

José H. Laza

# HISTORIA de las TÉCNICAS PALEONTOLÓGICAS y su desarrollo en la Argentina



**M** VAZQUEZ  
MAZZINI  
EDITORES

**umai**  
Universidad  
Maimónides

**AZARA**  
FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL



**HISTORIA de las TÉCNICAS  
PALEONTOLÓGICAS**  
y su desarrollo en la Argentina



José H. Laza

# HISTORIA de las TÉCNICAS PALEONTOLÓGICAS y su desarrollo en la Argentina

 VAZQUEZ  
MAZZINI  
EDITORES

 **umai**  
Universidad  
Maimónides

**AZARA**  
FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL

## **Fundación de Historia Natural Félix de Azara**

Departamento de Ciencias Naturales y Antropológicas

CEBBAD - Instituto Superior de Investigaciones

Universidad Maimónides

Hidalgo 775 - 7° piso (1405BDB) Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina

Teléfonos: 011-4905-1100 (int. 1228)

E-mail: [secretaria@fundacionazara.org.ar](mailto:secretaria@fundacionazara.org.ar)

Página web: [www.fundacionazara.org.ar](http://www.fundacionazara.org.ar)

Diseño tapa: Fernando Vázquez Mazzini

Diseño interior: Lorena Blanco

Las opiniones vertidas en el presente libro son exclusiva responsabilidad de su autor y no reflejan opiniones institucionales de los editores o auspiciantes.

Reservados los derechos para todos los países. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia, CD Rom, Internet o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la editorial.

Primera Edición: 2019

Impreso en la Argentina.

Se terminó de imprimir en el mes de Noviembre de 2019, en la Ciudad de Buenos Aires.

### **VAZQUEZ MAZZINI EDITORES**

Tel. (54-11) 4905-1232

[info@vmeditores.com.ar](mailto:info@vmeditores.com.ar)

**[www.vmeditores.com.ar](http://www.vmeditores.com.ar)**

Laza, Jose H.

Historia de las técnicas paleontológicas y su desarrollo en la Argentina / Jose H. Laza. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2019.

332 p. ; 23 x 16 cm.

ISBN 978-987-3781-43-8

1. Paleontología. I. Título.

CDD 560.9

***El tiempo es el más grande innovador***  
Francis Bacon, *Of innovations* (1625)

***Paleontología, donde lo más natural es asombroso***  
Stephen Jay Gould

## **José H. Laza**

Técnico Profesional Principal del CONICET. Jubilado, trabajó durante 40 años en el Museo de La Plata y en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".



El autor en tareas de campo y laboratorio.

*En homenaje a Lorenzo Parodi, Galileo Scaglia, Martín Vince  
y Kamoya Kimeu, con quien el autor hubiese querido trabajar.*



# Índice

Agradecimientos.....	11
Introducción .....	13
La Antigüedad .....	17
Edad Media .....	19
Edad Moderna .....	23
Siglos XVI, XVII, XVIII .....	27
Primeros albores de la paleontología en América .....	41
Epoca Contemporánea – Siglo XIX.....	57
Primera mitad del siglo XX.....	151
Segunda mitad del siglo XX.....	213
Las grandes líneas de investigación actual.....	275
Bibliografía.....	309



# Agradecimientos

A mis compañeros y amigos de los museos de La Plata y Bernardino Rivadavia. Junto a ellos viví la extraordinaria experiencia de aprender. También la alegría de contribuir con mi trabajo, a resolver alguna incógnita científica y poder aportar materiales a las colecciones de ambas instituciones, que no es más que enriquecer el patrimonio de la sociedad. A mis familiares, preocupados por algún contratiempo durante los viajes y que pese a todo representaron siempre la prueba más enriquecedora de convivencia. Gracias también, a Rosa Elsa Barbero, profesora de biología, mi querida compañera, que pacientemente y con amor, atendió y compartió mis vivencias.



# Introducción

El desarrollo científico es motor esencial de progreso; progreso que es, a su vez, desencadenante de determinadas técnicas que demanda el desarrollo científico. Es decir que cualquier campo de la ciencia va acompañado de técnicas que le son propias para resolver el intrincado camino de la investigación. Las técnicas se encuentran en el mismo meollo del complejo tejido histórico, al lado de la economía, las ciencias y la política, e inmersas en la sociedad (White, 1973). Los límites individuales de las ciencias, tal como se los admite, son artificiales y se deben a necesidades prácticas. La ciencia se ha desarrollado y se desarrolla no en compartimentos éstancos sino relacionados entre sí.

Acompañando la importancia del genio humano, está el desarrollo de la tecnología y no es sorprendente que el comienzo de la revolución científica coincida con el desarrollo del telescopio y el microscopio. Las nuevas ideas científicas hicieron que la tecnología siguiera mejorando y ésta tecnología más avanzada proporcionaba a los científicos los medios necesarios para comprobar sus nuevas teorías, cada vez con mayor precisión. Primero llegó la tecnología, ya que es posible idear aparatos mediante un método de tanteo experimental, sin necesidad de comprender plenamente los principios en los que se basan. A partir de entonces, una vez que la ciencia y la tecnología comenzaron a caminar unidas, el progreso se aceleró (Gribbin, 2001).

El desarrollo de una técnica o conjunto de ellas actúa de motor sobre el progreso de una determinada rama científica o especialidades de ésta (Gille, 1978) y el desarrollo de las ciencias paleontológicas no es una excepción. Historiar el desarrollo de éstas últimas es propósito de éste trabajo.

El campo de la historia de las técnicas es paradójal, pues los historiadores tuvieran algún temor a meterse en el campo que desconocían casi del todo, mientras los técnicos, por su parte, se interesaban poco por unas técnicas ya desaparecidas y, cuando las abordaban, lo hacían con una mentalidad que a

menudo sólo tenía lejanas relaciones con la historia. En consecuencia, unos escribieron una historia de la que las técnicas estaban completamente ausentes y los otros se dedicaron a investigaciones puramente técnicas en las que la historia no era más que simple cronología.

Debemos esperar a mediados del siglo XIX para ver cómo la historia de las técnicas cobra cierto impulso y se va integrando, con dificultad aún, en otras investigaciones, impulsada por el deseo de ciertos técnicos por conocer la historia de sus propias actividades.

Desde entonces, la historia de las técnicas estuvo ya en cierto modo lanzada y desde los últimos decenios del siglo XIX aparecen obras de las que nos servimos todavía hoy. El movimiento se fortalece en los primeros años del siglo XX (Gille, 1978).

La imposición de una nueva técnica, es decir la innovación, supone una estructura social, económica, institucional y política sin la cual es casi imposible comprenderlo. En la medida que se plantean nuevos interrogantes científicos nace la necesaria respuesta tecnológica que ayudará a resolver dichos interrogantes. Se originan así diversas fases técnicas, las que podrían denominarse como técnicas dominantes, que precisamente por su importancia ejercerían efectos determinantes durante cierto período de tiempo aún cuando van acompañadas casi siempre de técnicas complementarias. Y es que, de hecho, las combinaciones técnicas son de diversa naturaleza y pueden prolongarse por tiempos diferentes.

Las fases de la evolución técnica se distinguen desde el momento en que grupos sociales no articulados en grandes sociedades políticas (naciones), donde un pequeño grupo de hombres privilegiados gozan del tiempo libre para dedicarse al pensamiento abstracto e incluso a la experimentación, pero sin miras prácticas, mientras las realizaciones técnicas son obra de artesanos hábiles, casi del todo iletrados, que van mejorando sus métodos en base a tanteos empíricos. El Renacimiento marcó la llegada de la curiosidad y de la experimentación, así como la difusión de sus logros a las otras capas sociales. Desde el siglo XVII hasta comienzos del XIX, muchos de los inventos revolucionarios se habrían debido a hombres de oficio, que sucedieron con frecuencia a los sabios aficionados. El siglo XX señala la concepción del equipo de trabajo conformado por el especialista y el técnico profesional de plena dedicación, en ocasiones por cuenta de grandes empresas, pero más a menudo a cargo del gobierno donde lo colectivo predomina cada vez más sobre lo individual.

A partir de finales del siglo XVIII la literatura técnica va a ser completada por las revistas especializadas.

En esencia hemos querido realizar la inserción del mundo técnico en la historia general de la paleontología, donde la ciencia necesita de la tecnología

para avanzar en sus investigaciones, en la misma medida que la tecnología necesita de la ciencia para expresar su valía.

En el campo de la paleontología, es muy frecuente que más allá de las publicaciones donde se describen y elucubran sobre los diversos materiales, las publicaciones no mencionan los métodos y las técnicas empleadas en la preparación de dichos materiales (Whybrow, 1985).

Nos ha parecido útil dedicar algunas páginas a las fuentes de que disponemos con una bibliografía general, orientada a las diversas técnicas. Asimismo, echaremos mano a diversas anécdotas, de algunos hombres que poblaron diversas instituciones, donde aparecen figuras señeras calidamente representadas en sus labores, sueños y esperanzas.



# La Antigüedad

## Las culturas antiguas y su visión de la vida pretérita

Desde épocas remotas el hombre reconoció en los fósiles, formas y estructuras que en muchos casos la vida cotidiana mostraba como seres vivos. Algunos de ellos los atesoró y utilizó como adornos personales y otros en el ajuar mágico-religioso de sus viviendas. Prueba de ello son los numerosos hallazgos de conchas de moluscos fósiles en sepulturas del hombre primitivo, así como la utilización del ámbar como artículo suntuario. Sobre éste último se conocen –desde épocas muy remotas– las rutas de comercio e intercambio que, provenientes del Báltico, llegaban a la cuenca del Mediterráneo. Aún formas y texturas no fueron indiferentes al hombre primitivo, Roy Chapman Andrews (1932) menciona el hallazgo en los famosos yacimientos de Flaming Cliffs en Mongolia de fragmentos de cáscaras de huevos de dinosaurios grabadas por el hombre primitivo. Posteriormente, las antiguas civilizaciones, ya en poder de la escritura, dejaron testimonios del reconocimiento de los objetos fósiles: tal el caso de los chinos, quienes obtuvieron por intercambio con pobladores de Siberia el marfil de los mamuts para desarrollar esculturas notables. Existen evidencias de que, en el antiguo Egipto, los fósiles fueron utilizados en el señalamiento de caminos, o marcar puntos de especial atención. En Occidente, los antiguos griegos legaron variada información sobre el hallazgo de fósiles y las diversas hipótesis e interpretaciones que se formularon sobre su origen y procedencia. Xenóphanes de Colofón (576-480 a.C.), hace unos 2400 años, reconocía que los hallazgos de moluscos en las rocas de las montañas, así como las impresiones de peces en las piedras de canteras de Smyrna, Paros y Siracusa, correspondían a seres que habían vivido en otra época y que esos sitios habían estado cubiertos por el mar. Pausanias (siglo II a.C.) dijo que un esqueleto de diez codos de largo que se había desenterrado en las inmediaciones de Mileto era “la osamenta del héroe épico Ajax” y el filósofo Empédocles (482/83-430

a.C.) creyó ver en los huesos de los elefantes enanos fósiles que habían aparecido en Sicilia, el esqueleto de la figura homérica de Polifemo. Otra explicación más simpática de los fósiles daba Herodoto (aprox. 484-425 a.C.) en las notas de su viaje a Egipto. Éste filósofo distinguió las pequeñas conchas de *Nummulites* -protozoos fósiles- que abundan en las rocas empleadas en la construcción de las pirámides y las atribuyó a lentejas petrificadas que habrían servido de alimento a los obreros que construyeron las mismas. Luego, Aristóteles (384-322 a.C.) y después Polybios (204-122 a.C.), explicaron en forma candorosa y sencilla los hallazgos de peces fósiles en el Líbano al sostener que provenían de huesos que quedaron enterrados en el fango o que se habían extraviado en la tierra, donde después de un tiempo se convirtieron en térreos (Tonni *et. al.* 2007). También los etruscos incorporaron a las ofrendas religiosas troncos de cicadales del Carbonífero, tal como aparecieron en sepulcros en Bolonia. Los nombres dados por Teofrasto y Plinio a varios tipos de fósiles no sobrevivieron al presente.

El advenimiento del Imperio Romano no aportó grandes estudiosos de las ciencias naturales. Después de Plinio el Viejo (23-70 a. C.), hubo en ese momento, solo un investigador importante de la biología: el médico Galeno (130-200). La posterior caída y desmembramiento del poderoso estado, creó en Europa un sinnúmero de pequeños reinos, incomunicados y beligerantes entre sí que produjo un deterioro enorme en la difusión del conocimiento y en muchos casos la pérdida de éstos. La ciencia, sin embargo, sobrevivió en Alejandría y Roma.

# Edad Media

## Éstancamiento y decadencia de las ciencias

La Edad Media o Edad del Oscurantismo, como también la han llamado, duró al menos mil años. Europa aparecía fragmentada en innumerables estados políticos con influencia desmedida y predominio enorme del poder clerical. El cristianismo desarrolló un intenso interés en los problemas espirituales; sin embargo, en los primeros siglos nada hizo para promover los estudios científicos y más tarde desalentó el renacimiento de éstos.

Durante éste período, se copió profusamente al crédulo Plinio, el más leído de los autores antiguos, corrompiendo constantemente sus textos. Los autores eclesiásticos, tendiendo siempre al mejoramiento espiritual, escribieron cuentos moralizadores de animales, a veces ilustrados, que no evidenciaban ninguna observación inteligente y a menudo, eran tan infantiles que lindan en la estupidez (Singer, 1947).

Durante la Edad Media, si bien los estudiosos se ocuparon de los fósiles, sus explicaciones eran bastante fantásticas. La opinión generalizada era que la naturaleza producía seres semejantes a las creaciones vivientes de Dios, único hacedor de la vida: por eso las imitaciones quedaban inmóviles y frías como la piedra. Ésta facultad de la naturaleza fue denominada “*vis plástica*” –del latín *vis*, fuerza, y *plastus*, imitación-. Otras interpretaciones asignaban los mismos a *lusus Naturae* “pequeños juegos de la naturaleza”.

Después del ocaso de la ciencia antigua en Occidente, la región más civilizada del Viejo Mundo fue el Cercano Oriente. En Siria, Asia Menor y Constantinopla persistieron hombres que leyeron las obras científicas griegas. Durante el siglo VII se desarrolló el gran movimiento islámico y el árabe se transformó en lengua literaria. La cultura árabe y la religión mahometana se extendieron en el Cercano Oriente, norte de África, España, Portugal, Sur de Italia, Sicilia y muchas islas del Mediterráneo. El dominio intelectual pasó así, en el siglo

IX, a los pueblos de habla árabe, quienes lo conservaron hasta el siglo XIII. La ciencia de esos pueblos árabes tenía sus raíces en la traducción de obras griegas al árabe. Obras que eran preparadas en grandes cantidades y estudiadas en todo el mundo islámico. A mediados del siglo XII, y con anterioridad al resurgimiento de las obras de Claudio Ptolomeo (100-170) que se produciría en Europa, el geógrafo árabe Abú el-Idrisi preparó en el año 1150 un mapa del mundo para el rey normando de Sicilia Roger II utilizando el sistema de red geométrica semejante al que aparecía en los mapas chinos. La técnica, quizás



Claudio Ptolomeo (100-170)

llegó hasta los árabes de Sicilia a través de la colonia árabe de Cantón y de los viajeros árabes que iban a Oriente, poniendo otra vez en manos de los geógrafos europeos los instrumentos que eran herencia recibida de Grecia y Roma (Boorstin, 1986). Una copia de la obra de Ptolomeo en griego, fue llevada desde Constantinopla a Florencia en 1400; traducida al latín, la geografía ya circulaba en Europa a fines del siglo XV. El redescubrimiento de Ptolomeo fue uno de los numerosos acontecimientos notables en la resurrección del saber que caracterizó al Renacimiento. La invención de la imprenta cambiaría el contenido, el uso y los métodos del conocimiento geográfico (Boorstin, *op. cit.*). Durante el siglo XIII, la influencia en Occidente de la expansión árabe inició en Europa un movimiento cultural denominado Escolasticismo que propiciaba la traducción de obras árabes al latín, introduciendo los textos de los filósofos y estudiosos griegos, instalando ideas de cambio en el mundo científico e influyendo sobre el estudio de la naturaleza. Dicho momento inició a su vez el renacimiento de las artes al tiempo que promovía la renovación religiosa. Además, el desarrollo del comercio con Oriente produjo el crecimiento y diversificación progresiva del mundo feudal, creando condiciones para que el mundo político propusiera bases estructurales más sólidas, encontrando las mismas en el Estado absolutista; sobre ambos pilares se edificó la época mercantilista.

Uno de los personajes que más contribuyó a la expansión de las ideas griegas en el medioevo europeo fue el filósofo árabe Avicenna (980-1037), quién, en sus apreciaciones sobre el origen de los fósiles, fue mucho más claro y realista que los escolásticos de la época. Algunos de éstos, muy pocos, contribu-



Avicenna (980-1037)

yeron a la expansión de esas ideas, tal el caso de Girolamo Savonarola (1452-1498), quien describió procesos de petrificación y Georgius Agrícola (Georg Bauer de Saxony) (1494-1555), a quién se llamó “Padre de la Mineralogía y la Metalurgia”. Agrícola reflexionó también sobre el fenómeno de las petrificacio-



Georgius Agrícola (Georg Bauer de Saxony)  
(1494-1555)

nes, aunque desconocía ideas semejantes expresadas por Leonardo da Vinci (1452-1519) y Girolamo Fracastoro (1478-1553). Vió también en las figuras de piedra no meros juegos de la naturaleza, sino réstos de animales marinos, sustituyendo el nombre de petrefactos, como se los denominaba hasta ese momento por el de fósiles, que se conserva hasta la actualidad, asignando en 1546 a dos de ellos, los nombres de *Ammonites* y *Belemnites*.



Leonardo da Vinci (1452-1519)



Girolamo Fracastoro (1478-1553)

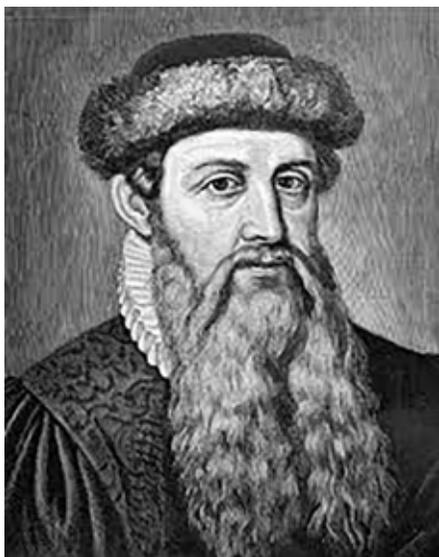
En esos momentos, en el lejano Oriente, el chino Li-Tao-Yuan dejaba notas sobre el hallazgo de peces fósiles en las rocas de su país.

En casas de gobernantes y poderosos surgieron, desde época muy antigua, jardines y zoológicos con especies exóticas. Actitud ésta que servía a los fines de arroparse culturalmente. Anexo a las bibliotecas de dichas casas, se crearon salones donde se exhibían especímenes de la naturaleza. Allí fueron concentrados ejemplares minerales, maderas petrificadas, conchillas actuales y fósiles y petrificaciones de peces hallados en las montañas, junto a ejemplares zoológicos disecados. El mantenimiento, cuidado y descripción de los especímenes estaba a cargo de especialistas estables (Singer, 1947).

# Edad Moderna

## **El Renacimiento. La integración geográfica del mundo**

Europa, después de la caída del Imperio Romano, sufrió una fragmentación política notable, proceso que comenzó a revertirse a fines del siglo XIII, a excepción de las poderosas ciudades-estado de Italia. En cambio, en otros territorios europeos, se configuraron diversas monarquías nacionales y autoritarias, debido a la consolidación de la autoridad del soberano frente a la nobleza tales como en España los Reyes Católicos, Enrique VIII en Inglaterra y Luis XI en Francia. Las ideas que avalaban dichas concentraciones de poder se inspiraban en la filosofía aristotélica y el derecho romano, sosteniendo la autoridad suprema del monarca y la existencia de un estado fuerte y organizado. La figura política de ese momento fue el florentino Nicolás Maquiavelo (1469-1527) quién destacó las cualidades de un buen gobernante en su libro *Il príncipe* (1513). La centralización del poder permitió organizar y desarrollar con vigor la agricultura, la minería y el comercio, mientras que el descubrimiento de América aportó rápidamente ingentes riquezas. Éstos cambios político-económicos (el manejo centralizado del excedente económico) redundaron en un mejor nivel de vida generalizado y un aumento de la población, anteriormente diezmada por las epidemias y pestes durante la Edad Media. En el ambiente cultural surgió un conjunto de ideas provenientes del pensamiento cristiano y grecolatino, que se expresaron a través del Humanismo y que caracterizaban al hombre como ser supremo sobre la naturaleza; recuperando el espíritu crítico y la confianza en sus propias posibilidades, rasgos ignorados durante la época medioeval. La aparición de la Biblia de Johannes Gutenberg (1398-1468), impresa en 1454 en Mainz con tipos móviles, recibió especial apoyo por parte de la iglesia. Su desarrollo en Europa fue extraordinario: en 1480 sólo tres ciudades tenían imprentas, y hacia el año 1500 su número sobrepasaba las doscientos treinta y ocho. Se ofrecían libros que habitualmente no se hallaban



Johannes Gutenberg (1398-1468).

en las iglesias, tales como los antiguos clásicos de Aristóteles, Plutarco, Cicerón y César (Boorstin, 1986).

El mundo de las ideas se revitalizó; en Inglaterra, el pensador Tomás Moro (1477-1535) en su obra *Utopía*, proponía una sociedad igualitaria donde solo la razón ejercía el poder. En el libro figuran la eutanasia, el divorcio, los derechos de las mujeres y la educación estatal.

El renacimiento de la cultura, el arte y la filosofía de Europa, tuvo como epicentro a Italia. El fenómeno se halla íntimamente vinculado al redescubrimiento y estudio de las obras clásicas antiguas. De éstos escritos antiguos, los tratados de ciencias aparecieron tardíamente y fueron los últimos en ser entendidos y divulgados.

El movimiento humanístico y artístico conocido como Renacimiento se extendió hacia el norte desde Italia a Francia, Suiza y Alemania y luego, a Inglaterra y los Países Escandinavos. Fue seguido por una ola de pensamiento científico que, como en el caso de los estudios humanísticos, tuvo igual forma de irradiación.

A comienzos de la Epoca Moderna, el artista e inventor Leonardo da Vinci y un fraile, Hierónimus Fracastoro, retomaron las ideas de los lejanos griegos y sostuvieron que los restos fósiles pertenecieron a seres vivos que en otros tiempos habían vivido y luego fueron sepultados en el fango. Del primero son conocidos los extensos pasajes de sus manuscritos, donde se refiere a los fósiles invertebrados y peces hallados en las montañas del norte de Italia (manuscritos hoy atesorados en las bibliotecas Leicéster, de Inglaterra y París).

Durante el siglo XIV se inició un período de viajes que incorporó al conocimiento geográfico grandes áreas territoriales fuera de Europa. A la tarea geográfica de Ptolomeo se agregaba ahora la obra de Gerardus Mercator (1512-1594) quién introdujo la técnica de la proyección de latitudes y longitudes en



Gerardus Mercator (1512-1594).

la elaboración y lectura de mapas, publicando en 1569 el primer mapamundi, donde aparecen “Norteamérica” y “Sudamérica”, territorios que fueron esencialmente producto del conocimiento náutico y geográfico. Acompañando éstos logros, la industria marítima desarrolló una modernización acorde; así, el príncipe Enrique de Portugal adaptó un modelo de barco pequeño de gran maniobrabilidad que se utilizaba en el norte de su país. Los constructores fabricaron la célebre carabela que combinaba la capacidad de carga de los carabos árabes con la facilidad de manejo de las embarcaciones del río Duero (Boorstin, 1983). De ultramar, junto a los productos comerciales, comenzaron a llegar a Europa relatos de los viajeros con informaciones sobre seres raros y desconocidos y poco a poco se puso en evidencia que cada región posee plantas y animales característicos. Los viajes más famosos de ese momento son los de Vasco da Gama (1460-1524 aproximadamente) a las Indias Orientales y los de Cristóbal Colón (1446-1506) a las Indias Occidentales. El asombro que despertaron los descubrimientos de nuevos territorios fue tal, que la carta de Colón fue editada tres veces durante el mes de abril de 1493.



