de un documental sobre la vida y obra de Abraham Rosenvasser y otro sobre Florentino Ameghino; se realizó en registro del MLP en el catálogo turístico de la Argentina; y se trabajó en la edición de una guía para recorrer el Museo de La Plata, en formato digital y papel, para la venta al público.

Gracias al intenso trabajo en las redes sociales, donde se brinda información e interactúa con el público, los seguidores del Museo se triplicaron en el último año (de 2000 a 6000 seguidores en Instagram). Asimismo, el área de comunicación y la dirección del Museo respondieron en múltiples oportunidades a las requisitorias de entrevistas radiales y periodísticas en medios locales (radio de la UNLP, Diario Hoy, Blanco sobre Negro), nacionales (radios de la Universidad de Neuquén y de Olavarría) e internacionales (medios periodísticas de Chile y España), y estuvo presente en congresos de museos universitarios, en la Expo Universidad, y en conferencias sobre el Museo de La Plata, en el marco de la situación de los museos en pandemia.

A nivel académico e institucional, se prosiguió de manera virtual con los procedimientos de selección para la renovación de los jefes de las Divisiones Científicas del Museo, y con el análisis de demandas de

restitución de restos a tres comunidades indígenas, aprobadas por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo en 2020-2021. Parte del tiempo y esfuerzo de gestión se destinó a la elaboración de un protocolo no aúlico para el personal de investigación y docente del Museo, en el marco del protocolo general aprobado por la UNLP; la elaboración de un protocolo para visitas de público, basado en las normativas para museos de la Provincia de Buenos Aires; la compra y distribución de los insumos necesarios para garantizar las normas de Higiene y Seguridad; la adecuada comunicación de las medidas de seguridad de acuerdo con el avance de la situación epidemiológica por el COVID19.

En lo que respecta a los proyectos en marcha, se acaba de obtener un subsidio de la Fundación Williams (Laboratorio de Innovación cultural y científica) para grabar videos en las colecciones del Museo de La Plata, el MACN-CONICET y el Instituto Miguel Lillo, en el marco de un proyecto denominado “La naturaleza acá nomás: colecciones de ciencias naturales y biodiversidad en áreas urbanas y suburbanas”; y financiación de Francia a través de la Facultad de Artes de la UNLP, para realizar una producción 360° inmersiva en las salas del Museo de La Plata, en el marco del proyecto de Cooperación Internacional “Imagen, Sonido e Interactividad: Experiencias Artísticas Virtuales en 360°”, Programa INNOVART- PIESCI e IFA. Asimismo, se aplicó a la primera convocatoria del programa “Gestionar futuro”, con un proyecto de “Arte y Ciencia en el Museo de La Plata”, y a la convocatoria “Ensayar museos 2021” de la Fundación Williams, con el proyecto “Latinoamérica milenaria: revalorización de las voces y prácticas culturales de las comunidades originarias del continente. Renovación de la sala de Arqueología Latinoamericana del Museo de La Plata”. Estas iniciativas se prolongarán en 2022 donde el Museo deberá continuar creciendo y renovándose, para cumplir con el destino de grandeza para el cual fue creado. ◆

Actividades y Novedades

INFORME ANUAL

El Comité Ejecutivo de la Fundación presentó a consideración del Consejo de Administración su trigésimo cuarto informe anual, que se refiere al período comprendido entre el 1º de julio de 2020 al 30 de junio de 2021, así como sus propuestas de presupuesto y plan de trabajo para el trigésimo quinto Ejercicio, desde el 1º de julio de 2021 hasta el 30 de junio de 2022.

Trigésima Cuarta Sesión Ordinaria Anual del Consejo de Administración.

A los 17 días del mes de noviembre de 2021, a las 12 horas, en el Salón Auditorio del Museo de La Plata, se declararon abiertas las deliberaciones de la XXXIV Sesión Ordinaria Anual del Consejo de Administración.

Presidieron esta Reunión, el señor Presidente del Comité Ejecutivo, Dr. Pedro Elbaum; el señor Vicepresidente 1º, Laura Fantuzzi y el Vicepresidente 2º, Lic. Luis O. Mansur.

El señor Presidente informó a los Asambleístas, en primer lugar, los motivos por los cuales la Asamblea se realizó fuera de término para luego continuar informando acerca de lo actuado durante el XXXIV Ejercicio como así también los proyectos de trabajos para el Ejercicio XXXV.

Dentro de los temas propios de la Asamblea, sin dudas uno de los más importantes fue la renuncia, luego de 12 años en la Presidencia, del Dr. Pedro Elbaum, ocupando ese cargo el Vicepresidente 2º, Lic. Luis Mansur, quien pronunció un cálido discurso en agradecimiento a todos los Miembros del Comité Ejecutivo y de las distintas comisiones.