# Siglos XVI, XVII, XVIII

## **Las exploraciones geográficas y el reparto de los territorios. Las primeras instituciones científicas. El nacimiento de la Biología y el concepto de Tiempo**

El mercantilismo fue el sistema de organizaciones económicas, políticas y sociales que predominó entre comienzos del siglo XVI y mediados del XVIII, con la activa participación del estado en las nuevas naciones que surgieron en Europa. Portugal y España fueron las primeras de éstas naciones europeas que constituyeron imperios coloniales. Pero ambos países presentaban serias deficiencias para constituirlos bajo la estructura mercantilista. Portugal por la pequeñez de su territorio y España por no poseer suficiente desarrollo industrial para proveer a sus colonias. Inglaterra desarrolló su flota y Holanda el comercio colonial más exitoso de ese momento, transformándose Amsterdam en la principal plaza financiera y monetaria del mundo. Mientras Francia colonizó Canadá, parte de Santo Domingo y creó empresas comerciales en Extremo Oriente.

Los hombres comenzaron a dirigir sus miradas a una edad en que la naturaleza del mundo físico fuera revelada por los nuevos medios de investigación, así los científicos empleaban la filosofía inductiva ya antes de que los filósofos hubieran explicado en forma adecuada su naturaleza. Dos figuras son fundamentales en la interpretación y difusión del conocimiento de esa época: Francis Bacon (1561-1626) y René Descartes (1596-1650), éste último por producir una teoría del Universo, completa y efectiva. Con ellos los estudios científicos ingresan en la Epoca Moderna. Tanto Descartes como Bacon, por su actitud respecto a la ciencia, fueron los progenitores de las asociaciones conocidas como “Sociedades Científicas” o “Academias” (Singer, 1947). En el terreno científico, creció la reacción contra la superstición, el prejuicio teológico y el

principio de autoridad. Se despierta el espíritu crítico y la mente se libera de Aristóteles y la Biblia (Rostand, 1985).



Francis Bacon (1561-1626).



René Descartes (1596-1650),

El primer paso en el proceso de la labor científica consiste en recoger sistemáticamente los hechos y en biología, prestaron especial ayuda a éste fin los jardines botánicos y zoológicos. A fines del siglo XV muchos príncipes crearon colecciones de animales vivos, práctica que se hizo continua desde el siglo XVI. En 1545 se estableció en Padua el primer jardín botánico anexo a una universidad, mientras que en París el cardenal Richelieu (1585-1642) fundó el *Jardín des Plantes*. También comenzaron a reunirse colecciones de plantas desecadas o herbarios.

Con el renacimiento de la cultura estuvieron en boga las colecciones de monedas y objetos antiguos a los que pronto se agregaron curiosidades naturales, dando así inicio a la creación de los museos, en principio como entes particulares. Georgius Agrícola, uno de los fundadores de la geología, contribuyó a uno de ellos aportando una colección de minerales y fósiles.

En 1558, el médico suizo Conrad von Gessner (1516-1565) da fin a su libro sobre *Objetos fósiles* (1565-1566), momento que se considera por algunos estudiosos como el punto de partida de la historia de la Paleontología (Rudwick, 1972). La presencia de las ilustraciones permitía a otros naturalistas comparar sus ejemplares con los de la monografía de Gessner. Ciertamente, en la cate-



Conrad von Gessner (1516-1565).

goría de fósiles englobaba una variedad de objetos, desde cristales de minerales, pasando por piedras de extrañas formas, hasta verdaderos fósiles. Es decir, siguiendo la etimología del adjetivo derivado del latín *fossilis* (que significa lo que se saca de la tierra) que se aplicaba a cualquier objeto enterrado, Gessner figuró sus fósiles sin saber que algunos de éstos eran restos de organismos que habían vivido en épocas remotas. Así, presentó el grabado de un cangrejo fósil y lo comparó con uno actual, diciendo del fósil que se trataba de un cangrejo común petrificado, pero sin atribuirle naturaleza orgánica. En nuestros días no es fácil entender una actitud como la relatada frente a la evidencia, pero en el temprano Renacimiento ello era parte del “sentido común”, puesto que durante siglos éstas formas extraídas de la tierra eran explicadas como el producto de la “vis plástica” (Tonni *et al.*, 2007). La muerte de Gessner durante una epidemia de peste, impidió completar una gran parte de su trabajo *Historia animalium* del que solo aparecieron cuatro volúmenes.

Si bien es cierto que en los tiempos de Gessner, y poco después, algunos “avanzados” habían sugerido la naturaleza orgánica de los fósiles, no fue hasta algo más de un siglo después en que su verdadero significado fue establecido.

En 1667, Niels Stensen (1638-1686), conocido como Nicolaus Stenonis o para los angloparlantes como Steno, sugirió el origen orgánico de los fósiles en su tratado *De Solido intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodrromus* (Adelantos de una disertación sobre un sólido naturalmente contenido dentro de un sólido). Éste médico danés, que desempeñó tal función con el Gran Duque Ferdinando II en Florencia, había realizado un año antes la disección de un cráneo de tiburón concluyendo que el tipo de fósiles denominados



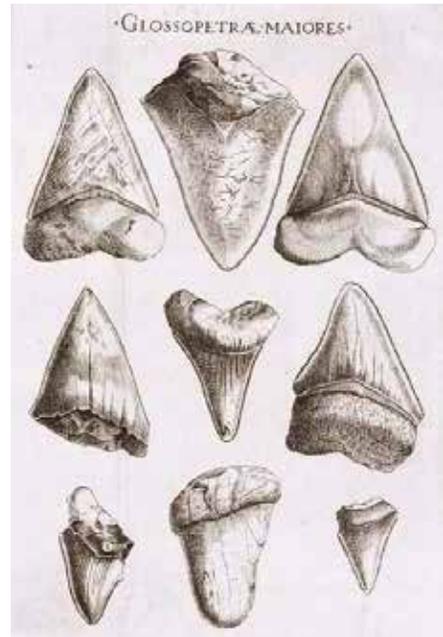
Niels Stensen (1638-1686).

desde la antigüedad *glossopetrae* (“lenguas de piedra”) eran en realidad dientes de tiburón. Éstas *glossopetrae* tuvieron también gran importancia en la medicina antigua, ya que se les atribuían particulares poderes para contrarrestar el veneno de las víboras. Fueron mencionadas por primera vez, aunque no denominadas, por el naturalista romano Plinio el Viejo, quién suponía que caían del cielo durante los eclipses lunares. Posteriormente, con el nombre de *glossopetrae*, fueron atribuidas a lenguas de serpiente convertidas en piedra por San Pablo cuando visitó la isla de Malta.

Con la publicación del *Prodromus* (1669), Steno introdujo el concepto de estrato y el enunciado de continuidad de los estratos y superposición de éstos, convirtiendo a la ciencia geológica en ciencia histórica. El término geología había sido utilizado por primera vez en 1657 por M.P. Escholt en un trabajo titulado *Geología Norvegica* que trataba de los terremotos y minerales.

Es necesario destacar que para Stensen todos los fósiles eran contemporáneos y testigos incontrovertibles del gran diluvio bíblico. Curiosamente, luego de publicado su *Prodromus*, Stensen abandonó los estudios sobre geología debido seguramente a las contradicciones surgidas por su ferviente catolicismo, que lo llevaron a ordenarse como sacerdote (concluyendo en obispo).

Las casas señoriales cultivaron el coleccionismo, dedicando algún lugar en sus instalaciones para la exhibición de objetos raros y de origen natural, como minerales, fósiles, disecciones y elementos históricos de la antigüedad, casi siempre acumulados en forma desordenada. De éstos gabinetes de rarezas y



Lenguas de piedra.

éstas cámaras de estudio o “studiolo” parte la línea histórica que desarrollará los museos, primero particulares y luego estatales. Las colecciones de Historia Natural tuvieron gran desarrollo durante el siglo XVI y posteriores. El primer museo científico de Inglaterra de valor educativo fue creado en base a la adquisición por parte de la Sociedad Real de la colección de Sir Hans Sloane (1660-1753) luego transferida al Museo Británico en 1781.

Durante el siglo XVII, tres invenciones ampliaron las posibilidades técnicas y de exhibición de los museos de ese momento: el descubrimiento del alcohol como líquido conservativo, la introducción del cristal y la preparación de materiales biológicos por métodos de inyección. Con la formación de la colección John Hunter (1728-1793), en la Inglaterra del siglo XVIII, el desarrollo de los museos biológicos entró en su etapa moderna. Desde ese momento los museos se cuentan entre los principales instrumentos del progreso científico, vinculándose no solo a la enseñanza, sino también a todas las formas de la investigación. Aquellos cortesanos, encargados y cuidadores de las colecciones particulares, comenzaron a formar parte de un conjunto de gente especializada que congregaba parte del personal estable de esos institutos. Nacían así los preparadores de los museos.

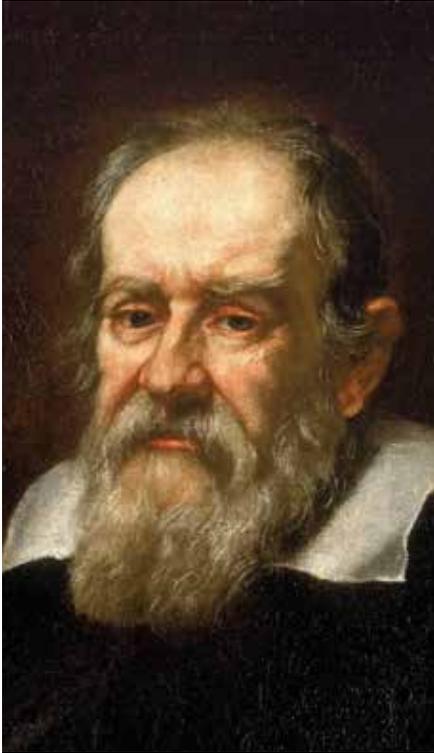
A fines del siglo XVI se reconocía que el estudio de las ciencias naturales era practicado por cultores que se hallaban apartados de la comunidad y se los consideraba como *curiosi rerum naturae o virtuosi*. Sus actividades particula-

res plantearon la necesidad de crear medios y vías de comunicación sobre los distintos hallazgos científicos e ideas que se sucedían y sirvieron de núcleo a la creación de sociedades científicas, institutos de investigación y museos. En Italia en 1609 surgió la primera de éstas con el nombre de “Academia de los Linceos” (Academia dei Lincei), relacionada con la mirada penetrante de dichos felinos. Allí se preparó la primera monografía importante sobre la Historia



Academia de los Linceos (Academia dei Lincei).

Natural de América, a la vez que llevaron a cabo la primera investigación sistemática de los seres vivos con ayuda de un instrumento que comenzaba a utilizarse exitosamente: el microscopio, instrumento bautizado con ese nombre por Demisiano en 1618. Desde la antigüedad se conocían las propiedades de aumento de las lentes de vidrio o cristal; ya en el siglo XIII la lupa era utilizada en la fabricación de tejidos y de objetos pequeños. Leonardo da Vinci efectuó cierto número de experimentos ópticos, seguido por otros, tales como Galileo Galilei (1564-1642) quién utilizó lentes en observaciones astronómicas, así como también sobre disecciones de insectos. Uno de los hechos sobresalientes en las investigaciones del siglo XVII fue la aplicación del microscopio a la observación de la naturaleza. En aquella época podían escogerse entre dos clases de microscopios: el sencillo, constituido por una lente montada y el compuesto, formado por una combinación de los mismos; tales instrumentos permi-



Galileo Galilei (1564-1642)

tieron a Robert Hooke (1635-1703) comparar las estructuras celulares de los troncos de las plantas actuales con otros fósiles, así como microestructuras de



Robert Hooke (1635-1703)

las conchas de moluscos fósiles y sus equivalentes actuales. Posteriormente, el holandés Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) quién construía sus propios microscopios sencillos, lentes y accesorios, eliminó la “aberración cromática” dando a los instrumentos mayor poder de resolución en la observación. Sus



Anton van Leeuwenhoek (1632-1723)

investigaciones sobre el estudio de la estructura de los tejidos orgánicos lo erigieron como el fundador de la histología. La creación de la técnica microscópi-



Microscopio sencillo

ca marcó una etapa decisiva y así pudo observar las bacterias por primera vez en 1676, conduciendo rápidamente a nuevos descubrimientos, estimulando la curiosidad de los investigadores al propio tiempo que se convertía en una herramienta que los acostumbraba a la observación paciente, minuciosa y continua (Rostand, 1985).

Por la misma época comenzaron sus actividades dos de las más antiguas y prestigiosas sociedades científicas: la Royal Society (1662) en Inglaterra y la Académie des Sciences (1668) en Francia. Ambas tuvieron un comienzo parecido, nacieron a partir de conjuntos de investigadores agrupados en sociedades. Asociaciones semejantes se crearon en Italia, Alemania y Dinamarca. Durante el siglo XVIII dichas sociedades científicas proliferaron lentamente, aunque en forma continua y en el siglo XIX comenzaron a especializarse y sus nombres constituyeron legión (Singer, 1947).

La necesaria comunicación de los distintos grupos de investigadores dispersos en Europa creó órganos de difusión de los variados aspectos en estudio, naciendo así las primeras publicaciones científicas. Entre las primeras, podemos mencionar a las *Philosophical Transactions of the Royal Society* en Inglaterra y el *Journal des Scavans* en Francia, ambas de 1665.

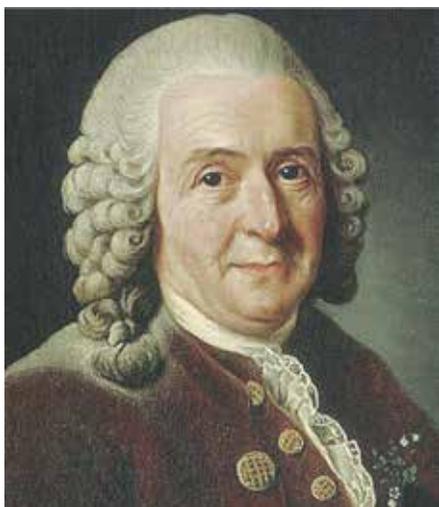
Hacia finales del siglo XVIII se hizo imperiosa la necesidad de disponer de revistas especializadas. Así, los *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle* que se iniciaron en 1802, constituyen el periódico biológico de importancia más antiguo de Francia y ha seguido hasta nuestros días con diversos cambios de nombres. Cuvier y de Candolle colaboraron profusamente en sus primeros números. Pocos años después, en 1807, la Sociedad Geológica de Inglaterra inició la publicación de sus *Transactions*.

El incremento de los viajes de exploración en todo el mundo llevó a Europa una cantidad abrumadora de animales y plantas desconocidos, creando un problema en la catalogación y estudio de los materiales y obligando a organizar sistemas de clasificación de tipo universal, con el fin del entendimiento ecuménico de la labor de los biólogos.

Los viajes de estudio, las tareas de colección y observación de la naturaleza se comenzaron a organizar metódicamente y el número de especies biológicas se acrecentó rápidamente durante el siglo XVII. John Ray (1627-1705) y Francis Willughby (1635-1672), fueron dos de los científicos más importantes de ese momento; realizaron largos viajes por Europa, siendo pioneros en anotar sobre los hábitos de las especies vivas y sus hábitats. Al comenzar sus estudios, encontraron que no había sistema para identificar las diferencias existentes entre sí, -las plantas y los animales se clasificaban en orden alfabético según sus nombres- y comenzaron a realizar su propio sistema de clasificación, estableciendo la especie como unidad básica de la taxonomía, preparando el camino

a trabajos posteriores. Willughby publicó *Ornitología e History of Fishes*, mientras Ray dio a conocer su inmensa *Historia generalis plantarum* que abarcaba 18.000 especies vegetales. En sus estudios sobre los fósiles, fueron unos de los primeros en reconocer éstos como restos de animales y plantas que vivieron en otros tiempos, realizando anotaciones sobre lo que entonces se denominaba “piedras serpiente”.

Actualmente los naturalistas otorgan un nombre científico a cada especie conocida de animal o planta; dicho nombre es siempre latino y doble, práctica que se atribuye a Carl von Linné (1707-1778) con la denominación de nomenclatura binomial, quien fue efectivamente quién la aplicó, pese a la exis-



Carl von Linné (1707-1778)

tencia de intentos parecidos con anterioridad. La gran obra de Linné, editada en 1758, fue su *Systema Naturae*, donde define términos como *Mammalia*, *Primates* y *Homo sapiens*. Cuando las generaciones posteriores de zoólogos y botánicos exploraron el mundo, pudieron clasificar los nuevos materiales aportados, a partir de los cuales posteriormente, comenzarían a aclararse las relaciones entre especies y las leyes de la evolución (Gribbin, 2001). Posteriormente –y como prueba al reconocimiento a su origen biológico- Linné incluyó a los fósiles en su sistema binomial de clasificación de los seres vivos y en su décima segunda edición de su *Sistema Naturae* (1768) propuso los nombres de *Ichthyolithus* y *Phytolithus*; algunos de éstos nombres, son utilizados en la actualidad como *Carpolithus* que es un término general dedicado a frutos y hojas fósiles.

Los progresos en la comprensión y significado de los fósiles estaban encuadrados en el antiguo paradigma catastrofista que incluía sucesivas creaciones y

cataclismos que cerraban ciclos en la historia de la vida. Sin embargo, muchos científicos de ese momento sostenían que la extinción de cualquier especie resultaría inconsistente con la bondad y perfección divinas. Es en éste momento que las ideas de la evolución realizan un considerable progreso a través de las especulaciones de Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) en sus trabajos: *Théorie de la Terre* (1749), y particularmente en *Epoques de la Nature* (1778). Bufón ocupó el cargo de superintendente del *Jardin du Roi* durante 41 años y fue el primer naturalista de los tiempos modernos que emitió con claridad la idea de que las especies no son permanentes, anunciando su creen-



Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788)

cia en la sucesión de faunas y floras, en la extinción de las formas antiguas y en períodos que requieren gran cantidad de tiempo para la mutación de las especies bajo la influencia de cambios ambientales. Buffon se atrevió a escribir una teoría de la tierra avanzada. Servía de base a ésta teoría el experimento realizado con las dos esferas metálicas calentadas hasta la incandescencia y en virtud del tiempo que tardaron en volver a enfriarse, estimó la edad de la tierra en 74.832 años y desde los cuarenta mil años podía según él, existir la vida en nuestro planeta. La contribución de Buffon destaca la intensidad con que la ciencia de finales del siglo XVIII trataba, a partir de los réstos fósiles, la creciente importancia de las pruebas relacionadas con la antigüedad de la vida en la Tierra. Pasados veinte años, su discípulo y sucesor Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) hablaba ya sin reservas de “tiempos ilimitados, miles y aún millones de siglos”. Los aportes de Lamarck son numerosos, destacándose la gran *Histoire naturelle des animaux sans vertebres* aparecida en siete volúmenes entre 1815 y 1822 y la *Filosofía zoológica* en la que desarrolló la primera teoría



Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829)

positiva de la evolución de los seres vivos. A diferencia de Cuvier que sostenía la inmóvilidad de las especies, Lamarck creía firmemente en la descendencia con modificaciones y sus estudios en el campo de la botánica y la zoología lo llevaron a proponer el término “Biología” para designar éste estudio unificado. También quedó en claro que, por principio, los procesos pasados no pueden ser observados, solo quedan sus resultados.

Los viajes de exploración en Europa se extendieron y el zoólogo alemán Peter Simon Pallas, entre 1769 y 1795 recorrió el norte de Asia por encargo de la corte imperial rusa y volvió de éstas dilatadas expediciones con una serie de grandes animales fósiles, huesos de mamut y réstos de un rinoceronte lanudo que aparecieron entre los hielos siberianos. Las exploraciones en Europa contabilizaron asimismo su interés en las cavernas algunas de las cuales fueron excavadas encontrándose fauna fósil junto a elementos culturales humanos.

Las colecciones de réstos naturales, primero originadas en residencias de los poderosos, pasaron luego a convertirse en bienes de los estados, grandes y pequeños. Surgieron así instituciones que comenzaron a aglutinar personajes interesados en diversos aspectos de las ciencias naturales, entre ellos la paleontología. Se crearon a su vez publicaciones especializadas que difundían las ideas de éstos grupos de investigadores, a la vez que surgían ideas sobre la clasificación de los diversos materiales que se acumulaban en las colecciones

particulares y los museos, creados recientemente como instituciones públicas, normalmente dependiendo del estado. La expansión del conocimiento geográfico trajo aparejado la recepción en éstos museos metropolitanos de importantes cantidades de materiales que cubrían todas las ramas de las ciencias naturales. Así, se desarrolló la necesidad de crear en esas instituciones, grupos de técnicos que ayudaran en la preparación, cuidado y mantenimiento de los diversos materiales. En el campo de la paleontología, sumado a las tareas de despojar a los restos del sedimento que los envolvía, debían crearse y formarse equipos integrados por personal que adoptara diversos procedimientos, herramientas y productos apropiados en el fortalecimiento y protección de los materiales recuperados.

Instalada como un poderoso imperio, España desarrolla en América varias investigaciones. Según Montero y Dieguez (1998), la Real Casa de la Geografía y Gabinete de Historia Natural (¿1752-1773?) cuyas referencias son escasas, eran las receptoras de las colecciones, sobre todo de material americano. Ésta Institución es el antecedente del Real Gabinete de Historia Natural, nacido en 1771, cuando Carlos III compro la colección Franco Dávila para formarlo, aunque se cree que el material paleontológico era escaso y desatendido. El Gabinete será finalmente el Museo Nacional de Ciencias Naturales y su historia puede dividirse en varias etapas: 1) Entre 1771 y 1808, bajo la dirección de Franco Dávila y José Clavijo se incrementaron las colecciones, que no llegan a nuestros días. En 1776, se dan a conocer las “Instrucciones” para proveer de ejemplares de los Virreynatos y la península, tales como el *Megatherium* de Luján y placas de gliptodonte de la misma procedencia, como también una colección cubana. Desde 1808 el Gabinete suspende sus relaciones científicas con todo el mundo a raíz de la invasión napoleónica, que se prolonga hasta 1845, acontecimiento que produce un fuerte retroceso institucional y ningún incremento de las colecciones. A finales de éste período, el Gabinete se incorpora a la Facultad de Filosofía. 3) Entre 1846 y 1895, el mismo se traslada al Palacio de Bibliotecas y Museo. Aparecen catedráticos como Graells, Vilanova y Piera, la institución gana prestigio y las colecciones se incrementan.



# Primeros albores de la paleontología en América

## Una antigua raza de gigantes

La existencia de humanos gigantes está profundamente enraizada en la mitología de los distintos pueblos de la Tierra, así como en los relatos bíblicos, como en los de la antigüedad grecoromana, sin olvidar, en épocas recientes, su vinculación con civilizaciones extraterrestres. No puede resultar extraño entonces desde el siglo XVII, o aún en los comienzos del XX, cuando la paleontología era una disciplina incipiente, los hallazgos de grandes huesos fosilizados fueran vinculados con éstas “razas” de gigantes. Eso era lo que indicaba el “sentido común” de las personas cultas de ese tiempo y en ese contexto debe ubicarse lo que sigue, poniendo en valor las explicaciones que trataban de desechar esos viejos conceptos. La primera noticia sobre la presencia de un vertebrado fósil en América se debe a Bernal Diaz del Castillo, un ex capitán de las fuerzas de Hernán Cortés que habían conquistado México. En su *Historia verdadera de la conquista de la nueva España*, Diaz relataba en 1519, que los conquistadores habían visto en Tlaxcala, al éste de la ciudad de México, unos huesos enormes que los nativos atribuían a humanos gigantes; los restos, conocidos desde época prehispánica, tuvieron connotación mitológica y fueron empleados en ofrendas religiosas o empleados en la construcción de artefactos especiales (Carreño y Montellano-Ballésteros, 2005). Como evidencia, Diaz había traído un hueso tan alto como él. En realidad, era el fémur de un mastodonte, un animal extinto desconocido en esos tiempos. El texto del relato que figura en la sección que lleva el título “Como Cortés preguntó a Maseescasi y a Xicotenga por las cosas de Méjico”, es el siguiente: “Dijeron que les habían dicho sus antecesores, que en los tiempos que había allí entre ellos poblados hombres y mujeres muy altos de cuerpo y de grandes huesos, y

porque eran muy malos y de malas maneras los mataron peleando con ellos, y otros que de ellos quedaban se murieron. Y para que viésemos qué tamaños y altos cuerpos tenían, trajeron un hueso y zancarrón de uno de ellos, y era muy grueso, el alto tamaño como un hombre de razonable estatura; y aquel zancarrón era desde la rodilla hasta la cadera. Yo me medí con el y tenía gran alto como yo, puesto que soy de razonable cuerpo. Y trajeron otros pedazos de lienzos como el primero; mas éstos ya comidos y desechos. Todos nos espantamos de ver aquellos zancarrones, y dimos por cierto que hubo gigantes en aquella tierra. Nuestro capitán Cortés nos dijo que estaría bien enviar aquel gran hueso a Castilla para que lo viese su Majestad, y así lo enviamos por los primeros procuradores que fueran”. Los materiales fueron remitidos a Madrid, donde pasaron a formar parte de las colecciones del Real Gabinete de Indias. En América del Sur, el primer registro de un vertebrado fósil se debe al jesuita José de Acosta quien estuvo en Perú entre 1571 y 1587. En 1590, Acosta publicó un extenso trabajo sobre las Indias que incluía, entre otros temas, la historia natural de Perú, y en la que incluía la descripción de huesos gigantes que también podrían haber sido de mastodontes. Otro testimonio escrito sobre el hallazgo de esos supuestos gigantes se debe a Gacilaso de la Vega, llamado el Inca. En 1609, de la Vega publicó en Córdoba, España, la Historia general del Perú, donde dejaba constancia de los hallazgos. De la Vega murió en 1616, convencido que en Perú existieron en una época anterior a la del imperio incaico dichos gigantes. Asimismo, el franciscano José Torrubia, en 1750, realizó observaciones sobre huesos gigantes en la villa de Anchuela, Honduras, que luego publicó en Italia; igual registro realizó el padre Juan de Velazco en su “Historia Natural del Ecuador” donde habla de la presencia, en varias localidades de huesos gigantes enterrados en diferentes niveles del suelo, dando lugar a las leyendas sobre gigantes. La naturaleza de esos gigantes fue aclarada por Georges Cuvier tiempo después en su “Gigantologie espagnole”.

### **Norteamérica, de la colonia a la independencia. Los primeros hallazgos**

Inglaterra fue la última potencia europea en llegar a América, fundando en Norteamérica en 1607 la primera colonia. Estados Unidos de América nació como nación 175 años después. Posteriormente se desarrolló hacia esos territorios una fuerte corriente inmigratoria. A diferencia de la colonización de otros países la inmigración desde Inglaterra no era patrocinada por el gobierno sino por grupos económicos que buscaban el lucro. Las colonias, fundadas por diversos motivos, se fueron desarrollando a ritmos diferentes, con economías, formas de gobierno y credos religiosos distintos, sin perder de vista el control externo proveniente de la corona británica, prevaleciendo en las mismas la idea del auto-

gobierno. Habiendo dejado atrás los atavismos de un orden feudal, los colonizadores se enfrentaron a obstáculos para desarrollar una sociedad con principios del liberalismo político y social. El pensamiento filosófico de éste liberalismo exaltaba los derechos individuales y las restricciones al poder del gobierno. Éstas ideas luego fructificarían en la Revolución Francesa.

Pese al aislamiento y al hecho de su condición de dependencia, no dejaron de manifestarse algunos personajes observadores de la naturaleza. Uno de los primeros hallazgos de fósiles conocidos en territorio de Norteamérica corresponde al Barón de Longueuil, quien en 1739 reportó restos encontrados en las riberas del Mississippi al sur de Illinois. Los restos fueron mencionados por el Cabinet du Roi en 1764 y su revisión definitiva en 1778 por Buffón que le da el nombre de *Mammuth americanum*. El primer coleccionista de fósiles en Norteamérica cuyo nombre se conserva es George Croghan inmigrante procedente de Dublín, Irlanda, desde donde emigró en 1741 a Pennsylvania. Por casualidad, tuvo Croghan conocimiento de que en el estado de Kentucky se habían hallado grandes huesos y dientes petrificados. En 1766 reunió una colección de éstos y luego quiso averiguar algo más sobre ellos. Pero en toda Norteamérica no le era posible encontrar a nadie que fuera capaz de decirle nada sobre los fósiles en cuestión. Así pues, Croghan envió su colección a Londres, donde la examinaron distintos expertos británicos. Los eruditos dictaminaron que los huesos y dientes enviados procedían de animales parecidos al elefante. Benjamín Franklin, que en esos momentos se encontraba en Inglaterra comparó los fósiles de Croghan con los colmillos y molares de elefantes del Viejo Mundo y con los mamuts siberianos, llegando a la conclusión que el “Mamut de Ohio” como se llamó a la especie americana, era diferente y separable de las restantes especies. Hoy sabemos que la colección de huesos de Croghan era de *Mastodonte*. El informe de Franklin indicaba que el “Mamut de Ohio” no tenía forzosamente que haberse extinguido y durante cierto tiempo corrió el rumor de que en regiones desconocidas del Nuevo Mundo había aún elefantes. Aún cuando el rumor no encontró confirmación, se deduce de las excavaciones arqueológicas para estudiar las viejas culturas indoamericanas y de sus representaciones plásticas, el Mastodonte americano se encontraba al parecer aún entre los vivos hace sólo unos milenios (Simpson, 1943).

En 1786, Lamarck y Geoffroy de Saint-Hilaire escribieron conjuntamente una carta a la Academia de Filadelfia, donde se referían en términos enfáticos a los “gigantescos huesos existentes a orillas del Ohio” rogando que se prestara atención a éste tipo de fósiles ya que “su exacto conocimiento es más importante para la investigación de la historia geológica de lo que generalmente se cree”. Posteriormente Thomas Jefferson recogió la invitación, encargando al explorador William Clark que, junto con el secretario privado de Jefferson,

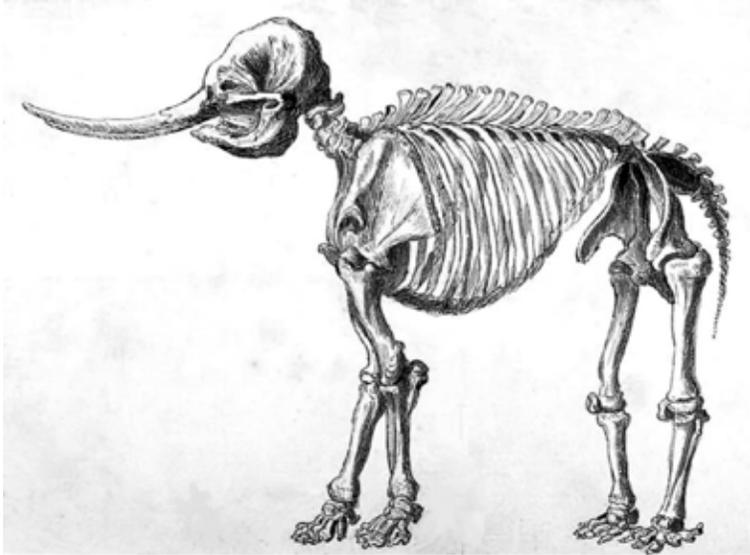
Merywether Lewis, habían abierto la ruta hacia el salvaje Oeste en la más famosa expedición de aquella época. El presidente Jefferson le tenía por el hombre más indicado para encontrar allí nuevos “Mamuts de Ohio” y otros fósiles. La región en que Clark recogió fósiles resultó ser un gran yacimiento que recibió el nombre de Big-Bone-Lack Region. Entre otras cosas encontró allí Clark alrededor de trescientos huesos de Mastodonte. La expedición de Lewis y Clark (1804-06) llegó finalmente a la desembocadura del río Columbia en el Pacífico. Para despertar el interés de sus compatriotas por las ciencias naturales y en especial por los fósiles, hizo Jefferson que los hallazgos de Clark se expusieran en la Casa Blanca, junto con huesos de un megaterio, peces y moluscos petrificados (Wendt, 1972).

El primer museo organizado en Norteamérica es el de la Library Society of Charleston en 1773; luego lo sucede uno que iba a tener gran influencia en la comunidad de los primeros años de ese país, se trata del Peale's Museum en Philadelphia en 1785, posteriormente denominado Philadelphia Museum. Charles Willson Peale, fundador de éste, artista y patriota, participó y documentó las tareas de extracción de los restos del *Mastodonte* en Ulster Country, proximidades de Nueva York. Se trata de la primera excavación registrada en suelo norteamericano y data de 1801. Los trabajos de extracción permitieron recuperar dos esqueletos del mencionado proboscideo. Uno de los esqueletos fue montado en el hall de la American Philosophical Society mientras el otro fue embarcado a Inglaterra exhibiéndose en Londres en Pall Mall, en 1802. También quedó registrado que el cráneo del animal fue reparado de una parte faltante con papel maché (Ellis, 1966). Peale dejó un excelente legado de ésta expedición: sus diarios, correspondencia, esquemas y el cuadro *The Exhumation of the Mastodon* en Ulster Country en 1806.

La historia del Museo Nacional comienza en 1846 cuando por orden del Congreso, el Gabinete Nacional de Curiosidades se traslada al Instituto Smithsonian. En 1879 un decreto establece que todas las colecciones de historia natural deben depositarse en el Museo Nacional

Algunos exploradores dejaron testimonio del reconocimiento que los naturalistas del país tenían de los restos fósiles. El franco canadiense Jean-Baptiste L'Heureux, que vivió largo tiempo con una tribu de la nación de los Pies Negros, dejó un informe, fechado en 1871 donde comenta que en un lugar de culto de los indígenas, éstos le enseñaron grandes huesos, que atribuían al “abuelo de los búfalos” (Sanz, 2007).

Thomas Jefferson, presidente de la American Philosophical Society, alienta al médico y anatomista Caspar Wistar, nombrado curador de esa institución a trabajar con restos de vertebrados fósiles. El médico publica sobre restos hallados en New Jersey a los que denomina *Megalonys jeffersoni*.



*El mastodonte del Museo Peale, como lo ilustra su hijo, Rembrandt.*

En 1802 un granjero de Massachussets descubrió huellas de forma aviana, que las creencias de la época atribuían al cuervo de Noé. En esas mismas tierras, treinta años despues, el clérigo Edward Hitchcock inició el estudio de las huellas de vertebrados terrestres y en 1836 publicó su primer artículo con el título de “Ornithichnology” (tratado de las huellas de las aves). En 1858 apareció su obra “Ichnology of New England” donde se estudian icnitas de 38 yacimientos. Su colección, compuesta por miles de huellas fue alojada en el Appleton Cabinet en Amherst donde permanece en la actualidad.

En 1849 John Evans colecciona en Dakota del Sur réstos que estudiará Joseph Leidy y que bautizará como *Merycoïdodon*. En 1853 se repiten los actores y exploradores con más réstos de mamíferos y tortugas fósiles.

Los primeros réstos de dinosaurios identificados en Norteamérica fueron realizados por Joseph Leidy en 1856. Los materiales habían sido hallados por el geólogo Ferdinand Hayden en el Cretácico de Montana. Leidy describió cuatro géneros nuevos, dos de ellos emparentados con otros de Europa. En 1830 se hallaron en Nueva Jersey huesos enormes, organizándose formalmente una excavación, que rescató gran parte del esqueleto del dinosaurio que se denominó *Hadrosaurus foulkii* y que fue el primero en ser montado en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia en 1868. Del ejemplar se realizaron copias que fueron exhibidas en la Universidad de Princeton, la Institución Smithsonian y el Real Museo Escocés de Edimburgo, convirtiéndose en el primer dinosaurio montado en Europa (Sanz, 2007). Éstas instituciones, comenzaron a atesorar

un patrimonio de ejemplares fósiles numeroso, haciéndose necesario efectuar comparaciones, así como montar ejemplares para la exhibición pública. De ésta manera nació la necesidad de copiar algunos de los más representativos ejemplares de esas colecciones. En ese contexto es que se edita un catálogo ilustrado de fósiles de los principales museos de Europa y Norteamérica, donde cada ejemplar iba acompañado de una breve descripción (Ward, 1866).

## La época virreinal en la América española

A partir del siglo XV casi la total territorialidad de América del Sur dependía de una de las más arcaicas naciones de Europa, donde la corona de Castilla había administrado y organizado sus Indias con el casi único objeto de la búsqueda del metal precioso. Actitud que llevó al cruel despoblamiento indígena producido por la mita y al que le sucede la esclavitud de los negros provenientes de África. Las Indias españolas adquirieron así, la dimensión geográfica que va a permanecer casi sin cambios hasta la emancipación, es decir llega casi intacta hasta 1810. Además de la minería, se desarrollaron actividades artesanales y agro-ganaderas. La administración del imperio se subdividió de acuerdo con la riqueza que aporta cada territorio. En el Virreynato del Río de La Plata, merced al trabajo indígena de la tierra se desarrolla una agricultura proveedora de alimentos, mientras la explotación ganadera contó como mayor rubro exportador a los cueros y algo de carne salada. La colonia desarrolló un modo de vida señorial que conservó hasta el siglo XIX rasgos contradictorios de opulencia y miseria, donde el orden social de la colonia estaba dominado por rasgos feudales (Halperin Donghi, 1999).

España no poseía una industria lo suficientemente capacitada como para que la metrópoli asumiera plenamente el papel de proveedora de productos industriales para sus colonias, dando lugar a un intenso contrabando proveniente sobre todo de Inglaterra. Durante la segunda mitad del siglo XVIII, la población del litoral rioplatense creció en forma notable. Las grandes distancias entre ciudades hacen, que gran parte del transporte sea a través de rutas navegables (Halperín Donghi, *op. cit.*). La vida cultural quedó a cargo de la comunidad eclesiástica, fundamentalmente la Compañía de Jesús, que impartió clases a niños y realizó algunas observaciones sobre la geografía, el clima, la fauna y la flora. No escapa a sus integrantes el hallazgo de algunos réstos fósiles. Los jesuitas encontraron con frecuencia madera petrificada y réstos de vertebrados en las barrancas de los ríos Paraná, Uruguay y tributarios. Según consta en varios de sus escritos –algunos de tipo anecdótico, con descripciones someras y otros más extensos y pormenorizados –del hallazgo de éstos- y entre ellos debemos mencionar a Alonso de Ovalle, Nicolás du Toit, Antonii Sepp,

Pedro Lozano, José Guevara y Thomas Falkner (Ottone 2008). Pero es el jesuita José Sanchez Labrador (1717-1798) quién deja una extensa obra dedicada a las ciencias naturales con su *Paraguay Natural*. En la primera parte de éste incluye tres libros, el primero trata sobre sedimentos, minerales, rocas y fósiles, y a comienzos de éste, dedica un capítulo a las montañas, donde refiere que la tierra es heterogénea y está formada por capas o estratos, ricos a veces en petrificaciones animales y vegetales, y que los montes pueden ser antiguos o antediluvianos, formados bien por compresión o dilatación del terreno, o posteriores al Diluvio, formados por vulcanismo. También considera que hay “fósiles” que no pertenecen a la tierra, sino que son producciones del reino vegetal y animal, tales como conchillas. Y al referirse a la existencia de impresiones de animales y vegetales en las “piedras” el autor asevera el origen de éstas a “la regularidad de casi todas las impresiones cotejadas con sus análogos vivientes, hace presumir que éstas plantas nadaron en agua barrosa, muy densa, sobre las cuales cayó tierra que recibió la impresión”. El jesuita partió al destierro en la fragata “Esmeralda” en 1767, instalándose en Europa donde se dedica a la redacción de sus trabajos, muriendo en Rávena en 1798. El *Paraguay Natural* es una obra que vió la luz en los años previos a la publicación de una serie de textos capitales que serían los que habrían de modelar el pensamiento geológico moderno. La obra de Sanchez Labrador antecede en varias décadas a la obra de James Hutton y su *Theory of the Earth*, así como de los primeros mapas geológicos de William Smith, trabajos que junto a *Principes of Geology* de Charles Lyell implicaron un cambio de paradigma en el pensamiento geológico en general y de la estratigrafía en particular (Ottone, 2008). En cuanto a las observaciones geológicas, los territorios del Virreinato del Río de La Plata ofrecieron escasa información, debido a la carencia de importantes yacimientos metalíferos. Dichas observaciones fueron circunstanciales de viajeros religiosos. Sin embargo, existe un informe proveniente de un profesional de la geología y la minería; se trata del relato de viajes del alemán Anthony Sacaría Helms. El trabajo de 1798 es una fuente de observaciones geológicas y mineras de Argentina y sur de Bolivia. Helms describe por primera vez rocas ígneas, sedimentarias, metamórficas, así como discordancias, fallas, placeres aluviales, menas minerales, evaporitas y cuestiones tectónicas en un sentido moderno (Alonso y Egenhoff, 2008).

## Los gigantes en el Río de La Plata

Entre los primeros réstos de mamíferos fósiles descubiertos en la Argentina se encuentran aquéllos que habían sido atribuidos a una raza de humanos gigantes. Así, en la segunda mitad del siglo XVI, el fray Reginaldo de Lizárraga decía: “Tres leguas de la ciudad (se refiere a Córdoba) el río abajo, en las ba-

rrancas del, se han hallado sepulturas de gigantes, como en Tarija”. Otro hallazgo de supuestos gigantes había realizado Esteban Alvarez del Fierro, capitán de la fragata de guerra española “Nuestra Señora del Carmen”, la que estaba anclada en el puerto de Buenos Aires y próxima a partir de regreso a España. Del Fierro se presentó en 1766 con un escrito ante el Alcalde de Buenos Aires, Juan de Lezica y Torrezuri, expresándole que en Arrecifes se encuentran unos sepulcros de racionales con una estatura gigante. En ese escrito, del Fierro solicitaba el envío de varias personas entendidas con el fin de que reuniesen ese material. Poco después arribaron a Arrecifes los enviados del alcalde y procedieron a extraer los restos óseos de dos sitios con “sepulcros o sepulturas”, uno que se encontraba en la estancia de Luna, a orillas del arroyo del mismo nombre, actual límite entre los partidos de Arrecifes y Capitán Sarmiento, y el otro en la estancia de Peñalva, sobre el río Arrecifes.

Los huesos fueron llevados a Buenos Aires para embarcarlos con destino a España. Previamente fueron examinados por tres cirujanos: Matias Grimau, Juan Parán y Ángel Casteló, quienes deberían decir ante escribano público si eran o no de persona humana, según su saber y entender. Sólo uno de ellos, Grimau, opinó bajo juramento que los restos eran humanos, ya que: “no se halla en los brutos semejante figura y deformidad agigantada y según tradición de los antiguos, ha oído decir con el motivo de haberse hallado éstos huesos, de que había unos hombres muy altos y corpulentos, por lo que no extraña sean los referidos huesos de éstos hombres...” Una vez en España, los académicos de la Real Academia de la Historia dictaminaron que los huesos no eran de “racionales”, y que probablemente pertenecían a algún animal parecido al elefante. El dictamen de los académicos españoles no era erróneo, ya que los restos en cuestión pertenecían a mastodontes, parientes extintos de los elefantes cuyos enormes molares se asemejan a los humanos.

En su obra *Historia de la conquista del Paraguay*, el jesuita Padre Guevara hacía referencia a los fósiles descubiertos a orillas del río Carcaraña, en la provincia de Santa Fe, de la siguiente forma: “Sin embargo, hay algunas cosas dignas de particular relación. Los Gigantes, torres formidables de carne, que en sólo el nombre llevan el espanto y asombro de las gentes, provocando ante todas cosas, nuestra atención. No se hallan al presente, pero antiguos vestigios que de tiempo en tiempo se descubren sobre el Carcaraña y otras partes evidencian que los hubo en tiempo pasado. Algunos convencidos con las reliquias de esos monstruos de la humana naturaleza no se atreven a negar claramente la verdad; pero retrotraen su existencia al tiempo diluviano. Yo me empeñaré en probar que los hubo antes del diluvio; pero es muy verosímil, que después de él, poblaron sobre el Carcaraña, y que en sus inmediaciones y barrancas tuvieron el lugar de su sepultura”.

Lo cierto es que de éste sitio se sacan muchos vestigios de cráneos, muelas y canillas, que desenterran en las avenidas, y se descubren fortuitamente. Hacia el año 1740, ví una muela grande como un puño, casi del todo petrificada conforme en la exterior contextura a las muelas humanas, y solo diferente en la magnitud y corpulencia. En el año 1755, D. Ventura Echeverría mostró en el Colegio Seminario de Nuestra Señora de Monserrat una canilla dividida en dos partes, una gruesa y larga, que según reglas de buena proporción, a la éstatura del cuerpo, correspondían ocho varas; como éste caballero es curioso y amigo de novedades, ofreció buen premio al que le desenterrase las reliquias de aquel cuerpo agigantado. Puede ser que el estipendio aliente para éste y otros descubrimientos, en los cuales el orbe literario interesa novedades que amenizan sus tareas”. En cuanto al tamaño de éstos seres, el Padre Guevara comentaba: “Sobre la éstatura de los gigantes es necesario discurrir con alguna variedad. Hay en éste gremio unos mayores que otros, como entre los hombres de mediana éstatura. Las reliquias que de ellos nos han quedado arguyen notable variedad de éstatura. Que altura tan desmedida no corresponderá a aquel gigante cuyo cráneo se abría en una circunferencia tan dilatada, que metiendo una espada por la cavidad de los ojos apenas alcanzaba el cerebro, como testifica el ya nombrado D. Lorenzo Suarez de Figueroa, testigo ocular de la experiencia. Por la canilla de otro, hecho geoméricamente el cálculo, se infiere una éstatura tan elevada, que incado de rodillas en el pretil de la iglesia del Colegio Máximo de Córdoba, alcanzaría a recostarse de codos sobre el umbral de la ventana del coro, que tendrá doce para catorce varas de altura”.

### **La tierra hace crecer los huesos**

Uno de los sitios en los que se realizaron hallazgos de “gigantes” es Tarija, Bolivia. En el periódico *Telégrafo Mercantil Rural, Político, Económico e Histórico del Río de La Plata* del 15 de agosto de 1802, bajo el título *Fenómeno*, se da una explicación al tamaño agigantado de los huesos hallados en esa localidad: “El terreno de la Villa de Tarija, tiene la virtud de acrecentar excesivamente los huesos. Enterrado un cadáver de regular éstatura, si se saca despues de algún tiempo se encuentran los huesos sumamente crecidos, por lo cual están algunos creídos que en aquella tierra hubo Gigantes y bajo éste propio concepto D. Matías de Baulen, vecino de dicha Villa, y natural de Canarias, llevó a Lima el año de 1768 un esqueleto en 4 cajones grandes, que le presentó al Exmo. Señor Virrey de aquel Reino D. Manuel de Amat, y obtuvo en premio el corregimiento del Cuzco. Pero examinados bien por varios facultativos, es visto que tales Gigantes nunca los produjeron éstos países, y que la magnitud de los huesos proviene de que aquella tierra tiene la secreta virtud de dilatar-

los y engrosarlos hasta aquel grado en que conservan su intrínseca sustancia, pues acabada ésta, como ya no tiene en que obrarla de la tierra, se reducen en polvo. De ésta propia especie eran los huesos que trajeron a Buenos Aires de los confines de Luján, los cuales se remitieron a la Corte pocos años, hace y han dado ocasión a que se escriba que las Provincias Argentinas abundaban de Gigantes, y es falso”. Ésta curiosa explicación, que trata de contrarrestar la antigua idea de una raza de gigantes poblando la tierra, tiene un antecedente. En 1787, Pedro Vicente Cañete y Domínguez, un interesante personaje colonial licenciado en teología y abogado, escribe sobre el mismo tema. Dice en una parte de su “*Guía histórica, geográfica, física, política, civil y legal del gobierno e intendencia de la provincia del Potosí*” que “Debe pues inferirse que agregando a éste principio (el jugo lapidífico, responsable del crecimiento de los huesos) el movimiento, el calor, una circulación continuada y una especie de fermentación insensible, fueron todas éstas causas juntas formando en el decurso de muchos siglos el crecimiento o aquella admirable vegetación de los huesos del gigante de Tarija, pareciendo ahora monstruoso a nuestra vista, un esqueleto que en su principio tal vez sería de un tamaño regular o, aunque extraordinario, no monstruoso”.

Ciertamente, ambas explicaciones son estrictamente similares. O se trata de una notable coincidencia o la nota anónima del “*Telégrafo Mercantil*” no es más que una repetición algo modificada de la idea de Cañete y Domínguez, sin citar la fuente. Si esto último es correcto representaría un interesante antecedente de ésta actual y frecuente “costumbre” periodística.