XXXIV Asamblea Ordinaria Anual de la Fundación



Presiden el estrado de la XXXIV Asamblea Anual de la Fundación, de izq a derecha Arq. Laura Fantuzzi, Dr. Pedro Elbaum y Lic. Luis Mansur

Instauración de la Categoría de Presidente de Honor

A propuesta del Comité Ejecutivo y mediante una Resolución al respecto con fecha 30 de septiembre de 2021, se puso a consideración de los Miembros del Consejo de Administración la instauración de dicha categoría para distinguir a aquellos Miembros Permanentes que ocuparon los cargos de Presidentes o Vicepresidentes de la Fundación y que ya no forman parte de otras comisiones.

Luego de ser votada afirmativamente por



Dr. Fernando Varela entregando Diploma de Presidente de Honor al Dr. Hugo Relva



El hijo del Ing. Hugo Filiberto recibiendo el Diploma de Presidente de Honor del padre.

todos los presentes a la Asamblea Anual del día 17 de noviembre del 2021, se entregaron dichas menciones al Ing. Conrado Bauer, quien ocupó el cargo de Presidente de la Fundación de abril de 1987 hasta septiembre de 1995; Al Ing. Hugo Filiberto, quien ocupó la Presidencia entre septiembre de 1995 y octubre del 2007; Al Dr. Hugo Relva, quien fuera Vicepresidente 2º en el período comprendido entre octubre del 2003 hasta septiembre de 2009 y por último al Cr. Miguel Ángel García Lombardi quien fue Vicepresidente 1º desde septiembre de 2009 hasta septiembre del 2019.

Colaboraciones

Durante el transcurso de este Ejercicio se han recibido los siguientes apoyos económicos: Colegio de Escribanos de La Plata, Copan, Colegio de Abogados de La Plata, Colegio de Abogados de la Provincia de Buenos Aires, Prosegur, Colegio Profesional de Ciencias Naturales de la Provincia de Buenos Aires, Caja de Abogados, Cámara de la Construcción, Marroquinería Jorge, Seguros Bernardino Rivadavia, Óptica Cingolani, El Emporio del Terciado, Maderera La Loma, Ahora Fletes.

Revista Museo N° 32

La Revista Museo N° 32, ya se encuentra impresa gracias al incansable trabajo que realiza el Comité Editorial con la coordinación del Dr. Guillermo López, siendo sus integrantes las Doctoras María Marta Reza, Cecilia Deschamps, Alicia Castro y Elisa Beillinson.

En la página del Sedici, se pueden consultar y descargar de manera gratuita las Revistas anteriores.

Becas 2021

Por razones de público conocimiento y en el marco del Distanciamiento Social Preventivo y Obligatorio (DISPO) decretado por el Gobierno Nacional a partir de marzo de 2020 debido a la pandemia por el Sars-Cov-2 (Covid-19), no se realizó el llamado a Becas para los alumnos de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo ya que las actividades continuaron en forma virtual.

Actividades Virtuales – Ciclo de charlas

Miércoles 11 de agosto: Lic. Mariano Bond - Moreno y el Museo antes del Museo: de Buenos Aires a La Plata

Miércoles 18 de agosto: Dr. Eduardo Tonni - Los Parodi. Un siglo de protagonismo en la paleontología de los vertebrados.

Miércoles 25 de agosto: Dr. Mariano Bonomo - Historias de la arqueología en el Museo de La Plata.

El Ciclo se desarrolló por la plataforma de teleconferencias Google Meet a las 19hs de forma gratuita.

Página Web: Invitamos a todos a recorrerla a través del siguiente link:

www.fundacionmuseo.org.ar

Facebook: Fundación Museo de La Plata Francisco Pascasio Moreno

Participación con otras organizaciones no gubernamentales

Continuamos como miembro de FA-DAM (Federación Argentina de Amigos de Museos) a través de nuestras representantes: Delegada Virginia Marchetti y Delegada Suplente: Laura Fantuzzi, las que concurren a las reuniones mensuales de ese organismo representando a nuestra Fundación. También esta Fundación es miembro de la Cámara de Turismo Regional La Plata.



RICARDO PREVE FILMS LLC
ESTO DEL CINE SRL

EN COLABORACIÓN CON
SUDAN FILM FACTORY



De la Nubia a La Plata

El improbable viaje de Abraham Rosenvasser



UN DOCUMENTAL DE RICARDO PREVE

ASISTENTE DE DIRECCIÓN **CORI LÓPEZ ROACH** JEFE DE ADMINISTRACIÓN **LILLIAN ROLDÁN** DIRECTOR 2º UNIDAD **TALAL AFIFI** SONIDO **SEBASTIÁN LIPSZYC**
MÚSICA **ANDRÉS RUBINSZTEJN** EDITOR **GUSTAVO DESPOUY** DIRECTOR DE FOTOGRAFÍA **LEONARDO VAL** POST-PRODUCCIÓN **FERNANDO IGUACEL**
PRODUCTOR EJECUTIVO **RAMÓN CARDINI** PRODUCTOR EJECUTIVO **SERGIO ALBERTONI** PRODUCTORA **ELSA ROSENVASSER** GUION Y DIRECCIÓN **RICARDO PREVE**