## El descubrimiento del primer gliptodonte

Entre 1739 y 1779, el médico, naturalista y jesuita inglés Thomas Falkner (1702-1784) recorrió la Patagonia y las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Tucumán. En 1760, Falkner realizó el primer descubrimiento de restos de un gliptodonte -pariente de los armadillos y provisto de un grueso caparazón rígido-, a orillas del río Carcaraña. El relato de éste hallazgo figura en su libro *Descripción de la Patagonia*, publicado en Inglaterra en 1774, y su texto es el siguiente:

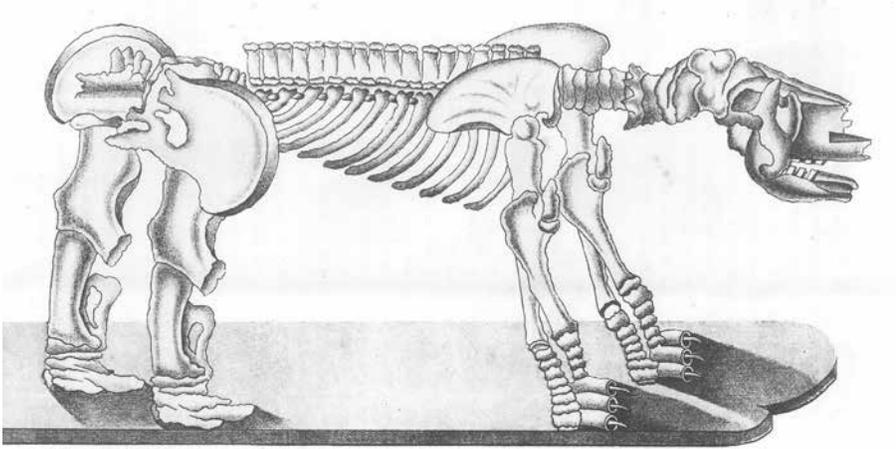
“En los bordes del río Carcaraña, o Tercero, como a unas tres o cuatro leguas antes de su desagüe en el Paraná, se encuentra gran cantidad de huesos de tamaño descomunal, y que parece son humanos, unos hay que son de mayores y otros de menores dimensiones, como si correspondiesen a individuos de diferentes edades. He visto fémures, costillas, esternones y fragmentos de cráneos, como también dientes, y en especial algunos molares que alcanzaban a tres pulgadas de diámetro en la base. He oído decir que se hallan huesos como

éstos en las orillas de los ríos Paraná y Paraguay, como lo mismo en el Perú. El historiador indígena Gracilazo de la Vega Inga hace mención de esos huesos en el Perú, y nos cuenta que, según la tradición de los indios, unos gigantes habitaban antiguamente éstos países, y que fueron destruidos por Dios por el delito de sodomía. Yo en persona descubrí la coraza de un animal que constaba de unos huesecillos en forma de hexágonos, cada uno de ellos del diámetro de una pulgada cuando menos; y la concha entera tenía mas de tres yardas de una punta a la otra. En todo sentido, no siendo por su tamaño, parecía como si fuese la parte superior de una armadura de un armadillo; que en la actualidad no mide mucho más que jeme de largo. Algunos de mis compañeros también hallaron en las inmediaciones del río Paraná el esqueleto entero de un yacaré monstruoso: algunas de las vértebras las alcancé a ver yo, y cada una de sus articulaciones era de casi cuatro pulgadas de grueso y como de seis de ancho. A hacer el examen anatómico de los huesos me convencí, casi fuera de toda duda, que éste incremento inusitado no procedía de la acreción de materiales extraños, porque encontré que las fibras óseas aumentaban en tamaño en la misma proporción que los huesos. Las bases de los dientes éstaban enteras, aunque las raíces habían desaparecido y se parecían en un todo a las bases de la dentadura humana. Y no de otro animal cualquiera que haya yo jamás visto. Éstas cosas son bien sabidas y conocidas por todos los que viven en éstos países; de lo contrario, no me hubiese yo atrevido a mencionarlas”.

La primera descripción formal de un gliptodonte se realizó recién en 1838, cuando el naturalista inglés Sir Richard Owen, basándose en un espécimen hallado en el río Matanza, partido de Cañuelas, provincia de Buenos Aires, fundó el género *Glyptodon* (al que seguramente pertenecía la coraza descrita por Falkner) y la especie *Glyptodon clavipes*.

En 1787, el fraile dominico Manuel de Torres desenterró de las barrancas del río Luján los restos óseos de un megaterio, un gigantesco animal extinguido emparentado con los Pérezosos actuales.

Las tareas de extracción de éste fósil fueron muy lentas debido a que Torres no permanecía constantemente en Luján (debía atender su ministerio en el Convento de Buenos Aires) y a su preocupación científica por documentar las condiciones del hallazgo. Así, en una carta que dirigió al Virrey Nicolás del Campo, Marqués de Loreto, el 29 de abril de 1787, unos dos meses después de que iniciara la excavación, Torres le pidió un dibujante: “...para que lo extraiga al papel; porque de otro modo, pienso se malogrará todo el trabajo y V.E. se privará del gusto de ver una cosa muy particular; respecto a éstar sumamente tiernos los huesos, y el sol no calentar nada para que se sequen, porque están en un lugar que vierte agua. Haciendo un mapa o éstado de ellos, no dudaré que por él se podrán acomodar después, aunque se quiebren, o cuando menos,



Restos óseos de un megaterio, imagen de la época.

saber su figura o magnitud”. Al día siguiente, el Virrey le manifiesta su apoyo en una carta, en la que al final dice “aplaudiendo yo entretanto su celo a favor de éstos útiles descubrimientos”. Ese mismo día, el Virrey designó al teniente del Real Cuerpo de Artillería Francisco Javier Pizarro como la persona indicada para proceder “a sacar puntual dibujo antes que se mueva, y arriesgue la dislocación o fractura de sus partes, sacando también sus dimensiones en detalle”. Dicha tarea fue realizada entre el 30 de abril de 1787 y el 2 de julio de 1788 (Mones, 1998).

Pero entre Pizarro y Torres se había producido un rozamiento. En una carta que envió al Virrey el 9 de mayo de 1787, el sacerdote decía: “Pero V.E. mejor que nadie sabe la injusticia con que éste hombre me calumnia... lo que ha llenado las medidas del sentimiento, es haberme imputado el crimen de embustero... Cuanto he dicho a V.E. es tan cierto como lo más, que hombre ha dicho en éste mundo. No quiero que se den crédito a mis palabras, sino a las obras, con que lo haré ver en breves días”. Al día siguiente, apurado en probar al Virrey la veracidad de su descubrimiento, Torres comenzaba a recoger los huesos. El 27 de junio, Torres anunciaba al Virrey por carta que había encontrado media cadera. Arribados los huesos a Buenos Aires, se procedió a montarlo por partes con la colaboración de “varias personas inteligentes”. El esqueleto fue enviado a España el 2 de marzo de 1788 en siete cajones, con una extensa nota del Virrey y un dibujo atribuido al general portugués, al servicio de España, Custodio de Saa y Faría, que posiblemente fue una copia de la lámina del teniente Pizarro. Fue tal el interés que despertó éste enorme esqueleto de cerca de cinco metros de largo, que el rey Carlos III pidió que se “procure por cuan-

tos medios sean posibles averiguar si en el partido de Luján o en otro de los de ese virreinato, se pueda conseguir algún animal vivo, aunque sea pequeño, de la especie de dicho esqueleto, remitiéndolo vivo, si pudiese ser, y en su defecto disecado y relleno de paja, organizándolo y reduciéndolo al natural con todas las demás precauciones que sean oportunas, a fin de que llegue bien acondicionado, y tenga S.M. la complacencia de verle en los términos que desea”. El fósil fue llevado al Real Gabinete de Historia Natural de Madrid, donde se hizo cargo del mismo Juan Bautista Brú de Ramón y Garriga (1740-1799), “pintor y primer disecador” del Gabinete de Historia Natural de Madrid. Brú limpió y reparó los huesos y montó el esqueleto en una pose más o menos similar a la que tenía en vida en un plazo de seis años. En el montaje abundaban las imprecisiones y los errores; algunas piezas fueron serradas, otras rellenas con ma-

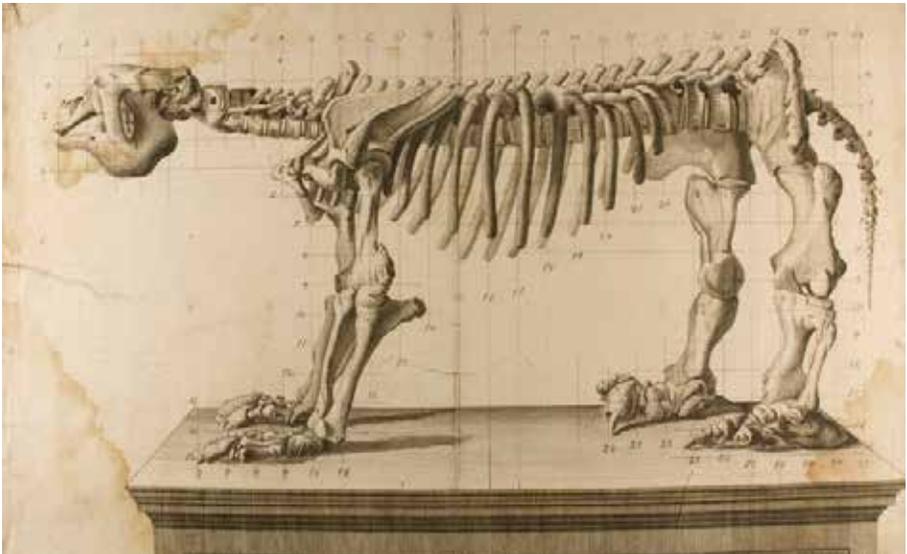


Figura del esqueleto montado en Madrid.

dera, corcho y alambre. El esqueleto de éste megaterio se conserva actualmente en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, siendo el primer vertebrado fósil montado para fines de exhibición. En 1795, un oficial de las Indias Occidentales Francesas en Santo Domingo, llamado Philippe Rose Roume, viajó desde esa isla a Francia pasando por España. En Madrid, Roume pudo obtener las pruebas de impresión de una publicación futura de Brú sobre el fósil de Luján. Roume envió esas pruebas al recientemente fundado Instituto de Francia, del cual era miembro, las que fueron entregadas al naturalista Georges Cuvier que entonces tenía sólo 26 años. El joven Cuvier escribió inmediatamente la

que sería la primera de muchas publicaciones sobre vertebrados fósiles, cuyo título era “*Noticia sobre un esqueleto de una especie de un cuadrúpedo desconocido hasta ahora, hallado en Paraguay y depositado en la colección de historia natural de Madrid*”. Éste artículo fue publicado en 1793 en el *Magazín encyclopedique; ou journal de sciences, des lettres et des arts* e incluía “una mala copia de la figura del esqueleto completo”. Cuvier había atribuido erróneamente la localidad de Luján al Paraguay. De ésta forma, éste mamífero se convirtió en el primer vertebrado fósil del Nuevo Mundo conocido por la ciencia.

Cuvier, que nunca había visto los huesos del animal con los que fundó la especie *Megatherium americanum* (gran animal de América), obtuvo prioridad en la publicación de su descripción. El estudio anatómico, acompañado de excelentes ilustraciones que había realizado Brú en Madrid en 1793, quedó así prácticamente en el olvido. Cuvier fue el primero en reconocer que los Pérezosos, osos hormigueros y armadillos no son formas monstruosas ni caricaturas de animales, sino los “últimos réstos de otro orden de cosas, los supervivientes de otra situación de la Naturaleza, cuyas ruinas debemos buscar en el interior de la Tierra, criaturas que por algunas razones misteriosas escaparon a las consecuencias de las catástrofes que destruyeron a todos sus contemporáneos”. Al mismo tiempo, Cuvier podía mencionar un hecho que subrayaba su punto de vista. En el año 1795 presentó a la Academia de Ciencias de París las pruebas sacadas a mano de una lámina en la que se veía el esqueleto de un Pérezoso gigantesco. Por la descripción aneja, el animal debió ser tan corpulento como un elefante. El hallazgo y extracción del esqueleto de *Megatherium* por parte del padre Torres y colaboradores, es un hecho significativo en la América colonial. Se concatenaron aquí inquietudes científicas con un singular apoyo por parte de las autoridades, encabezadas por el virrey Marqués de Loreto. Como bien señala Julián Cáceres Freyre en su “Contribución a la historia de la ciencia argentina”, publicado en 1973, es: “Increíble, éste celo y celeridad del virrey en acceder a un pedido del día anterior en pro de la ciencia. Ojalá hoy día existiera en nuestra burocracia administrativa, casos similares de rapidez expeditiva y colaboración generosa. Pensar que estamos relatando un acontecimiento de 1787, en plena “colonia oscurantista”.

Existe otra simpática descripción del *Megatherium*, llevada a cabo por el ayudante del encargado del Real Gabinete de Historia Natural de Madrid. Se trata de una suscita nota publicada por Don Joseph Garriga, Capitán de Ingenieros Cosmógrafos de Estado (1796): “Si se examina el esqueleto en general, y según se presenta armado sobre un pedestal grandioso en una sala de petrificaciones de éste Real Gabinete, presenta sin duda a los ojos de un naturalista uno de los espectáculos más vistosos, alhagueños, y agradables, que pueden caber en la imaginación. La corpulencia y enorme volumen, que resulta de

todo el conjunto de sus huesos, es tan pasmoso y admirable que será menéster ser absolutamente de una naturaleza destituida de la posibilidad aun de sentir aquel que no quede movido y sorprendido a vista de tan vasta mole, y que no se reconozca interiormente estimulado de llegarse a examinar curioso un tan raro y singular prodigio”.

Por la misma época, son varios los autores que mencionan la presencia de réstos de maderas y troncos fósiles en afloramientos de los ríos y arroyos del territorio del Virreinato. Uno de ellos es Félix de Azara, quién recorre parte del territorio nacional y menciona por primera vez el hallazgo de troncos fósiles a orillas de los ríos Paraná y Uruguay. Posteriormente el naturalista francés Alcide d’Orbigny quién visita diversos sitios del Virreynato del Río de La Plata, publica sobre la presencia de réstos de maderas fósiles a orillas del río Paraná, así como también a orillas del río Negro, en proximidades de Carmen de Patagones, siendo el primer autor que reconoce formalmente la presencia de plantas fósiles en Argentina (Ottone, 2001). Posteriormente, Charles Darwin mencionó tres sitios con plantas fósiles en territorio argentino: sobre las barrancas del Paraná, en los afloramientos terciarios del río Santa Cruz y en el triásico de la provincia de Mendoza.

Tiempo despues, invitado por Germán Burmeister, director del Museo Nacional, el geólogo Alfred Stelzner recorre las provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza (1872-73), coleccionando fósiles vegetales que envía al especialista Geitnitz, quién estudia y publica en Alemania (1876) sobre el material argentino, marcando así un hito en la paleobotánica de Argentina.



# Época Contemporánea – Siglo XIX

## El concepto de Paleontología y su desarrollo en Europa. De Cuvier a Darwin

### Las primeras técnicas

El siglo XIX fue un momento de grandes cambios en todas las actividades de Europa. La actividad política se caracterizó por el nacimiento de las democracias censitarias en detrimento de las monarquías absolutistas. La Revolución Francesa fue el motor de la expansión de ideas republicanas y liberales, surgiendo las posiciones políticas de izquierda y derecha. Europa se vio envuelta en restauraciones monárquicas y revoluciones. Surgieron y se desarrollaron las ideologías sociales y el movimiento obrero. El reparto de inmensos territorios en África y Asia por parte de las potencias europeas llevó a una competencia imperial que culminaría en la Primera Guerra Mundial. Los países más destacados en la usurpación de territorios fueron el Reino Unido, Francia y Alemania, seguidos por Italia, Portugal y España, llegando a ocupar unos 23 millones de km<sup>2</sup>. Las tendencias del pensamiento se ven representadas por dos corrientes: el Positivismo y el Materialismo histórico. La primera concibe el desarrollo de la historia como una sucesión de procesos ordenados, mientras que la segunda concibe la historia como el resultado de los conflictos entre los estratos sociales o lucha de clases.

Dos etapas caracterizan el siglo de la revolución industrial, provocando profundos cambios en la economía y la tecnología, la primera entre 1750 y 1840 y la segunda entre 1880 y 1914. La revolución industrial fue un proceso de aceleración del crecimiento económico acompañado de una profunda transformación en la producción y la estructura de la sociedad. Dicho proceso se desarrolló primero en las Islas Británicas y se extendió luego por Europa.

Representó el avance de la industrialización sobre la producción agraria y el desarrollo espectacular de la economía capitalista, el estímulo constante a la innovación científica y tecnológica aplicada a la producción, la revolución de los transportes y las comunicaciones, la expansión comercial de las naciones industrializadas y el despliegue del imperialismo sobre los pueblos menos desarrollados, sobre todo de Asia y África. Produjo asimismo el desencadenamiento de grandes movimientos migratorios, la reestructuración de las relaciones sociales, erigiendo una nueva sociedad burguesa y el surgimiento del movimiento obrero.

Durante la segunda etapa de ésta revolución, se agregan nuevas tecnologías con la aparición del telégrafo y la navegación a vapor, al mismo tiempo que se produce el relevo del carbón y el hierro por el petróleo, la electricidad y el acero. A finales del período se inicia el desarrollo de la industria automotriz y los comienzos del transporte aéreo y las comunicaciones, con el advenimiento del teléfono y la radio. La industria química muestra un proceso de auge. Durante la segunda etapa, dos potencias extraeuropeas se sumaron a éste esquema de producción tecnológica: Estados Unidos y Japón. Las ideas del liberalismo y el nacionalismo fueron los dos motores de las revoluciones burguesas de la primera mitad de la centuria. Luego se sumaron los nuevos elementos movilizadores, como las aspiraciones democráticas y las reivindicaciones sociales, impulsadas por una nueva clase social: la obrera, que crea organizaciones estables con fines definidos tales como aumento salarial, reducción de jornada laboral, mejores condiciones de vida y acceso a derechos políticos.

A principios del siglo XIX, varios países europeos habían creado estructuras de poder centralizado y florecían como imperios; el caso paradigmático es el de Inglaterra. También se sumaban a la actividad otras naciones, como Francia, Holanda y los ya decadentes imperios portugués y español, así como algunos estados del todavía desmembrado imperio alemán. Todos en mayor o menor medida aspiraban a dominar vastos territorios del mundo y para ello necesitaban del conocimiento de esos territorios, sus gentes, su historia y sus recursos naturales. Esos centros de poder crearon institutos y academias para acumular –en éste caso- la información obtenida a la vez que erigían importantes museos donde acumular ejemplares de objetos de la naturaleza para ser estudiados por sus científicos. Paralelo a ello, se enviaron numerosas expediciones a distintos puntos del globo para el estudio de la cartografía, vías de navegación, fondeaderos y puertos. Entre otras, las distintas especialidades de las ciencias naturales comenzaron a enriquecerse con el arribo, casi continuo, de enormes cantidades de materiales botánicos, zoológicos y mineralógicos, a los que se sumaban cada vez más los hallazgos paleontológicos.

Una tarea de vital importancia durante todo el siglo XIX, fue en gran medida la realización de las tareas de campo para poner en orden la estratigrafía geológica y facilitar a los estudiosos una cronología relativa con la que poder ordenar las rocas a fin de saber cuales eran más antiguas y cuales más recientes. Sería necesario que transcurriera casi un siglo y medio hasta que se diera un nuevo y decisivo avance en la interpretación de los fósiles, al establecerse los principios básicos de la estratigrafía moderna en la década de 1810. Éstos principios, que tienen como base la secuencia de los depósitos sedimentarios –es decir su no contemporaneidad como establecían las ideas diluvianas- fueron establecidos por tres europeos: el francés Alexandre Brongniart (1770-1847), el italiano Giovanni Battista Brocchi (1772-1826) y el inglés William Smith (1769-1839). Brongniart fue un ingeniero en minas con profundos conocimientos sobre mineralogía y química de los minerales. Estudio la sucesión de



Alexandre Brongniart (1770-1847)



Giovanni Battista Brocchi (1772-1826)



William Smith (1769-1839)

rocas y faunas fósiles de la cuenca de París, estableciendo la continuidad lateral y la correlación de estratos a larga distancia. Llegó a ser ingeniero en jefe de minas de Francia, y obtuvo gran renombre cuando fue designado director de la manufactura real de porcelanas de Sevrés. Brocchi también fue un ingeniero e inspector de minas. Se destacó por sus trabajos en mineralogía –principalmente sobre las minas de hierro-, y además, en aquéllos referidos a invertebrados fósiles, de lo que es ejemplo su *Conchología fossile subappennina*. Smith fue un autodidacta con escasa educación formal que, sin embargo, tuvo un papel relevante en el desarrollo de la geología moderna. Al igual que Brongniart y Brocchi reconoció la importancia de los fósiles en la reconstrucción de las secciones estratigráficas. También como ellos brindó una aplicación práctica a éstos conocimientos, cristalizada en la monumental obra del mapa geológico de Inglaterra y Gales, obra que comenzó a delinear en 1801 y concluyó en 1815. Otro investigador que aportó opiniones sobre el tema de las sucesiones geológicas fue James Hutton (1726-1797) quien en su libro *Theory of the Earth* interpretó que la disposición en capas horizontales sucesivas es inexplicable mediante la intervención de un gran diluvio único. Reconociendo el principio de actualismo, sugirió que los depósitos geológicos se formaban durante largos períodos, postulando la existencia de un tiempo geológico al que denominó *tiempo profundo*. También observó que los fósiles existen principalmente en las rocas estratificadas.



James Hutton (1726-1797)

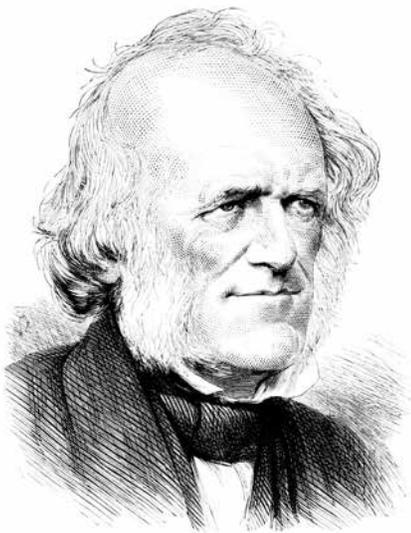
En ese momento, los permanentistas eran especialmente fuertes en Norteamérica con su defensor más destacado: James Dana (1850-1892) quién se desempeñaba como catedrático de historia natural y de geología en la Universidad de Yale. Éste destacado geólogo, asociaba éstas ideas con la hipótesis de que la Tierra se estaba contrayendo a medida que se enfriaba y ponía como ejemplo las cordilleras como los Montes Apalaches, que habían surgido porque la corteza de la Tierra se arrugaba al contraerse. Una síntesis de las ideas de la época fue desarrollada por Eduard Suess (1831-1914), quien consideraba que la contracción era la fuerza que desencadenaba bruscas transformaciones seguidas de períodos de calma. Sugirió que las masas de Australia, la India, África y América del Sur eran fragmentos de una masa mayor a la que llamó Gondwana.



Eduard Suess (1831-1914)

Con anterioridad al siglo XIX hubo quienes pensaron que la glaciación en Europa había sido mucho más extensa en el pasado que en la actualidad. Para ello, se basaban en las acumulaciones de depósitos erráticos en el centro y norte de ese continente. Estudiosos como Reinhard Benhardi en 1832, sugerían que el manto polar había alcanzado el centro de Alemania en épocas pretéritas mientras Charles Lyell (1797-1875) sostenía un año después de que tales depósitos habían sido transportados por icebergs durante el diluvio universal. La controversia se extendió durante varios años. En 1830, Lyell publicó el primer volumen de su revolucionario *Principles of Geology*, en el cual proclamaba audazmente que el tiempo no tenía límite. Gould (1983) comenta que halló en la biblioteca de Harvard una copia de la obra de Lyell perteneciente a Agassiz en la cual en lápiz, la siguiente anotación: “*Los Principios de Geología*” de Sr.

Lyell es sin duda el trabajo más importante que haya aparecido acerca de ésta ciencia desde que se hizo acreedora a tal nombre”.



Charles Lyell (1797-1875)

Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873), contrario de las teorías de las glaciaciones, fue invitado por su maestro Johann von Charpentier a realizar observaciones geológicas en Suiza. El maestro intentó convencer a Agassiz de que había existido una gran glaciación, mientras éste buscaba encontrar pruebas de que no había existido. Agassiz quedó completamente convencido y asumió la defensa de ésta idea. Para entonces Agassiz ya se había interesado por la paleontología y pronto se convirtió en el experto en peces fósiles más



Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873)

déstacado a nivel mundial. En 1837 defendió en una reunión internacional su modelo, al que denominó Período Glacial, publicando en 1840 el libro *Etudes sur les glaciers*, sin dejar de lado su visión catastrofista del tema. Posteriormente, Lyell aceptó el modelo de las glaciaciones, aunque sumándolo a la idea del uniformitarismo. En 1840, en una reunión de la Geological Society de Londres, Agassiz, Lyell y William Buckland (1784-1856) defendieron el modelo del Período Glacial. Surgía así la siguiente pregunta que habría de responderse:



William Buckland (1784-1856)

“Que fue lo que hizo que la Tierra se enfriara durante ciertos períodos? Surgieron algunas respuestas astronómicas: basándose en estudios efectuados por Johannes Kepler, el matemático francés Joseph Adhémar (1797-1862) constató que las órbitas planetarias, incluida la Tierra alrededor del Sol eran elípticas, proponiendo ciclos alternos de glaciación en los hemisferios cada 11.000 años. Aunque erróneo, el modelo de Adhémar estimuló a que se efectuaran estudios de las influencias orbitales sobre el clima. Sin embargo, a finales del siglo XIX, todas éstas teorías empezaron a caer en desgracia, a medida que comenzaron a acumularse las pruebas geológicas que contradecían la cronología propuesta. Reconocidas las sucesivas faunas y floras que se extendieron en el tiempo, comenzaron a denominarse las capas geológicas que las contenían. A fines de 1841, John Phillips propuso los términos Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. Dichos términos fueron creados, el primero por Sedgwick y Murchison, el segundo por Smith, Conybeare y Phillips y el tercero por Lyell (1833).

El estudio de los fósiles como una distinta rama de la geología fue denominado *Oryctología* hasta principios del siglo XVIII y recién en 1834 Ducrotay de Blainville y Fischer von Waldhein, independientemente, utilizaron el tér-

mino Paleontología. Sumados a los estudios sobre vertebrados e invertebrados fósiles, se inician en ésta época las primeras investigaciones académicas sobre plantas fósiles. A principios de siglo, el invento del microscopio permitió el estudio de estructuras vegetales. En 1831 se publicó el primer trabajo sobre maderas petrificadas, merced a la técnica ideada por W. Nicol de secciones delgadas del material (ArchÁngelsky, 2005).

Pese a la falta de éxito de la obra de Lamarck con su *Filosofía Zoológica*, otro naturalista francés, Etienne Geoffroy Saint Hilaire (1772-1844) iba a defender de nuevo la tesis de la variabilidad de las especies, aun cuando en forma algo diferente de la que le había dado Lamarck. Geoffroy Saint Hilaire desa-



Etienne Geoffroy Saint Hilaire (1772-1844)

rolló sus investigaciones en el *Jardin des Plantes* y en los primeros tiempos de su actividad científica, tendrá como principal colaborador al joven Cuvier, al que había hecho venir a su lado y con el que establece una fraternal amistad. La idea de Geoffroy Saint Hilare es la de la unidad de plan o de composición de la naturaleza, atribuyendo los cambios de los seres a la acción directa del medio ambiente (utilizando en sus notas la palabra “evolución”) que le permitió afortunados descubrimientos en anatomía comparada (Rostand, 1985; Gribin, 2001).

Retomando el hilo de los trabajos de Bufón en cuanto a comprender el fenómeno de la vida en la Tierra, en un cuadro teórico similar se desarrolló la labor de Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert, Barón de Cuvier (1769-1832), un francés al que debe considerarse como el fundador de la paleontología de los vertebrados como disciplina independiente. Había entrado

a formar parte del personal del Museo de Historia Natural como ayudante del profesor de anatomía comparada y continuó vinculado a éste durante el resto de su vida. Publicó lo que acabaría siendo su obra fundamental en cinco vo-



Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert,  
Barón de Cuvier (1769-1832)

lúmenes: *Lecciones de anatomía comparada*. Estableció nuevas pautas en el estudio de la anatomía comparada, aportando nuevas ideas sobre la relación de las distintas partes del cuerpo de los animales vivos. Éstas ideas resultaron de un valor incalculable para la interpretación y clasificación de los restos fósiles. Cuvier había trabajado con Brongniart en la cuenca de París y en 1825, publicó su ensayo “*Discourse on the revolutionary upheavals on the surface of the globe and on the changes which they have produced in the animal kingdom*” (Discurso sobre los cataclismos revolucionarios sobre la superficie del globo y sobre los cambios que produjeron en el reino animal), donde estableció tres principios fundamentales: 1) la historia de la Tierra responde a un modelo múltiple; 2) la Tierra tiene una gran antigüedad y las faunas fósiles fueron cambiando en el transcurso del tiempo geológico; 3) muchos de los fósiles representan especies que se fueron extinguiendo a lo largo del tiempo.

El punto 3 fue de singular importancia en el desarrollo de las ciencias geológicas y biológicas, incluida la paleontología. Se reconocía por primera vez la existencia de las extinciones producidas por revoluciones periódicas durante las cuales, un conjunto de especies, eran barridas de la faz de la tierra. En el punto 2) estaba implícito el principio del cambio (evolución) de las faunas, atribuidos por él a los cambios revolucionarios o catástrofes.

Aún cuando había advertido que las pruebas geológicas demostraban la existencia de sucesivas poblaciones animales en el tiempo, siguiendo a Linneo, creía firmemente en la fijeza y en la inalterabilidad de las especies. Así, para explicar los hechos de la extinción de algunas formas y la aparición de otras, fue que la Tierra había sido escenario de grandes catástrofes.

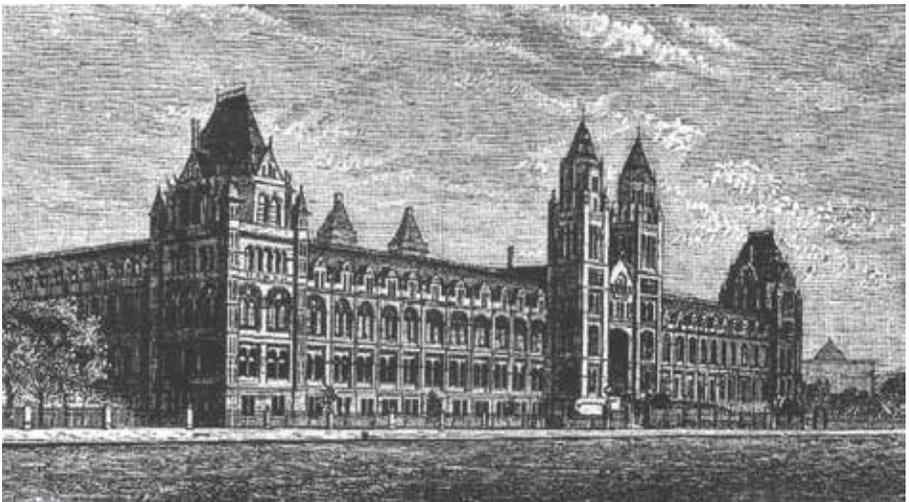
Cuvier aplicó los principios de la anatomía comparada al estudio de los restos de vertebrados fósiles, demostrando en su clásico trabajo de cuatro volúmenes *Recherches sur les Ossements Fósiles* (1812), que muchos de los restos fósiles provenientes de América y atribuidos a “gigantes”, pertenecían a elefantes extinguidos. Durante sus clases, Cuvier preparaba un fósil, mediante martillo y escoplo, demostrando a los presentes lo inferido a través de algunos caracteres presentes en el mismo antes de su descubrimiento. Es interesante señalar que Cuvier fue asimismo quien determinó que el esqueleto del *Homo diluvii testis* (hombre testigo del diluvio) descrito por Johan Jacob Scheuchzer en 1725, pertenecía en realidad a una salamandra gigante, reconociendo que los saurios eran criaturas que pertenecían a la Era secundaria. En 1822 se descubrió el primer dinosaurio en el condado de Sussex, Inglaterra; se trataba de dientes de *Iguanodon* que Cuvier atribuyó en primera instancia y erróneamente a dientes de rinoceronte. En sus labores de reconstrucción de los fósiles, hace necesario desarrollar métodos de trabajo para reconstruir dichos elementos, dando lugar al inicio de las tareas de los preparadores.

Otros destacados investigadores siguieron sus huellas, tales como los hermanos D'Orbigny en Francia, Louis Agassiz en Suiza y Norteamérica, von Meyer en Alemania y su alumno dilecto, el inglés Richard Owen (1804-1892). Owen desarrolló su numerosa obra en el campo de la anatomía comparada y la paleontología, convirtiéndose en un obstinado opositor de la evolución darwi-



Richard Owen (1804-1892)

niana. Como asistente en el museo Hunter, disecó un gran número de animales publicando su monumental *Catalogue of the physiological series of comparative anatomy contained in the museum of the Royal Collage* (1833-38) en cinco volúmenes. Propuso además la denominación de *Dinosauria* para designar a los restos de enormes reptiles que se descubrían en esa época en Europa. A su vez, emprendió una gran investigación sobre los dientes de los mamíferos (*Odontography*, 1840-1845) además de numerosas monografías sobre las formas extinguidas, entre ellas el ave gigante *Dinornis* de Nueva Zelanda, los dinosaurios *Massospondylus* y *Scelidosaurus* del Jurásico inferior, así como la descripción y nominación de varios mamíferos extinguidos aportados por Darwin procedentes del Río de La Plata. Al hacerse cargo de la dirección del Departamento de Historia Natural del Museo Británico, petitionó insistentemente a las autoridades por la creación de un edificio apropiado, logrando el magnífico Museo de South Kensington. Por aquella época (1834) ya Buckland había bautizado el primer dinosaurio (1824) y Gideon Mantell (1790-1852) y su esposa Mary Anning (1797-1857), encontraron dientes y huesos del dinosaurio que se llamaría *Iguanodon*. Ésta última sería la encargada de las ilustraciones, siendo los primeros en proponer la reconstrucción del esqueleto de un dinosaurio (Turner *et al.* 2010). Según Mantell, fue James Parkinson (1755-1824) el fundador de la Geological Society de Londres, publicando en sus *Transactions* el Manual de Orictología. Varios geólogos de ese momento aportaron obras decisivas al conocimiento de la ciencia y a su aplicación a la paleontología. La denominación de geología fue introducida por el fundador del moderno estudio de



Museo de South Kensington, Londres.



Gideon Mantell (1790-1852)



Mary Anning (1799-1847)

las montañas, el suizo H.B. de Saussure (1740-1799). William Smith elaboró el primer mapa geológico coloreado y dejó sentado en su libro *Stratigraphical System of organised fossils* (1817) que determinadas capas poseen fósiles característicos, dando lugar a la difusión de las primeras teorías evolucionistas. Otro geólogo británico, Charles Lyell, observó que se podía determinar la edad relativa de los depósitos, mediante la cantidad de restos de moluscos extinguidos que contenían. Visitó París y conoció los materiales con que trabajaba Cuvier, mientras que en sus viajes por Inglaterra conoció a Mantell y con el que mantuvo correspondencia. Pero fueron sus trabajos de campo los que lo llevaron a dar consistencia a la teoría esbozada por Hutton. En su obra *Principles of Geology*, publicada en tres volúmenes de aparición sucesiva, demostró que las rocas se forman por sedimentación en mares y ríos, y que los fenómenos antiguos y modernos eran, en esencia similares. Éste principio de actualismo ejerció una notable influencia en el desarrollo de las ideas biológicas. Previo a la década de 1830 existía variada información que contribuyó gradualmente a la construcción de la disciplina paleontológica tal como actualmente la concebimos. El reconocimiento de los fósiles comenzó a popularizarse y los hallazgos se multiplicaron a partir de los descubrimientos de ictiosaurios por Mary Anning (1799-1847). Siendo muy pequeña, Mary acompañaba a su padre a la playa de Lyme Regis, sobre las costas de Inglaterra, donde éste recogía fósiles que luego vendía e incrementaba su magro sueldo de carpintero. A la muerte de éste, Mary de tan solo diez años continuó visitando los acantilados. En 1811 descubrió restos de plesiosaurios, que luego prosiguieron en 1821 y 1823 y en

1828 los réstos perfectamente conservados de un reptil volador. Un año después del primer hallazgo, un ex alumno del colegio Real Militar, Henry de la Beche, se aproximó para colaborar con ella y posteriormente trabajó con otros geólogos. En 1836 publicó un trabajo donde registró por primera vez la técnica empleada durante los trabajos de campo en la recuperación de réstos fósiles. La técnica, desarrollada por él mismo, recomendaba que los réstos debían ser envueltos cuidadosamente en papel, adjuntando una etiqueta donde se anota la localidad con una marca especial hecha sobre el espécimen, la misma marca que corresponde a la libreta de notas de campo del excavador. Agrega luego: “Cuando la estructura del fósil es delicada, no es de desear extraer el mismo de la roca, por el contrario, el observador deberá esforzarse por destacar el mismo al máximo sobre la roca, sea grande o pequeña”. Y continúa “es necesario cubrir el fósil con yeso de París. Proceso por el que se convierte parte del esqueleto en un bloque, pudiendo luego ser trabajado cuidadosamente desde la parte posterior y despojando la roca, permitir al fósil permanecer adherido al yeso, del cual luego puede ser liberado”.

Los vertebrados marinos del Jurásico de Europa aparecieron en escena. Variadas piezas pasaron a formar parte de las colecciones de los museos de Londres, Viena, Zurich y otros. Un mineralogista del Museo Británico, Dr. Koenig, junto a su colega el geólogo W.D. Conybeare estudiaron diversos réstos, llegando a la conclusión de que los mismos correspondían a un reptil, al que bautizaron con el nombre de *Ichtyosaurus communis*, que aún hoy se emplea y que significa el “lagarto-pezu común”.

Las primeras menciones en la recuperación, preparación y cuidado de los réstos paleontológicos provienen de Cuvier, quién menciona la recuperación de diversos fósiles con la ayuda de martillo y escoplo. Asimismo, en 1804, es el primero en describir una técnica de laboratorio, donde detalla la preparación del esqueleto casi completo de un marsupial proveniente del famoso “yeso” de París. Dice el investigador sobre esa tarea: “Je creusai avec precaution, au moyen d’une pointe d’acier, et j’us la satisfaction de metre a decouvert toute cette portion du bassin...” (pág. 286). Cuvier reconoce el acto de preparación como de trascendencia en presencia de otras personas que atestiguan del resultado de ésta. Posteriormente consultará a su hermano y secretario la posibilidad de encargar algunas tareas de preparación, finalmente puestas en manos de monsieur Laurillard, quién se encargará de dibujar la reconstrucción de los animales, a la vez que prestará eficaz ayuda en la preparación de los fósiles.

A medida que los trabajos de exploración sistemática de los distintos afloramientos geológicos en distintas partes del mundo se extendieron, el hallazgo de fósiles se incrementó y fue necesario sumar personal en las distintas instituciones, que se encargaría de las tareas de recuperación, preparación y cuida-

do de los materiales paleontológicos. Desde un principio, las mujeres fueron empleadas en los museos nacionales o universitarios como preparadoras, ilustradoras o asistentes, hasta la década de 1930. Éstas mujeres tuvieron escaso crédito académico por sus investigaciones, que fueron incorporadas en las publicaciones de los hombres para los que trabajaban (Burek y Higgs, 2015).

Los distintos afloramientos sedimentarios aportan diversos tipos de fósiles y el estado de conservación y disposición de éstos requieren de distintos tipos de herramientas y procedimientos, podría decirse, de que cada fósil tiene una exigencia particular.

Por esos tiempos, William Davies del British Museum coleccionó en el condado de Essex (1865), una importante pieza; se trataba del cráneo y los colmillos de un mamut. Davies desarrolló importantes variaciones a la técnica de la Beche: primero cubrió el cráneo con papel madera, colocando sobre éste el yeso París y como soporte adicional tiras de alambre a lo largo del cráneo, luego cubiertas de yeso. Aserró luego los colmillos para separarlos del cráneo y los envolvió con vendas de lona, procedimiento que empleó luego con el cráneo (Whybrow, 1985). En otro trabajo posterior describió la forma de recuperar diversos trozos de grandes nódulos que contenían restos de dinosaurios, luego unidos y preparados por Mr. Caleb Barlow, cantero adscrito al departamento de Geología del Britishh Museum, contratado por Richar Owen con un sueldo de 101 libras (Whybrow, *op. cit.*). Y proseguía diciendo que una vez despojado de la ganga, el nódulo se convirtió en la región sacra del dinosaurio *Omosaurus armatus*, descrito por Owen en 1875. Los servicios de Barlow consistían en la preparación, modelado, copiado y montaje de los vertebrados fósiles junto a otros cinco ayudantes empleados en el Departamento de Antigüedades del British Museum.

También sabemos que algunos restos de vertebrados mesozoicos, hallados en 1824 en canteras y excavaciones de Inglaterra por William Buckland y Gideon Mantell, fueron extraídos y despojados del sedimento que los envolvía utilizando herramientas provenientes de las canterías (escoplos de distintos tamaños, mazas y martillos, picos y piquetas). Asimismo, existen registros de que, en la misma época, se recurrió a expertos en explosivos en una cantera del condado de Kent para la recuperación de restos de un *Iguanodon*.

Durante los siglos XVIII y XIX diversos grupos de investigadores en todo el mundo, aportaron diversas experiencias a través de algunas publicaciones sobre las técnicas paleontológicas, especialmente sobre restos de vertebrados. Las diversas herramientas adaptadas a la labor paleontológica iban acompañadas de diversos productos que fueron utilizándose en el ensamblado, protección y fortalecimiento de los distintos especímenes. En un principio todos éstos productos eran elementos naturales. Los materiales utilizados para fortalecer

los huesos en el campo fueron invariablemente de origen animal o vegetal. El mismo Davies, del British Museum, en 1865 utilizó gelatina o cola de pescado para fortalecer réstos de un mamut.

Las técnicas usuales en ese momento aconsejaban que antes del enyesado, era necesario consolidar los huesos. Se empleaba para esto parafina, colas de origen animal como cola de pescado o “cola fuerte” también de origen animal, con el inconveniente de que, al éstar disueltas en agua, no penetran debidamente en el fósil humedecido o enmohecido. También se empleaban gomas y barnices; las gomas son la exhudación de vegetales, tal es el caso de la goma arábica, proveniente de acacias tropicales. La goma laca, por el contrario, difiere por su origen animal. El solvente de la goma arábica es en solución acuosa y de secado prolongado. El empleo de goma arábica disuelta en acetato de amilo fue sustituido posteriormente por la acetona con celuloide. Entre las lacas, se empleó sobre todo la goma laca en escamas, diluida en solución de alcohol. La laca en escamas se obtiene haciendo hervir en solución alcalina laca en granos o en bastoncitos. La resina sube a la superficie y el colorante (producido por las cochinillas) permanece en solución. Ésta cola es quebradiza con la humedad.

También los trabajos de campo requerían de particular atención. En Europa, la excavación de algunos depósitos y en especial cavernas, dio a luz asociaciones de réstos faunísticos y humanos que sorprendieron. La rareza de los materiales y la limitada extensión de los mismos impuso la necesaria utilización de cuidados adicionales para la comprensión y contextualización de los hallazgos. Tales excavaciones hicieron posible el entendimiento del contexto taxonómico de los vertebrados fósiles, articulados total o parcialmente (Knell, 1994). Se mencionan las excavaciones desarrolladas en Europa, particularmente en Alemania, mientras que en Inglaterra William Buckland realizó una buena interpretación de los materiales hallados en Kirkdale Cave en Yorkshire en 1821, luego publicado en su obra *Reliquiae Diluvianum*. Con anterioridad se conocían las instrucciones brindadas por Joseph Banks en 1816 para la preservación de huesos durante las tareas de extracción de rocas para construcción. Posteriormente las técnicas fueron más refinadas, destacándose las empleadas en excavaciones realizadas en Kent’s Cavern y realizadas por W. Penguelly, que pusieron al descubierto unos 3000 especímenes. Penguelly refería en sus anotaciones: “El material despues de ser cuidadosamente examinado *in situ* a la luz de lámparas, es removido y llevado al exterior para ser examinado con luz de día. Los objetos de interés obtenidos, se colocan en una caja apropiada. Cada caja contiene los datos necesarios para definir la situación en el contexto...” Los niveles están numerados y los especímenes también, con su respectiva procedencia, registrándose el día de trabajo” (Penguelly *et al.*, 1865). En 1874, B. Dawkins dejaba constancia en su libro *Cave Hunting* de las

herramientas que utilizaban en las excavaciones, tales como: un martillo, el cual en su descripción recuerda a los actuales martillos de geólogo, cinceles de diversas medidas, cinta para mediciones y brújula.

En cuanto a las excavaciones a cielo abierto, una de las más antiguas en Inglaterra, corresponden al descubrimiento en el Pleistoceno de Yorkshire en 1829 donde se recuperan restos de elefante, rinoceronte, ciervo, buey y caballo. También se realizaron estudios estratigráficos (Vernon *et al.* 1829). Otro de los yacimientos a cielo abierto en Europa corresponde a los esquistos bituminosos eocenos de Messel, próximo a Frankfurt, en Alemania. Aquí, a partir de 1875 se halló un esqueleto articulado de cocodrilo, pasando a ser un yacimiento de importancia (Schaal y Zeigler, 1988). Los sedimentos, blandos y laminados se trabajan con herramientas de corte como cuchillos.

A las tareas de organizar por parte de los estudiosos, el árbol genealógico de los vertebrados, se fueron agregando los datos procedentes de los hallazgos -zoológicos y paleontológicos- que se producían en la periferia de Europa. Durante la campaña de Egipto, Napoleón llevó consigo un conjunto de investigadores entre los que encontraba Etienne Geoffroy de Saint-Hilaire, zoólogo del “Jardín des Plantes” de París. Éste encontró en el río Nilo un pez con aletas alargadas como miembros, rodeadas de un reborde, vejiga natatoria semejante a un órgano respiratorio y que según él habría dado origen a los pulmones y al que bautizó con el nombre de *Polypterus*. A *Polypterus* fueron agregados por el especialista Louis Agassiz, ciertos peces fósiles del Paleozoico y Mesozoico a los que se denominó crossopterigios, cuyos primeros representantes habían sido descubiertos por Mantell hacia 1840.

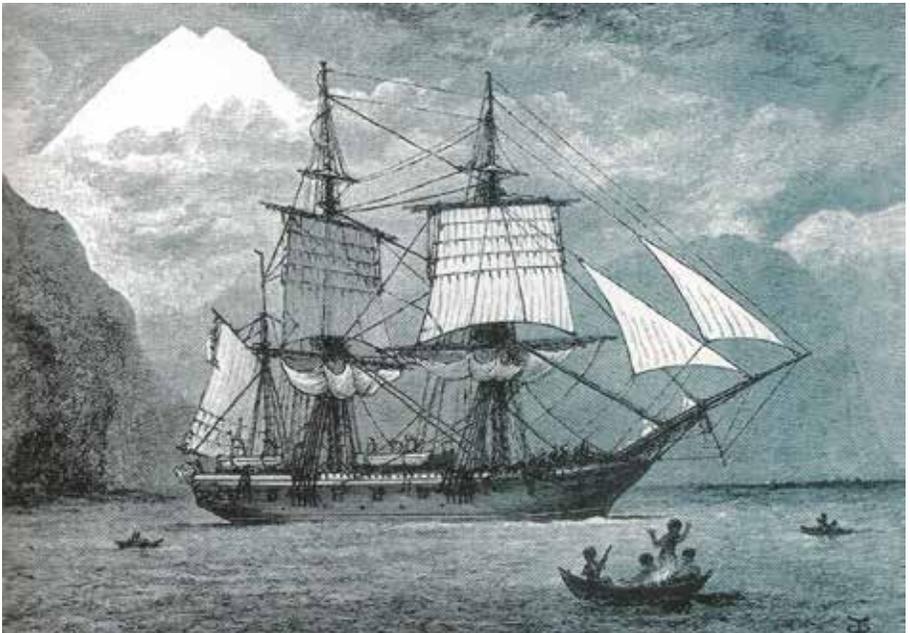
Las condiciones políticas y sociales estaban maduras como para que se produjera un nuevo y definitivo paso hacia la consolidación de la moderna biología, y el país con condiciones socio-económicas más favorables para desarrollarlas era Gran Bretaña, un imperio en ascenso. En éste ambiente propicio surge el nuevo paradigma que revolucionó a la biología: la teoría de la evolución de los organismos vivientes, debida a Charles Darwin (1809-1882). Darwin comenzó estudiando medicina, pero cuando su padre se dio cuenta de que no progresaba en la carrera le propuso que estudiara como ministro de la iglesia de Inglaterra. Luego de un breve lapso reflexivo aceptó, graduándose en 1831. Durante éstos estudios conoció al clérigo John Stevens Henslow (1796-1861), botánico y profesor de mineralogía en Cambridge, quién lo introdujo en el estudio de las ciencias naturales. Un amigo del anterior, Adan Sedgwich (1785-1873), invitó a Darwin a un célebre viaje geológico, además del consejo que el sabio cumplió durante su célebre viaje: “Complete todas las notas antes de dormir”. El 24 de agosto de 1831, Henslow le informó de su elección para el viaje del *H.M.S. Beagle* comandando por el capitán Robert FitzRoy (1805-1865), en calidad de naturalista sin



John Stevens Henslow (1796-1861)



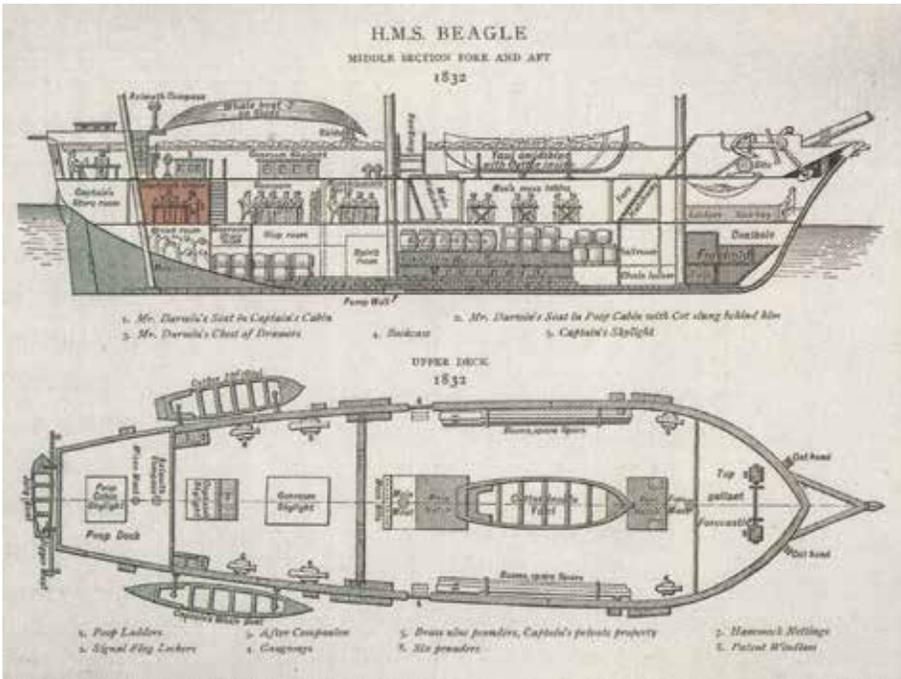
Adan Sedgwich (1785-1873)



H.M.S. Beagle

retribución. Viaje que se inició el 27 de diciembre de 1831 y finalizó en octubre de 1836. La labor realizada durante el derrotero incluye el haber coleccionado numerosos especímenes zoológicos, tales como 27 especies de roedores de Sudamérica, formando parte de la vasta colección realizada, que incluye 5.436 pieles, huesos y esqueletos. Las observaciones geológicas realizadas y la influencia del libro de Lyell que llevaba consigo, sumadas al descubrimiento de los fósiles pro-

# Historia de las técnicas paleontológicas y su desarrollo en la Argentina



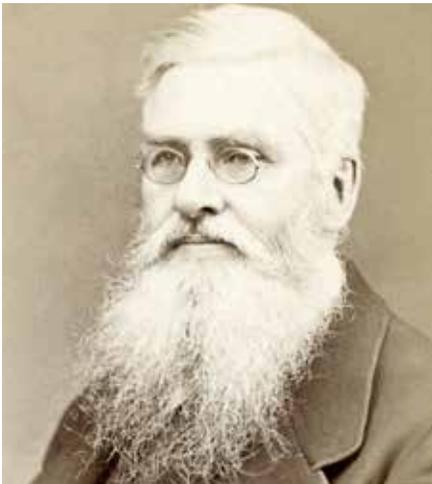
H.M.S. Beagle



Robert FitzRoy (1805-1865)

venientes de la región del Río de La Plata, la evolución de las tortugas y pinzones en Galápagos, a la vez que sus observaciones sobre las islas coralinas despertaron en Darwin una serie de interrogantes.

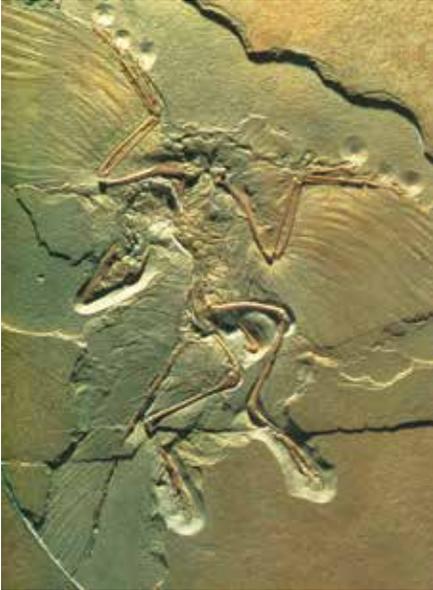
En 1837, un año después de su regreso a Inglaterra, comenzó la recopilación en gruesos cuadernos, de sus observaciones sobre la trasmutación de las especies. Cuando en 1838 leyó el trabajo del clérigo y economista inglés Thomas Robert Malthus, *An Essay of the Principle of Population* (“Ensayo sobre el principio de la población”, escrito en 1794 y ampliado en 1803), su incipiente teoría recibe un impacto revelador. En su autobiografía explica que en ese ensayo descubrió que a través de la lucha por la existencia las variantes favorables en los animales y las plantas tenderán a preservarse y contrariamente, las desfavorables a eliminarse. A diferencia del puritano Owen y del calvinista Agassiz, Darwin tenía sus elementos en el cristianismo liberal, y debido a ello le fue más fácil irse liberando más y más de las ideas encalladas en creencias dogmáticas. Es probable que compartiera la opinión de su correligionario el filósofo Herbert Spencer, de que el hombre, ser insuficiente, no puede saber nada de Dios y en consecuencia ha de ser excluido de las consideraciones filosóficas (Wendt, 1972). En 1839 publicó el *Voyage of the Beagle* donde relata sus experiencias y observaciones durante el largo viaje. Siguiendo los consejos de Lyell, en 1856 se abocó a escribir sus puntos de vista en forma extensa y, dos años más tarde, recibió el impulso final. En 1859, un joven naturalista nacido en el sudeste del País de Gales, Alfred Russell Wallace (1823-1913), quien trabajaba coleccionando especímenes zoológicos en el Archipiélago Malayo, le envió un manuscrito titulado *On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original*



Alfred Russell Wallace (1823-1913)

*type* (Sobre la tendencia de las variedades a apartarse indefinidamente del tipo original). Darwin se sorprendió, pues en ese manuscrito Wallace había expuesto una teoría sobre la transformación (evolución) de las especies por selección natural esencialmente similar a la suya. Como caballeros ingleses que eran, acordaron en publicar conjuntamente un resumen y lo hacen en julio de ese año. La repercusión del trabajo pasó desapercibida recibiendo sólo unas pocas críticas adversas. Parecía que los científicos y la sociedad toda, no estaban preparados para aceptar un nuevo paradigma que desterrara ideas cristalizadas por siglos. Sin embargo, el 24 de noviembre de 1859, Darwin publicó *On the origing of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life* (Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida). Ahora sí el impacto se sintió: la primera edición de 1250 ejemplares se agotó en el día. Había nacido un nuevo paradigma. La evolución orgánica por medio de la selección natural comenzaba a generar cambios tanto en el entorno científico como en el social. Con Cuvier y Darwin se completaba la tarea de los precursores. La anatomía comparada y las catástrofes del primero, generadoras de extinciones, fueron remplazadas por las ideas de un proceso gradual en el que las extinciones estaban incluidas como sucesos normales de la evolución. Éstas dos concepciones habían surgido en contextos socio culturales distintos.

En 1860, en una cantera de pizarras litográficas de Solenhofen (Bavaria, Alemania) se halló una pluma fósil aislada. La pluma fue puesta a disposición del paleontólogo de Frankfurt, Hermann von Meyer quién en una revista científica alemana publicada en agosto de 1861 le dio el nombre de *Archaeopteryx lithographica*, nombre que despues él mismo extendió a un esqueleto sin cabeza, con plumas preservadas, semejantes a la hallada. El ejemplar, quedó en manos del médico del lugar, el doctor Kart Häberlein, quién lo puso a la venta por el precio equivalente a 700 libras esterlinas. Richar Owen, superintendente del Museo Británico, envió a George Waterhouse con autorización para pagar quinientas libras. Despues de regatear, Owen aceptó el precio ofrecido y el ejemplar quedó depositado en Londres. El hallazgo extendió considerablemente la idea entre los paleontólogos de la época de la antigüedad de las aves, que en ese momento se creía que se iniciaban en el período Terciario. En 1877 en la misma localidad fue hallado el ejemplar hasta ahora más bellamente conservado. Despues de regateos y especulaciones económicas, el tercer *Archaeopteryx* fue adquirido por von Simens, magnate industrial que lo donó al Museo de Berlín. Los materiales fueron estudiados en éste momento sucesivamente por Hermann von Meyer, Richar Owen y Henry Huxley, siendo considerados hasta la actualidad como la primera ave.



El ejemplar mejor conservado de *Archaeopteryx*.

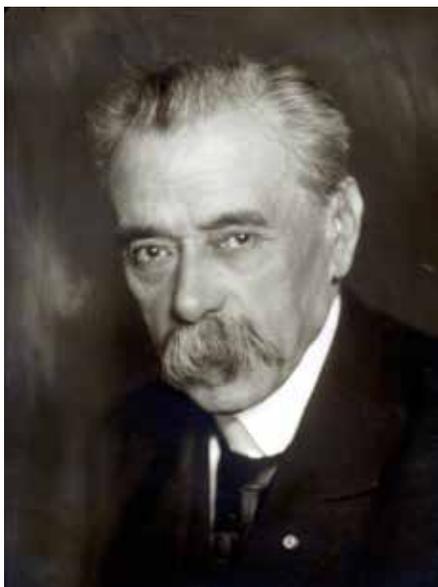
Posteriormente fueron identificados otros restos de *Archaeopteryx*. En 1956 un estudiante alemán de geología halló un ejemplar en mal estado en proximidades del lugar donde se había hallado el ejemplar de Londres y se exhibe en un pequeño museo en Maxberg. Desde entonces se hallaron restos de 6 ejemplares más del ave del Jurásico Superior alemán. Éste último publicado en 2005. Todos los estudios realizados coinciden en señalar el origen dinosauriano de las aves.

En febrero de 1878, en una mina de carbón en Bernissart, Bélgica, a 322 metros de profundidad, comenzaron a extraerse numerosos restos de dinosaurios. En abril del mismo año, el técnico del Museo Real de Historia Natural de Bélgica, Louis de Pauw dirigió los trabajos que duraron casi tres años. La galería de la mina colapsó por un terremoto y se inundó, reabriéndose al año siguiente, al practicarse una galería más profunda. Los hallazgos fueron medidos, dibujados y cartografiados. Los numerosos restos que aparecieron fueron divididos en bloques que se transportaron hasta la superficie y luego hasta una dependencia del museo. Los bloques llegaron al número de 600, con un peso total de 130 toneladas. Las excavaciones proporcionaron un total de 24 esqueletos articulados además de diversos individuos incompletos, hallándose además restos de helechos, tortugas, cocodrilos y peces. Numerosos restos se hallaron piritizados, lo cual creó una gran cantidad de problemas en la conservación de los mismos; los fósiles fueron cubiertos con barnices y colas de carpintería, que confieren a los mismos una superficie brillante que conservan hasta la actualidad (Godefroit y Thierry, 2008). El

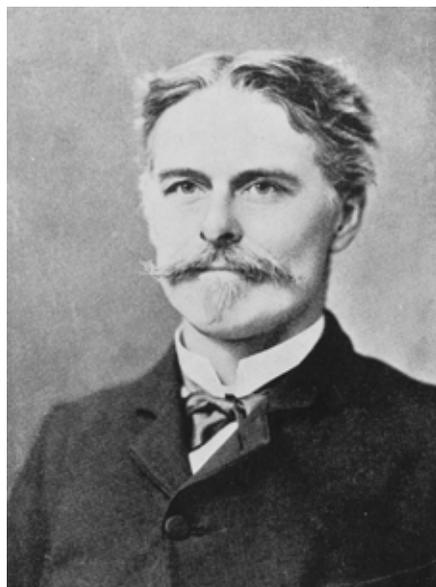
primer *Iguanodon*, fue montado y exhibido en una vitrina en el patio del palacio real de Nassau en 1833. Finalmente, 11 ejemplares fueron montados en el Museo de Bruselas. Luis Dollo (1857-1931), contratado para estudiar los materiales de Bernissart, dedicó 40 años de su vida al estudio de éstos. Entre otros, publicó 27 trabajos sobre los fósiles de éste yacimiento, además de formular la Ley de la Irreversibilidad de la Evolución. El caso de *Iguanodon* es uno de los mejores ejemplos que ilustran el método y la dinámica de la ciencia paleontológica (Sanz, 2007).



Montaje de *Iguanodon*.



Luis Dollo (1857-1931)



Edgard Drinker Cope (1840-1897)

En 1846, el ingeniero y geólogo francés Philippe Matheron encontró en Rognac, en la Provenza, Francia, fragmentos de cáscaras de huevo, junto a restos del dinosaurio sauropodo *Hypselosaurus*. En 1876 Paul Gervais, profesor de anatomía comparada del Museo Nacional de Historia Natural de París, realizó las primeras preparaciones de láminas delgadas sobre cáscaras de huevo de dinosaurio, utilizando el material que había descubierto Matheron.

La utilización de la electricidad a finales del siglo XIX pareciera terminar con las limitaciones de las técnicas del martillo y cincel, que fue reemplazada por nuevos equipamientos. El British Museum tuvo electricidad en 1911.

La implementación de la electricidad como fuerza generadora a los procesos industriales trajo como consecuencia el desarrollo de numerosas herramientas, así como nuevas aleaciones de metales a emplearse en la industria. Dichas herramientas, despertaron la inventiva de los preparadores de fósiles de los museos quienes inmediatamente las adoptaron, en muchos casos modificándolas y adaptándolas para el desarrollo de sus tareas. A las antiguas técnicas, todas manuales, de desbastamiento con martillos, cinces y agujas enmangadas, se sumaron los primeros martillos picadores, así como herramientas rotatorias (tornos manuales) aplicadas en la industria, el arte y las prácticas odontológicas.

Con el desarrollo de la electricidad, varios físicos del siglo XIX comenzaron a estudiar diferentes radiaciones, obtenidas luego de hacer pasar una corriente eléctrica a través de gases nobles, los cuales eran encerrados en tubos de vidrio.

De ésta época, el físico alemán Wilhem Conrad Röntgen, comenzó a experimentar con los rayos catódicos. Tiempo después el periódico de Viena *Die Presse* publicó en primera plana el 8 de diciembre de 1895 "...el profesor Röntgen descubrió un nuevo tipo de rayos que penetran materiales..." a los cuales denominó rayos X". Nueve meses después se sacaron las primeras radiografías de materiales paleontológicos.

## La paleontología en Norteamérica durante el siglo XIX

### La Guerra de los Huesos. El desarrollo de las instituciones y las innovaciones técnicas

Durante el siglo XIX el crecimiento territorial de Estados Unidos es, quizá, el hecho en sí que mejor identifica la transformación estadounidense por su disposición y magnitud. Adquirieron territorios de Francia (Luisiana, comprada en 1803), de España (territorio de la Florida), del Reino Unido (territorios a lo largo de la frontera con Canadá y Oregón), de Rusia (compra de Alaska en 1867), además de anexionar la República de Texas y la República de Hawái (1898). La guerra con México (1846-1848) donde éste renunció a más de la mitad de su territorio nacional a favor de Estados Unidos. En la década de 1860, las disputas entre el sur agrario y el norte industrial sobre el derecho de los estados y la abolición de la esclavitud provocaron la Guerra de Secesión. La victoria del Norte evitó la división del país y condujo al fin de la esclavitud. Durante el último cuarto de siglo, el país registrará la mayor transformación económica jamás vivida, que no es otra que pasar de ser un país eminentemente agrario a una sociedad capitalista industrial. Para la década de 1870 su economía era la más grande del mundo, produciéndose una enorme entrada de inmigrantes.

El desarrollo del campo científico comenzó a ser firme y pujante. En ese panorama, las ciencias comenzaron a tener un lugar destacado en Norteamérica; entre ellas la antropología. Lewis Henry Morgan (1818-1881), pionero de la nueva ciencia publicó un libro que fue catalogado como "la primera descripción científica de una tribu india presentada al mundo". En 1856 Morgan ingresó a la American Association for the Advancement of Science, con sede en Boston, fundada por geólogos y naturalistas (Boorstein, 1983).

En 1870 el profesor Charles Marsh y diez estudiantes organizaron la primera expedición científica al Oeste. La misma se prolongó durante seis meses, hallando ricos yacimientos cretácicos en Colorado y Kansas, donde descubrieron restos del ave con dientes *Hesperornis*. Luego debieron abandonar el sitio por la hostilidad de los indígenas. Expediciones posteriores (en 1871-72) recuperaron esos valiosos restos a la vez que descubrieron restos del reptil vo-

lador *Pteranodon* del que en años siguientes reunirían unos seiscientos réstos (Schuchert y Levine, 1944). También los terrenos del Eoceno fueron visitados, recuperándose réstos de mamíferos, a los que llamaría Dinocerata, así como materiales de caballos primitivos.

Alentados por los descubrimientos, comenzó así una carrera a lo largo de Montana, Wyoming y Colorado entre dos célebres paleontólogos: Edward Drinker Cope (1840-1897) y Othniel Charles Marsh (1831-1899). Amigos en el pasado, emprendieron una puja a la que llamaron “Guerra de los Huesos”. La penetración de Cope en el Oéste se produjo en 1871, conformando equipo con Charles Sternberg, a la sazón un joven buscador de fósiles. En otra expedición,



Othniel Charles Marsh (1831-1899)

en 1876, estando en el poblado fronterizo de Helena se enteraron de la matanza de las tropas de Custer en Little Big Horn. En 1877 el maestro de frontera Arthur Lakes halló huesos enormes en la localidad de Morrison, Colorado, enviando el hallazgo a Marsh; también pintó una serie de acuarelas de Como Bluff, Morrison y Canyon City, pinturas que se conservan en el Peabody Museum. Otro maestro, O.W. Lucas, descubrió próximo a Morrison, otros huesos que envió a Cope. La competencia continuó hasta 1889 y los equipos hallaron los primeros esqueletos completos de dinosaurios gigantes. Los yacimientos estaban ubicados en Como Bluff (Wyoming), Judith River (Montana), Canyon City y Morrison (Colorado). Marsh eligió Fort Wallace, en el estado de Kansas como base de partida para sus expediciones y desde allí se adentraba en las praderas con dos carromatos, siete acompañantes y catorce mulas, en regiones

habitadas tan solo por animales salvajes e indígenas errabundos y en ocasiones belicosos. Cope no se dejó impresionar por esto, entró en contacto con las tropas de la frontera, así como con los colonos, cazadores de pieles y buscadores de oro. Explicó a éstos cuál era su propósito e incitó a sus componentes a que estuviesen atentos al descubrimiento de fósiles, prometiendo una buena recompensa por cada hallazgo. Pronto pudo contar con éxitos que le convirtieron en el más famoso paleontólogo y coleccionista de fósiles de su tiempo. Coleccionó en los terrenos marinos del Cretácico de Kansas, plesiosarios de largo cuello, así como saurios terrestres y voladores. Los hallazgos los fue almacenando Cope en dos casas contiguas de la Pine Steet que había adquirido en Filadelfia. Fue tal la cantidad de fósiles que llegó a reunir que le fue imposible describir con exactitud ni siquiera la mitad de ellos. Sin embargo, al principio no cedió a los museos y colecciones americanas ni un solo hueso, por el contrario, adquirió aún grandes colecciones de fósiles procedentes de otros países. Como se mostraba en la exposición mundial de París de 1879 una colección especialmente abundante de grandes mamíferos de las Pampas sudamericanas perteneciente a Florentino Ameghino, emprendió Cope precipitado viaje a la capital francesa y allí compró todos los especímenes. Cope tiene el mérito de haber identificado y descrito 1.282 géneros o especies de vertebrados fósiles norteamericanos, en comparación con los 536 descritos por Marsh. Fue asimismo quién reconoció y describió las faunas mamíferianas del Paleoceno y Eoceno; también identificó los terrenos triásicos de Nuevo Méjico y Texas, con sus reptiles y laberintodontes fósiles. Escribió un volumen titulado *Vertebrata of the Tertiary Formations of the West*, tan extenso y completo que aún hoy se sigue utilizando y es conocido como “la Biblia de Cope”.

En 1887 Marsh es nombrado Curador del Departamento de Vertebrados fósiles del Museo Nacional. En 1894 se reorganiza el Departamento: como director se nombra a Charles Walcott como asistente curador, con tres secciones, vertebrados, invertebrados y plantas. En 1897, con la muerte de Cope, toda su colección pasa al Museo. Los preparadores durante ese período son: en 1898, J.W. Coleman y Alban Stewart; en 1903, W. Gilmore y Norman Boss como asistente, en 1905 James Gidley. En 1911 se agrega Thomas Horne y posteriormente en 1936, M. Barret, en 1937 H. Comak y en 1938 E. Moran (Gilmore, 1941).

Los métodos utilizados por los buscadores durante éstos primeros tiempos de recolección de restos de dinosaurios se conocían como “pick, rake and sack technique”. El tiempo empleado luego en el laboratorio armando enormes rompecabezas hizo que los hombres de Marsh, abrumados por esa tarea adoptaran nuevas técnicas. Así, en 1877 Samuel Wendell Willinston reporta que Marsh envuelve los fósiles con cintas de papel impregnados en engrudo. Un ayudante de Marsh, Edgard Lakes, registró en 1878, éstas tareas de campo al dibujar al

profesor Mudge empleando una técnica innovadora que describió así: “colocar una capa de yeso París sobre el costado de un hueso para preservarlo de las vibraciones al romper la roca circundante”. Según Whybrow (1985) éste dibujo es el primer documento artístico de las técnicas de campo. Schucher (1940) recuerda haber visto el arribo de los bloques enyesados llegando al Yale Peabody Museum en 1892. Anteriormente, en tiempos de Williston se utilizaba el papel con engrudo y años después, Charles Hazelius Sternberg (1850-1943) fabricaba una fina pasta hirviendo arroz y empapando la arpillera de bolsas de



Primer documento artístico sobre las técnicas de campo.



Charles Hazelius Sternberg (1850-1943)

harina en ella y colocándola sobre los huesos. Posteriormente, Sternberg utilizará vendas de arpillera embebidas en yeso París, dando inicio a una técnica que se convertirá en paradigma de los buscadores de fósiles. Sternberg realizó en 1876 un viaje al estado de Kansas, contratado por Marsh para coleccionar fósiles, mencionando que utilizó aquí el método de protección de yeso, que él mismo dice haber inventado y que describe: “Una vez que los huesos habían sido descubiertos, si se encontraban en una roca dura, de buena calidad, se cavaba una zanja a su alrededor y con repetidos golpes de pico se soltaba la placa rocosa que contenía los huesos. Después se envolvían con firmeza y se reforzaba el envoltorio con yeso o vendas de arpillera que previamente habían sido sumergidas en yeso diluido con una consistencia cremosa. En el caso de muestras de gran tamaño, se entablillaban a lo largo para dar mayor resistencia al material, de modo que pudieran resistir el transporte” (Sternberg, 1884). Ese mismo año, John Bell Hatcher (1861-1904), recién licenciado en Yale, se asoció temporalmente a Sternberg como aprendiz, trabajando para Marsh, momento en que adquiere conocimiento sobre la técnica de protección de fósiles. Sólo unos días de aprendizaje deciden a Hatcher a trabajar por su cuenta en el mismo yacimiento. Sternberg solo tuvo palabras de elogio para “el estudiante serio y brillante”. Más tarde los científicos hablarían de su entusiasmo y tenacidad que contribuía a su sin igual habilidad sobre el terreno.

En 1888, Hatcher, durante uno de sus primeros viajes de campaña, descubrió en el Cretácico superior de Wyoming un esqueleto de dinosaurio que



John Bell Hatcher (1861-1904)

envió a Marsh. El espécimen poseía un cuerno corto en el hocico y dos frontales largos y recibió el nombre de *Triceratops*. El espécimen se encontraba encerrado en una masa concrecionaria y cuando arribó al Museo Yale pesaba 3 toneladas. Éstos yacimientos brindaron al cabo de cuatro temporadas completas, los esqueletos parciales de unos cincuenta especímenes de ceratópsidos, treinta y tres de ellos con los cráneos más o menos perfectos. Las técnicas de recolección consistieron en la utilización de picos, palas, martillos y cinceles, la cobertura de yeso como protección y el transporte en carromatos (Gilmore, 1921). Pero Hatcher también prestó atención a los diminutos restos de mamíferos que aparecían en esos yacimientos. Incitado por Marsh a raíz del hallazgo de una diminuta mandíbula, Hatcher respondió que tales restos “son muy raros, y el hallazgo de un par de dientes constituye el resultado medio de un día de trabajo”. Repentinamente, el hallazgo de tales restos aumentó espectacularmente y antes de finalizar la temporada podía enviar a Marsh más de ochocientos diminutos dientes. Recién varios años después reveló el secreto de su éxito: los restos de mamíferos procedían de los montículos excavados por las hormigas. Hatcher utilizó un colador de harina para separar los sedimentos de los restos fósiles (Shipman y Walter, 1980). En 1893 pasó a ser encargado del museo de paleontología de vertebrados en Princeton, continuando luego en el museo Carnegie de Pittsburg, instituciones en donde publicó numerosos trabajos. Su última empresa de importancia fueron las tres expediciones a la Patagonia. Muere en 1904 y al rendirle tributo William Berryman Scott, de Princeton, dijo que John Bell Hatcher “había revolucionado notablemente los métodos de recogida de fósiles de vertebrados, un trabajo que antes de su época había estado en manos de gente sin entrenamiento y sin formación, pero que él convirtió en una de las bellas artes”.

Posteriormente, en 1897, Harry Menke junto a Barnum Brown llevaron a cabo excavaciones en Como Bluff para el American Museum, revisando antiguas zonas de trabajo de Marsh en Wyoming, y la región de Bone Cabin Quarry. Hallaron grandes huesos de dinosaurios en una matriz de arcillas que se desmigajaban fácilmente. Jacobo Wortman a cargo del grupo utilizó en algunas oportunidades colocar capas de yeso sobre superficies blandas o matrices friables, pero nunca se aventuró con materiales pesados. Descubierta un sacro de dinosaurio de gran tamaño, fue vendado con engrudo, sistema que falló, impulsando al grupo a emplear vendas de arpillera con yeso. Cuando comprobaron la fortaleza de la aplicación, decidieron seguir utilizándola. Así, la práctica fue la utilización del yeso en la protección de cráneos o huesos articulados suplantando el uso del engrudo, que siguió empleándose en la recuperación de huesos pequeños. La historia fue relatada por Harry Menke a Riggs (1952), quién muestra en la página 24 de la publicación mencionada una fotografía del

trabajo de Barnum Brown (Bird, R. 1985), otro de los integrantes del grupo, aplicando vendas enyesadas a restos de un *Diplodocus*.

Los pioneros coleccionistas del Museo Americano de Nueva York comentaban que, en esos tiempos, los huesos extraídos solo eran unidos con cola de carpintero. A la primitiva utilización de la goma arábiga o goma de acacia como consolidante de los huesos, la reemplazó la laca disuelta en alcohol.

En 1895, Ch. Schuchert, basándose en Lyell, define los fósiles y menciona los tipos de fósilización, además enumera los aparatos, herramientas y métodos para coleccionar invertebrados y plantas e ilustra algunas. Al referirse a los métodos para coleccionar vertebrados fósiles, señala algunos productos, aconsejando utilizar goma arábiga, laca disuelta en alcohol, cola de pescado, papel de arroz y una capa de yeso como sostén de varillas de madera adosadas a los huesos largos. Además, recomendaba para las piezas pequeñas, la protección con engrudo. El autor menciona que Hatcher ya utilizaba el método anteriormente puesto en práctica por la gente que trabajaba para Marsh.

Superada la “Guerra de los Huesos”, otra generación de paleontólogos comenzó a trabajar en Estados Unidos. A la primera etapa de las personalidades, la reemplaza la prevalencia de las instituciones, sus planes y equipos de trabajo. La etapa de aquella escandalosa competición había demostrado el enorme potencial paleontológico de ese país, creándose diversas cátedras de paleontología en varios institutos del país. Los nuevos participantes de esta segunda “fiebre” que no mostró hostilidades entre los participantes fueron: American Museum of Natural History de Nueva York, representados por Henry Fairfield Osborn y William Berryman Scott, Museo Carnegie de Historia Natural de Pittsburg, Museo Field de Historia Natural de Chicago, Instituto Smithsonian de Washington y las universidades de Kansas y Wyoming. Osborn, Scott y compañeros realizaron, a partir de 1877, tres expediciones a Wyoming. Luego, en 1891 Osborn ocupa un cargo en el American Museum of Natural History de Nueva York, fundando el Departamento de Paleontología de Vertebrados y desarrollando con mucho vigor las colecciones de paleontología y la investigación. Las excavaciones se llevaron a cabo en el yacimiento de Bone Cabin Quarry desde 1898 a 1905 y proporcionaron un número relevante y diverso de restos de dinosaurios. Estas prolongadas tareas permitieron consolidar sus carreras profesionales a un numeroso grupo, entre los que se mencionan Barnum Brown, Walter Granger, William Diller Matthew y Richard Swan Lull. Es necesario destacar aquí la enorme labor desarrollada por Matthew relacionada a las faunas de mamíferos fósiles y recientes, entre ellos carnívoros, primates, roedores, edentados, marsupiales, condilartros, ambliopodos, artiodactilos, etc. Contribuyó notablemente a la creación de listas faunísticas de distintos horizontes del Terciario y Cuaternario de Estados Unidos, así también como el análisis de las faunas y sus migraciones en el pasado.

Andrew Carnegie, inmigrante escocés, nacido en 1835, llegó a Estados Unidos donde amasó una gran fortuna en la fabricación de acero. Parte de esa fortuna la utilizó en obras caritativas, entre ellas fundó en 1895 el Museo Carnegie de Historia Natural en Pittsburg, siendo su director William Jacobo Holland. Impresionado por noticias periodísticas sobre el hallazgo de un enorme dinosaurio, al que bautizaron con el nombre de *Brontosaurus giganteus*, Carnegie decidió adquirir el fósil para su museo y ordenó a Holland contratar a Wortman y Coggeshall a contactarse con Reed –descubridor del fósil- en 1899 en Wyoming. El yacimiento del brontosaurio fue revisado, pero no aportó más elementos, decidiendo el grupo trasladarse al yacimiento de Sheep Creek donde descubrieron el esqueleto bastante completo de *Diplodocus* y al año siguiente un segundo esqueleto parcial. Dichos restos fueron estudiados por John Bell Hatcher, quién dedicó la nueva especie a Andrew Carnegie. El esqueleto completo, compuesto por varios individuos, fue montado en 1907. El soberano de Inglaterra, Eduardo VII, solicitó una copia para el Museo Británico, actitud que llevó a Carnegie a contratar técnicos italianos que llevaron a cabo numerosas réplicas del esqueleto, luego donadas a varias instituciones. El esqueleto de Londres fue montado en 1905 y recibieron copias en Frankfurt, París, Viena, Polonia, San Petesburgo, Madrid, La Plata (Argentina) y México. Los trabajos de montaje fueron supervisados en todos éstos sitios por Holland y Coggeshall (Sanz, 2007). A modo de anécdota se menciona que cuando se inauguró la exhibición del *Diplodocus* en La Plata, se sirvió un banquete con platos extraordinarios como *Grand Piese Diplodocus à la Holland*, en una mesa presidida por una maqueta del dinosaurio realizada por el artista Charles Knighth (Podgorny y Plöger, 1999). La copia del esqueleto del Museo de La Plata está fabricada en arcilla cocida.

En 1908 se hallaron restos de *Diplodocus* en la localidad de Jensen (Utah) y el responsable fue uno de los técnicos y exploradores de dicho museo, Earl Douglas (1862-1931), junto al lugareño, el patriarca mormón George Goodrich. La institución se decidió a emprender una de las campañas de excavaciones paleontológicas más grandes de la historia. Douglas se instaló con su familia en la zona del yacimiento y dirigió los equipos de trabajo desde 1909 hasta 1922. Se excavó un frente de 100 metros por 25 de espesor, que brindó miles de huesos. Coggeshall filmó el documental “Monstruos del pasado” sobre el yacimiento, denominado Cantera Carnegie. Posteriormente, la región fue abierta a la colonización, lo que llevó a Holland, en compañía del prestigioso investigador Charles Walcott a proponer al presidente de Estados Unidos la protección del yacimiento. Woodrow Wilson, en un edicto presidencial declaró la zona como reserva federal de la naturaleza, dando así nacimiento al Dinosaur National Monument. Hasta 1990 se habían hallado en el parque 10 géneros de dinosaurios.



John Bell Hatcher (1861-1904)

Una tercera institución que se destacó durante esta época fue el Museo Field de Chicago, que emprendió en 1900 tareas de campo en la región de Grand Junction (Colorado) al mando de Elmer S. Riggs. El equipo halló, entre otros, restos de un enorme dinosaurio al que denominó *Brachiosaurus altithorax*.

Al norte de Estados Unidos, geólogos canadienses ya habían descubierto restos de dinosaurios y quien comenzó el examen de éstos fue George Mercer Dawson, quien había estudiado en Londres con T.H. Huxley. Los restos los habían hallado en Saskatchewan en 1874, realizando consultas al famoso paleontólogo Cope. En 1875 Dawson fue nombrado responsable del Servicio Geológico de Canadá, explorando junto a Joseph Burr Tyrrell y efectuando hallazgos de fósiles a lo largo del río Oldman. En 1884, Tyrrell dirigió un gru-

po que debía explorar y cartografiar un territorio de 120 mil kilómetros cuadrados, hallando en el valle del río Red Deer restos de un enorme dinosaurio carnívoro, que incluían el cráneo. Los restos, malamente recuperados, fueron bautizados por Cope como *Albertosaurus*. En 1981 en proximidades del lugar del hallazgo se inauguró el Museo Real Tyrrell de Paleontología. Otro científico enviado por Dawson a la misma región, en 1897, fue Lawrence Morris Lambe, quién colectó numerosos huesos y publicó sobre los mismos.

## La Paleontología en las nuevas repúblicas de América hispana durante el siglo XIX

### El lento avance de las instituciones y la influencia extranjera

Las primeras observaciones y estudios sobre fósiles se realizan en la mayoría de los países hispano americanos con la intervención de científicos extranjeros. En Méjico, a fines del siglo XIX Von Meyer publicó sobre vertebrados fósiles del valle de Méjico al igual que Owen y Gabb (1869) sobre los hallados en Sonora y Chihuahua. La intervención francesa en Méjico (1862-67) publicó alguna contribución sobre paleontología en los Archives de la Comisión Scientifique du Mexique (1867). Posteriores trabajos de Cope describieron especímenes de vertebrados, actualmente guardados en la Escuela Nacional de Ingenieros.

Los primeros trabajos de naturalistas mejicanos fueron los de Cuáparo y Ramirez (1875) quienes mencionan la presencia de un "*Gliptodon*" en el distrito de Zumpango; los trabajos de Dugés (1882-1891) mencionan la presencia de fósiles en Guanajuato, describiendo *Platygonus alemanii* y otros restos de origen sudamericano. En 1886 se creó la Comisión Geológica, posteriormente Instituto Geológico, que dispuso la organización y arreglo de las primeras colecciones paleontológicas. Posteriormente, en 1927, la Universidad Nacional Autónoma de Méjico creó la Colección Nacional de Paleontología.

La explotación petrolífera aviva las exploraciones geológico-paleontológicas hasta mediados del siglo XX. Paleontólogos extranjeros trabajaron por cuenta del gobierno o bien como expedicionarios de sus países, destacándose la obra de Freudenberg sobre vertebrados en el período 1910-1921. La nacionalización del petróleo en 1938 incrementó los grupos de trabajo mexicanos que informaron de trabajos en invertebrados, vertebrados y plantas fósiles. Desde 1970 se incrementó el estudio de la palinología, la participación de mejicanos en congresos internacionales de paleontología y correlación geológica, creándose en 1986 la Sociedad Mejicana de Paleontología. El ámbar de Chiapas ha sido estudiado casi exclusivamente por extranjeros.

Los estudios paleontológicos en los países de América Central estuvieron casi en su totalidad en manos de extranjeros. En Honduras se iniciaron a mediados del siglo XIX cuando Leidy menciona el hallazgo de un molar de mastodonte en Lempira. Luego, en 1887, Nason mencionó el hallazgo de restos de mastodonte en inmediaciones del río Olúa y en 1927 W. Anthony y C. Blick del Field Museum de Chicago hallaron restos en Lempira de dos mastodontes. En 1941, Olson y Mc Grewe publicaron sobre el descubrimiento de 27 ejemplares de un total de 9 especies de *Eremotherium*, *Mixotodon*, *Camelops*, un felino y gliptodontes. En 1960 David Webb de la Univ. de Florida halló en el valle del río Tejocote restos de *Toxodon*.

En Guatemala, en 1947 Barnum Brown del Museo Americano de Nueva York, halló restos de camélidos, mastodonte, megaterio y gliptodonte. En 1955 Lewis Gazin, del Museo de Historia Natural del Smithsonian, coleccionó materiales fósiles. En 1972, Roberto Woolfolk y Bryan Patterson de Harvard, mencionaron el hallazgo de *Eremotherium rusconii* en la ciudad de Guatemala. En 1970, 71 y 72 Mario Dary Rivera de la Universidad de San Carlos, halló en Ciudad Real, restos de Pérezoso, toxodonte, caballo y venado. En 1989 y 1990-93 se hallaron restos de proboscídeos y un gliptodonte en los municipios de Santa Cruz y Verapaz (García, García, V. y Ericastilla Godoy, S., 1994). Información publicada en Internet por Byron Pérez.

Para Nicaragua, se menciona el hallazgo de mamut en San Rafael del Sur, Pérezosos gigantes, toxodontes, tigres dientes de sable, bisontes y mastodontes en el municipio de Apopa. Expuestos en el museo "Dioclesiano Alvarez", fundado en 1987.

En la república de El Salvador, a finales del siglo XIX y principios del XX, el Dr. David J. Guzmán da a conocer restos de mastodontes en el río Los Frailes, en el Departamento de Cabañas. En la década de los 50' R. Stirton y W. Gealey descubren nuevos yacimientos que dan a conocer en la revista del American Museum of Natural History y los fósiles que extraen son llevados a Berkeley. En la década de los 60' geólogos alemanes hallaron fósiles en los departamentos de Santa Ana y San Vicente y elaboraron un esquema geológico-paleontológico actualmente en uso. En la década del 70' el geólogo y paleontólogo Stephen Perrigo realizó excavaciones y fundó la Colección Nacional de Paleontología en el Museo de Historia Natural, inaugurado en 1976. Durante 20 años las publicaciones extranjeras describieron materiales retirados del país. En 2001 se reiniciaron los trabajos en el yacimiento Tomayate, municipio de Apopa, Depto de San Salvador. Los restos hallados corresponden a un nivel asignable al Pleistoceno, hallándose *Hesperotestudo*, Emydidae, Kinosternidae, cocodrilos, Anatidae, *Glyptotherium*, *Eremotherium*, *Megalonix*, *Sylvilagus*, *Canis*, *Mixotoxodon*, *Cuvieronius*, *Equus*, *Odocoileus*, *Mazama* y *Paleolama*

(Cisneros, 2005). En 2003 se descubrieron otros sitios paleontológicos en el Dpto. San Salvador.

En Costa Rica, José Fidel Tristán, ex director del Museo Nacional, fundado en 1887, escribe que los primeros fósiles de la colección son del año 1886. Al historiar el desarrollo de la paleontología en ese país, Guillermo Alvarado (1989) menciona varias etapas: 1) 1905-1933. Anastasio Alfaro halló molares de caballo y fragmentos de molares de mastodonte que envió al American Museum of Natural History de Nueva York. En 1921 descubrió restos de mastodonte en los ríos Aguas Calientes y Quirimán y en 1930 una tortuga fósil. 2) 1934-1945. En 1934 en el pueblo de Bajo Barrantes, Alberto Brenes excavó un yacimiento que brindó restos de dos megaterios, un milodonte y un toxodonte. El profesor Segura fue invitado a cursos en la Smithsonian Institution por Alexandre Wetmore. En 1940 en Nicoya se hallaron molares de mastodonte que fueron determinados por el Dr. S. Riggs del Field Museum de Chicago. Entre los vertebrados marinos se hallaron dientes de los tiburones *Carcharodon* y *Odontaspis*. 3) entre 1946 y 1959 la inactividad es total. 4) En 1960 y 1962 se hallaron restos de mastodontes y de mamut. En los 70' se hallaron varios restos de mastodonte (incluyendo un esqueleto casi completo) de los cuales se ignora el destino de éstos. 5) 1974-1987. A partir del hallazgo del mastodonte de Tibás comienzan a evaluarse los hallazgos dejando constancia escrita y fotográfica. Colaboraron en éstas tareas diversas instituciones extranjeras: American Museum of Natural History of New York, University of New Mexico, University of Kansas, University of Texas, Université Pierre et Marie Curie y otras universidades alemanas. Durante ésta etapa se hallaron en diversos sitios restos de proboscídeos.

En Panamá, según Vaughan (1919a) entre 1904 y 1914, se reportaron restos fósiles de vegetales que estudiaría Berry, e invertebrados miocenos desde el siglo XIX; los primeros restos de vertebrados corresponden a mamíferos miocenos y se hallaron en 1942. Otros investigadores que trabajaron en el país son: Woodring (1957), Whitmore y Stewart (1965), Blacut y Kleimpell (1969), Jonson y Kirby (2006), mencionándose el hallazgo de Geomyidae, Heteromyidae, Rodentia, Protoceratidae, Tayassuidae, Equidae, *Eremotherium* y *Glyptodon*. Con motivo de las obras de ampliación del canal interoceánico, en 2005, la Jefatura autorizó al Dr. Michael Xavier Kirby, becario del postdoctorado en el Smithsonian Tropical Research Institute, para identificar las áreas paleontológicas. El Doctor B. Mc Fadden, del Museo de Florida es el encargado científico y estudia caballos del Mioceno. El material recolectado llega a 6000 muestras que produjeron 50 artículos científicos y una reunión especial de la Geological Society of America en 2012. Unos 100 científicos y estudiantes de Estados Unidos y América Latina llevan a cabo investigaciones, solventadas por 38 millones de dólares de la National Science Foundation.

En la Cuba colonial hispana, en 1892, Carlos de la Torre Huerta halló *Megalocnus rodens*. Posteriormente, en sedimentos del Jurásico marino se rescataron restos de cocodrilos, tortugas, ictiosaurios, plesiosaurios y pterodactilos; fósiles que son estudiados en la actualidad por cubanos, norteamericanos y argentinos. En el Cretácico occidental se hallaron restos de saurópodo, el primero de ellos en 1949. En las Breas de San Felipe (provincias de Martí y Matanzas) se encontraron restos de escarabajos. Los yacimientos cuaternarios en cuevas de la Habana, Matanzas y San Felipe aportaron materiales de los que se estudiaron roedores, uno de ellos de origen norteamericano. El aislamiento de la isla ha dejado una fauna de aves fósiles particulares: el género *Tito* representado por dos formas, un cóndor extinguido, Caprimulgiforme, un Ciconiiforme, restos de un Falconiforme y otros que se reestudiaron del género *Caracara*. En una caverna se hallaron insectos preservados en carbonato de calcio. Cuba posee 197 localidades fósilíferas del Mesozoico y Cenozoico. La paleontología del Cenozoico en Cuba menciona a los siguientes investigadores: Leidy en 1868, Mrs. Linck en 1913 en la isla de Los Pinos, Miller en Cuba y Santo Domingo en 1916, Allen en 1917, Matthew en 1931, el polaco Woloszyn en los años 70 y Diaz Franco desde 2001.

En Puerto Rico y República Dominicana se hallaron invertebrados, restos vegetales y ámbar. Del conjunto de islas antillanas se elaboraron mapas paleogeográficos de acuerdo con el programa PLACAS del Instituto de Geofísica de Austin, Texas. El poblamiento definitivo de las islas es del Mioceno (35 M.a.).

En la isla de Sancti Spiritu, en un yacimiento de 15-20 M.a. se hallaron fósiles de monos, Pérezosos, roedores y dugones.

En Venezuela, Humboldt en su *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Mundo* menciona la presencia de restos de proboscídeos. Posteriormente estudiaron restos fósiles José María Vargas y el salesiano Nectario María quién consultó a Simpson, que participó de excavaciones en Lara, Barquisimeto, donde se recuperaron restos de megaterios, toxodontes y astrapoteros, parte de cuyos materiales fue al American Museum of Natural History de Nueva York. Más recientemente los yacimientos de brea han brindado innumerables restos de fauna; entre ellos mencionamos los yacimientos de Taima-Taima, El Breal, Mene de Inciarte y Orocuál que brindó restos de caballos, megaterio, mastodonte, camellos, tapires, caimanes, aves y tigres diente de sable. El estudio de éste yacimiento cuenta en la actualidad, con apoyo de la Universidad de Zurich.

Colombia fue el primer país en Sudamérica donde fueron descubiertas huellas de dinosaurios en 1839 (Buffetout 2001). La paleontología de Colombia cuenta entre otros con los fósiles de la Formación La Venta, perteneciente al Mioceno Medio. La Venta fue descubierta por el padre Ariste Joseph en 1923 y en 1944 Stirton inició trabajos de exploración. Se hallaron peces de agua

dulce, anuros, tortugas, serpientes y anacondas, lagartos, caimanes, gaviales y cocodrilos terrestres, varias aves, armadillos, pampaterinos, gliptodontinos, osos hormigueros, Pérezosos terrestres, manatíes, varios monos, varios murciélagos, roedores, astrapoteros, toxodontes, tipoterios, litopterna, marsupiales, metaterios carnívoros (Thylacosmilidae). Gran parte de la investigación y publicación de los fósiles de La Venta fue realizada por norteamericanos en sus revistas. También japoneses. Gran parte de los materiales, incluyendo tipos se encuentra en la University of California, Museum of Paleontology.

En la Formación Cerrejón, yacimiento carbonífero del Paleoceno se hallan dipnoos, tortugas, y cocodriliformes. La fauna corresponde a ambientes de planicies de inundación y selvas costeras húmedas. En éste yacimiento fue descubierto el boideo *Titanoboa*, de 13 metros de longitud. Dichos materiales fueron llevados el 8 de marzo de 2009 para su estudio al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá luego a la Universidad Internacional de la Florida, USA.

“Todos los años vamos a Colombia, hacemos colecciones, sacamos materiales y la mayoría han sido estudiados acá por colombianos que han pasado por el Instituto en los últimos 6 años, porque hacer esos estudios cuesta mucho dinero y en Colombia los recursos para hacer paleontología son escasos” aseguró Carlos Jaramillo de la Universidad Nacional de Colombia y director de Paleontología del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá. La Universidad Nacional e Ingeominas tienen especialistas en Paleontología que trabajan en la formulación de un texto de ley para manejar éste patrimonio. También la Sociedad Colombiana de Geología adelanta una propuesta judicial. “Nuestro ideal es que la ley se promulgue éste año, concluyó Páramo”. María Eurídice Páramo Fonseca es profesora asociada del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia.

El 5 de febrero de 2009 *Titanoboa* se publicó en *Nature*, por Jason Head de la Universidad de Toronto-Mississagua y Jonathan Bloch de la Universidad de Florida.

El 27 de agosto de 2012 abrió sus puertas el Centro de Investigación en Paleontología en Villa de Leyva y según Carlos Bernardo Padilla Bernal “Colombia ingresa al mundo de la investigación paleontológica”. El proyecto fue apoyado por el Smithsonian, Universidad of Cambridge, y el American Museum of Natural History of New York, el Field Museum de Chicago, el Museo Egidio Feruglio de Argentina y en Colombia el Centro Interactivo Maloka. “El centro servirá no solo para entrenar a profesionales colombianos en el área de la preparación”, apoyado financieramente por el Instituto suizo Rochen Biocare. El Museo de Villa de Leyva, inaugurado en 1972, posee reptiles marinos del Cretácico, tales como *Platypterigius*, *Cronosaurus* y *Callauayasaurus*. Además, la República de Colombia cuenta con yacimientos de ámbar con fósiles en el Departamento de Santander.

En Ecuador, Humboldt y Bonpland (1799-1804) recogieron muestras de rocas y fósiles, entre ellos restos de mastodontes en las faldas del volcán Imbabura. Restos que fueron estudiados por Cuvier.

En 1860 Andres Wagner estudio materiales de los alrededores de Quito y en 1864 el Dr. Manuel Villavicencio mencionó los dos más importantes yacimientos de fósiles: Punín y Pichincha. En ellos colectaron materiales Reiss y Stübel para el Museo Mineralógico de la Universidad de Berlín, materiales que estudiará Branco en 1881. En 1922 el sacerdote Felix Proaño descubre un mastodonte en Riobamba y en 1928 el Profesor Franz Spillmann descubrió en proximidades de Quito restos de otro mastodonte, ésta vez asociado a industria humana.

En 1958, Robert Hoffstetter en su obra *“Les Mammifères Pléistocènes de la République de L’Equateur”* enumera los yacimientos de las provincias de Guayas, con fósiles impregnados de brea. Se mencionan megaterios, tigres dientes de sable, milodontes, camélidos y mastodontes.

Entre 1993 y 2003 se realizaron trabajos conjuntos con las universidades de Florencia y Pisa y los Museos Gustavo Orcés V. y Ecuatoriano de Ciencias Naturales de Quito.

Se trabaja en los vertebrados del Mioceno (notoungulados y xenarthros) de las provincias de Loja, Azuay y Cañar. También se estudio el bosque petrificado de Puyando de edad cretácica inferior con angiospermas.

La Universidad de Michigan y el Museo Gustavo Orcés V. estudian vegetales miocenos del sur de Ecuador. Según Román Carrión, sin fecha, denuncia que importantes colecciones de Ecuador están en instituciones de Estados Unidos y Europa.

En el Perú Antonio Raimondi, junto al norteamericano W. Gabb inician colecciones de invertebrados durante los años 1869 y 1870. Dichas colecciones se encuentran actualmente en el Museo de Historia Natural Javier Prado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima. En 1904 Carlos Lisson publicó un trabajo sobre fósiles, prosiguiendo las tareas su discípulo Bernardo Boit, quién en 1924 publica “Edad de los fósiles peruanos y distribución de sus depósitos en la República”. Posteriormente se mencionan trabajos de Steinmann (1929), Benavides (1956-1962) y Rivera (1957).

El Laboratorio de Paleontología del Servicio de Geología y Minería del Perú posee una colección de 13.994 piezas. Se mencionan los yacimientos de vertebrados de La Brea, Bosque de Sexi, Pongo de Rentama en el Departamento Amazonas con restos de dinosaurios y pisadas; Aguada de Lomas, Pisco en Arequipa e Ica, con vertebrados marinos del Mioceno.

En el año 2007 se presentó una ley de cuidado del patrimonio paleontológico a nivel nacional.

En Brasil, uno de los yacimientos más importantes es Sanga Alema, en Río Grande Do Sul., donde afloran las formaciones Caturrita y Santa María

(Triásico). El sitio fue descubierto en 1901 por el geógrafo Antero de Almeida. En 1902 Jango Fischer recogió y envió fósiles a Smith Woodward en el Museo Británico. Estudiados los materiales resultaron pertenecer al rincosaurio *Scaphonyx fischeri*, en su honor. Una segunda colección fue enviada al Museo Británico en 1906. Entre 1915 y 1917 el alemán Guillermo Rau y el científico H. Lotz, recogieron y enviaron a Alemania unos 200 fósiles que estudio von Heune. Los expedicionarios instruyeron a un lugareño llamado Atilio Munari en la recolección y preparación de materiales fósiles que actualmente se encuentran en Río de Janeiro, Porto Alegre y Santa María. En 1925 visitó el lugar el paleontólogo Bruno von Freiberg, de la Universidad de Halle.

Llewellyn Ivor Price, nacido en 1905, fue el primer paleontólogo brasileño que estudio en Harvard y en 1936 descubrió el primer dinosaurio al que bautizó con el nombre de *Staurikosaurus*. En 1927 visitaron el sitio de hallazgo los geólogos locales Franco y Nero Passes y el alemán Alex Löfgren. Al año siguiente, Fréderich von Heune y Rudolf Stalecker, quienes coleccionaron en el lugar durante 6 meses, llevaron a Tubingen varias toneladas de fósiles.

Durante los años 40 y 50, Price organiza varias expediciones junto a Edwin Colbert, de Paula Couto, Gordon, de Souza y White. Posteriormente, entre 1968 y 1973 el sacerdote Cargnin colecciona varias piezas que son enviadas a instituciones de investigaciones y museos. En 1990 Max Langer descubrió el dinosaurio *Saturnalia tupiniquim*. Otros fósiles de la Formación Santa María: *Gonfodontosuchus brasiliensis*, *Cerritosaurus*, *Préstosuchus*, dicinodontes y ciodontes.

La Formación Santana, correspondiente al Cretácico temprano es sumamente rica en restos de peces, dinosaurios terópodos, tortugas, cocodrilos, pterosaurios e invertebrados; algunos de éstos muestran ejemplares de exquisita conservación. Como ejemplo se menciona que en 1991 un ejemplar examinado con microscopio electrónico mostró fibras musculares y vasos sanguíneos.

El Grupo Bauru, correspondiente al Cretácico tardío es portador de restos de dinosaurios carnívoros, pequeños terópodos y saurópodos como *Titanosaurus*, peces, cocodrilos, tortugas, lagartos, anfibios, huevos y coprolitos. Otro yacimiento, famoso por los elementos fósiles de vertebrados que atesora es aquel del Paleoceno superior de Itaboraí, así como el de Acre en la región amazónica, perteneciente al Plioceno. Éste último ha brindado restos de tortugas y cocodrilos de talla gigantesca, así como mamíferos de estirpe sudamericana y elementos holárticos.

D'Orbigny fue el primero en clasificar fósiles provenientes de Bolivia. El valle de Tarija es uno de los yacimientos fósilíferos más ricos de la América del Sur, en lo que se refiere a restos de mamíferos cuaternarios. Los primeros restos fueron descubiertos ya hace tres siglos, pero la primera colección importante

fue llevada a Europa por Weddell a mediados del siglo XIX. Recién en 1886 el Dr. Burmeister, del Museo Nacional de Buenos Aires, envió al naturalista viajero Enrique de Carles, quién se estableció en la zona desde agosto de 1886 hasta julio de 1887, reuniendo durante ese tiempo la más valiosa colección de fósiles conocida hasta ese momento.

Ya en el siglo XX, Leonardo Branisa, eslovaco, llegó a Bolivia en 1944. Realizó trabajos sobre estratigrafía, durante su labor en YFPB y Servicio Geológico Boliviano, además de desarrollar tareas didácticas en la Universidad Mayor de San Andrés, publicando “Los fósiles guía de Bolivia”. Murió en 1999. Se mencionan además otros investigadores como Alejandro Dálencz Fajart, quien estudió el Silúrico y Devónico, Rosendo y Luis Echazu y David Forbes Frizche. Más recientemente se llevaron a cabo estudios con restos de mamíferos en el Oligoceno superior de Lacayani y Salla, en el Departamento de La Paz. También han participado de otras investigaciones el francés Philippe Janvier en el estudio de peces, el japonés Teiichi Kobayashi con fósiles del Paleozoico inferior (trilobites), Román Kozłowski, quién estudia fauna fósil del Devónico y Carbonico. El especialista italiano Giuseppe Leonardi desarrolló tareas con icnitas de dinosaurios en el yacimiento de Torotoro. Bruce Mac Fadden, del Museo de Florida, estudia mamíferos y colabora en el American Museum of Natural History de La Paz y Bruce J. Shockey perteneciente al Museo de Historia Natural de Nueva York, estudia notoungulados en el Museo de Historia Natural de La Paz.

La crónica menciona las tareas del técnico Rivas Boris con materiales del terciario y cuaternario en el Museo D’Orbigny de Cochabamba, y la labor de Ramiro Suarez Soruco y Margarita Toro.

De los numerosos yacimientos fósiles de Bolivia, se mencionan, entre otros, el de la localidad de Apaña con una antigüedad correspondiente al Devónico inferior y portadora de restos de euripteridos y la primitiva planta terrestre *Cooksonia* (una de las primeras). Todos éstos materiales están en la Unidad de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural, que a partir de 1990 está reordenando las colecciones. La Sección Invertebrados posee 9500 especímenes, la mayoría proveniente de la Colección Sempere del Colegio San Calixto. La Sección Vertebrados está a cargo de Bernardino Mamani quién publicó “Fósiles, Naturaleza en Bolivia” y posee 11000 especímenes de vertebrados.

En 1985, el geólogo Hugo Heymann descubrió icnitas en la calera Cal Orckó. La falta de fondos, así como la ausencia de especialistas, hizo que recién comenzaran a estudiarse sus materiales en 1998. Para llevar a cabo el mismo, se firmó un convenio para el estudio del yacimiento. Dicho convenio ponía en manos del Dr. Christian Meyer de la Universidad de Basilea y del Museo Solothurn, del Dr. Martín Lockley, decano de la Facultad de Geología de la Uni-

versidad de Colorado y del Dr. Giuseppe Leonardi de la universidad de Roma, los materiales de dicho yacimiento. El proyecto autoriza a llevar las muestras de sedimentos, fósiles y moldes durante 2 años a Basilea (Información del diario alemán “Die Zeit” sept. 1998). Diputados declararon a los municipios de Potosí, Sucre y Tarija patrimonio paleontológico de Bolivia (diario La Razón digital 9 de noviembre de 2012). En el yacimiento se han contabilizado unas 5000 huellas de 294 especies de dinosaurios. Fue declarado “Parque Nacional Torotoro” por Decreto Supremo 25211/30/11/98. En 2010 las lluvias produjeron derrumbes que destruyeron unas 300 huellas.

Los primeros vegetales fósiles hallados en Paraguay, en el Departamento de Guairá por Carnier en 1911 corresponden a helechos y conífera del período Pérmico, así como también en el Cretácico de Villa Azara. El hallazgo de los primeros invertebrados fue realizado por Beder y Windhausen en 1918 y corresponden a formas del Silúrico y Devónico; colecciones estudiadas posteriormente por Harrington (1972).

Las llanuras aluviales de la cuenca del río Pilcomayo brindaron abundantes materiales de vertebrados fósiles provenientes de los cauces temporales producidos por las avenidas de los ríos de la zona. Los mamíferos cuaternarios mencionados por Vellard en 1934 son: *Mastodon*, *Glyptodon*, *Toxodon*, *Macrauchenia*, *Megatherium*, *Lestodon*, *Panoctus*, *Sclerocalyptus*, *Pampatherium*, *Glossotherium*, *Myلودon*, *Paleolama*, *Morenelaphus* (Hofftetter, 1978). (Báez-Presser *et al.*, 2004).

Los hallazgos de fósiles en territorio de Chile comienzan a partir de la expedición Heuland, que explora y documenta la recolección de éstos en las costas de Patagonia y sobre todo los territorios de Chile y Perú, entre 1795 y 1800. Fue la primera expedición exclusivamente geológica durante los siglos XVIII y XIX en los virreynatos españoles de América y los especímenes hallados se encuentran en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Aunque expedición geológica, el apartado 2° de la Instrucción Real de colecta, obligaba a los expedicionarios a recoger “petrificaciones”. Coleccionaron algún ejemplar de invertebrado de Patagonia (Península Valdez) y en la costa chilena huesos de cetáceos, moluscos petrificados y fragmentos de maderas. (Montero y Dieguez, 1998).

El inicio de los estudios paleontológicos en Chile corresponde a Rudolph Amandus Philippi (1808-1904). Contratado como profesor de zoología y botánica en la Universidad Nacional, coleccionó numerosos fósiles y publicó: “Los fósiles terciarios y cuaternarios de Chile” (1887) y “Los fósiles secundarios de Chile” (1899). A su vez, Claudio Gay, fundador y primer director del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, coleccionó fósiles que luego estudiaron especialistas extranjeros. Las investigaciones posteriores mencionan a Daniel Frassinetti (1939-2010), quién estudio invertebrados marinos del

Terciario y vertebrados pleistocenos, como caballos y mastodontes. Vladimir Covacevich (1944-1997) desde el Servicio Nacional de Geología y Minería estudio bivalvos y gastrópodos del Cenozoico, así como trazas fósiles.

En afloramientos del período Triásico superior, hallados en la Cordillera Domeyko, al suréste de Calama, en el Cerro Quimal, se hallaron, en 1980 réstos de un protodinosaurio (Silesauridae) cuyo estudio se presentó el 6 de octubre de 2010 en la Sociedad Paleontológica de Vertebrados de Estados Unidos en Los Ángeles. Posteriormente se halló el cocodrilo *Chilenosuchus* junto a un esfenosuchio.

En octubre de 2002 durante una reunión en Punta Arenas se propicia alentar el desarrollo de la paleontología en Chile, a la vez que se solicita la creación de monumentos naturales a la Cueva del Milodon y los yacimientos de la isla Ross en la Antártida. En 2008 se crea la Asociación Paleontológica Chilena.

Entre los recientes descubrimientos en territorio chileno se debe mencionar el hallazgo de huellas de dinosaurios en la Formación Quiriquina, en las regiones de O'Higgins y Tarapacá.

En 2010 se inician excavaciones en el yacimiento mioceno de Caldera, en el desierto de Atacama. En el sitio se hallaron unos 80 esqueletos de ballenas, delfines y tiburones, así como la inusual presencia de réstos de Pérezosos terrestres. Los trabajos son solventados por la National Geographic Society y el Smithsonian Institution.

Un reciente convenio con Alemania impulsa el estudio de réstos de ictiosaurios cretácicos en la región de las Torres del Paine, donde se hallaron réstos de hasta 34 individuos, incluyendo bebés.

En Bahía inglesa se hallaron los réstos del ave gigantesca *Pelagornis chilensis*, poseedora de un formidable pico con pseudodientes óseos. A principios del año 2014 en la isla James Ross de Antártida, en sedimentos del Cretácico, se hallaron réstos de plesiosaurios y mosasaurios, troncos de árboles y réstos de tiburones.

El día 4 de setiembre de 1837 se creó el Museo de Historia Natural y Antropología en Montevideo, Uruguay. Por esa época, Bernardo Berro, sobrino del presbítero Larrañaga, excava fósiles en el Arroyo Pedernal acompañado del cónsul francés Vilardebó. Originalmente el Museo poseía casi exclusivamente réstos de vertebrados del Pleistoceno de las colecciones de los mencionados, materiales que se perdieron. En el informe de ese momento, publicado en el diario *El Universal* de Montevideo, detalla la delicadeza en la extracción de los réstos fósiles. Vilardebó y Berro procuraron demostrar su pericia en el arte de exhumar los esqueletos en el campo. Vilardebó se dedicaría a comprar y vender fósiles, combinando su trabajo con el armado de una colección particular. Poco tiempo antes, en 1833, durante sus excursiones en el Río de La Plata, Darwin había hallado un cráneo de *Toxodon*.

Los materiales más antiguos existentes en el Museo son de 1867 y fueron donados por el presidente Joaquín Suárez.

Durante su permanencia en Uruguay, en 1931, Lucas Kraglievich logra que la colección de Catalina Beaulieu y de Cohan se conviertan en patrimonio del Museo Nacional. Posteriormente recibirá la importante colección de Teisseire. A fines de los años 50' se hace cargo de la dirección Martínez Macchiavello, quién durante el período 1956-59 reorganiza la colección. A partir de 1965 Mones se hace cargo de la colección y es nombrado oficialmente en 1971. Su actividad es acompañada por Castiglioni y el colaborador Rinderknecht quién aporta su colección y se hace cargo del cuidado. Recientemente se incorporó la colección Oliver con 40.000 piezas, que incluyen réstos de dinosaurios y mamíferos del Mioceno y Plioceno.

El Museo Paleontológico Armando Calcaterra se inauguró el 24 de abril de 1976 en Colonia, mientras el Museo Alejandro Berro se inauguró en 2011.

En una noticia fechada el 22-3-2011, el paleontólogo Richard Fariña cuenta en 1997 que, en el Arroyo Vizcaino, en la localidad de Sauce, se secó una laguna y se recolectaron algunos réstos fósiles. Después de 14 años se comenzó a excavar el sitio. En 50-60 m<sup>2</sup> se halló gran cantidad de réstos, algunos con marcas de origen antrópico. La antigüedad del sitio es de 28 a 29.000 años.

La revista *Historical Biology*, menciona el 13 de abril de 2012 que la investigadora Graciela Piñeiro, especializada en Paleozoico Superior de Uruguay y a su vez responsable de un grupo de investigadores de Argentina, Brasil y Canadá, comenta en dicha revista un hallazgo paleontológico de relevancia. En las localidades de Cerro Largo y Tacuarembó (centro-oeste de Uruguay), se hallaron réstos de *Mosasaurus*, habitantes de los antiguos territorios de Gondwana que integraban Uruguay, Brasil, sur de Paraguay y Sudáfrica. Hallaron réstos de 26 embriones de dichos reptiles, uno de ellos de 12-13 cm de largo, hallazgo que alienta la idea de cuidados parentales de la especie. El material extraído supera las 2000 piezas que incluyen esqueletos bastante completos.

Éste amplio y nada completo repaso de la historia de las ciencias paleontológicas en América Latina lleva a algunas reflexiones en cuanto al desarrollo histórico de las mismas.

La colaboración internacional en el campo científico y tecnológico está en gran medida traspasada por la geopolítica. Académicos e investigadores que suelen aparecer colaborando entre ellos o aún trabajando juntos, actúan a menudo en un marco de relaciones desiguales, en el que la agenda de desarrollo de los planes de investigación, así como los grandes conceptos de las distintas disciplinas –o paradigmas- vienen fijados en forma dominante por las comunidades científicas de los países llamados centrales. No son éstos fenómenos nuevos. Durante los dos últimos siglos, el desarrollo de los estados modernos estuvo unido

primero a la expansión colonial europea e implicó un doble movimiento: por un lado, la cimentación política y luego la consolidación institucional de ese Estado, convirtiéndolo en un país poderoso, que se reconocía a sí mismos como unidad autónoma. Por otro lado, tal situación llevaba a procesos de intercambio desiguales, ya que la dominación mundial por parte de esos países, de hecho, creaba para el resto del mundo la condición de países coloniales o territorio a colonizar.

El contexto actual indica que las corrientes transnacionales del conocimiento difícilmente puedan ser vistas como transacciones igualitarias entre pares o entre instituciones colegas, sino más bien, como parte del escenario geopolítico mundial. Tal situación lleva a preguntarse que tipo de relaciones pueden establecerse entre socios desiguales. Los mecanismos y estructuras del pensamiento y el lenguaje fueron impuestos a los territorios de la periferia en tiempos coloniales, desarrollando en éstos ideas de modernidad y civilización. A su vez y como reacción, nacieron posiciones políticas nacionalistas, de izquierda y derecha, buscando desarrollar núcleos nacionales genuinos, no influidos desde el exterior. Dos formas de reaccionar ante conceptos y teorías que fueron llegando de Europa y después de los Estados Unidos y que nos acompañan desde hace mucho tiempo, cuyos argumentos no han perdido actualidad. Por un lado, la modernidad europeo-norteamericana y por el otro la búsqueda de la autenticidad nativa que desarrolló debates políticos e intelectuales interminables y posiciones polarizadas.

Como consecuencia de esto, ha ido tomando cuerpo el reconocimiento de que los ámbitos académicos del mundo periféricos poseen características propias que se pueden identificar. Ámbitos e individuos que forman parte del conocimiento y su dinámica, cuyos integrantes bregan por comprender y explicar su especificidad, así como su ubicación en esa dinámica internacional.

El desarrollo de las ciencias tuvo lugar en los países centrales sin mayor referencia a otros ámbitos, esperando que los mismos transitaran similares senderos. Así las formas de colaboración entre científicos de distintos países, en algunos casos adquirieron forma de explotación. Los académicos de los países centrales elaboran la teoría y planifican las etapas de la investigación, mientras que sus colegas del mundo subdesarrollado proporcionan los datos con los que corroboran esas teorías. En el caso de la paleontología, el país periférico proporciona los materiales para el estudio y la mano de obra especializada; recibe en cambio alguna beca en sus centros de estudio, herramientas y productos especiales para la preparación de los fósiles a precios módicos y la participación, por parte de los científicos locales de figurar en algún *paper* (normalmente en lengua extranjera), casi siempre en segunda línea. Parte de los materiales suele terminar en las colecciones de los museos extranjeros, conociéndose numerosos casos de apropiación de colecciones completas y piezas tipo. Dichas insti-

tuciones forman especialistas para el estudio de los materiales provenientes de los países perisféricos, publicando las grandes síntesis del conocimiento. Esos intercambios desiguales fueron y son en gran medida, el modelo adoptado para el trabajo académico. Modelo en el cual la información equivale a las materias primas, y gran parte de la comunidad académica profesional periférica actúa dirigida por gestión impartida desde el centro. La producción intelectual de la periferia puede pasar por tres formas de tratamiento: considerada como algo exótico; ser apropiada e incorporada a los esquemas dominantes con escaso o nulo reconocimiento de autoría o bien recibida amablemente y archivada con el comentario de ¡qué interesante!

Expuesta la visión del desarrollo de los estudios paleontológicos en el pasado y la actualidad, deberíamos preguntarnos si existen formas de encarar los futuros estudios en forma cooperativa y de mayor igualdad. Quizá el momento sea propicio y los cambios geopolíticos brinden alguna oportunidad. A modo de ejemplo podemos mencionar a países como China, India y Brasil, que pudieron afianzar sus comunidades científicas, creando modelos que no siguen la línea tradicional centro-periferia. Las actuales posibilidades políticas y técnicas facilitan el intercambio y los contactos a través de redes descentralizadas, sin centro ni periferia en el contexto global. El desarrollo de éstas perspectivas quizá promueva cierto desorden, pero mayor participación democrática (Jelin, 2013).

Sabemos que la política brinda los lineamientos económicos de cualquier sociedad organizada. Sabemos también que el desarrollo económico de una sociedad organizada debe ser múltiple, dinámico e independiente. Éste desarrollo integral de una nación involucra el desarrollo vigoroso de los distintos estadios del conocimiento de su población, llegando a los superiores, donde se desarrolla la labor científica. El conjunto integral de la producción inteligente de esa población crea la cultura nacional, como un mosaico de la cultura mundial. La actividad científica necesariamente ayuda a formar la ideología múltiple, dinámica, crítica y realista de esa sociedad. Pues una cultura sin ciencia es erudición vana, incapaz de comprender el acontecer del momento y proyectarlo al porvenir, porque para construir hay que saber.

Ciertamente se puede importar conocimiento. Pero esto es consumo, no producción, en tanto que la investigación científica es productora. La fé ciega en el modelo extranjero y el experto importado normalmente han conducido al fracaso, pues lo que sirve en una sociedad, puede no servir en otra.

El desarrollo de las ciencias, filosóficamente encuadradas en el positivismo, promoverá la recolección de datos y el entusiasmo por la producción e innovación, dejando de lado aquellas corrientes de pensamiento que consideran a nuestros países como meros proveedores de materias primas o datos cien-

tíficos. Las peculiaridades nacionales deben recibir especial atención para su eventual utilización y el enriquecimiento del saber universal. Todo científico planifica su trabajo y el de sus colaboradores. En éste marco, es necesario promover intensamente el desarrollo científico del conjunto de los países latinoamericanos, impulsando la unificación o coordinación de los planes de estudios superiores, que más adelante harán proliferar los proyectos de investigación plurinacionales. Para ello es necesario elaborar en conjunto una filosofía de la ciencia, así como una política de nuestra ciencia. Nuestro desarrollo depende de ello (Bunge, 1968).

### **La Paleontología en Argentina durante la primera mitad del siglo XIX**

Los acontecimientos de la independencia de Estados Unidos y las ideas de la Revolución Francesa comenzaron a manifestarse en muchas ciudades de Latinoamérica desde 1790, mientras que la presencia imperial se ve disminuida por la derrota naval sufrida en Trafalgar por España, acontecimiento que disminuyó sensiblemente las comunicaciones con la metrópoli. La estructura colonial, prolongada en el tiempo, entró en disolución a principios del siglo XIX. Así, en 1810 ante lo que parece ser la ruina inevitable de la metrópoli, la revolución estalla desde México a Buenos Aires. A la reforma político-administrativa, sucedió la reforma económica. Los Cabildos Abiertos reemplazaron a las autoridades nombradas en la metrópoli, el 19 de abril en Caracas, el 25 de mayo en Buenos Aires, el 20 de julio en Bogotá y el 18 de septiembre en Santiago de Chile, surgiendo así una guerra civil que se extenderá por muchos años, desde 1817 hasta 1823 y que finalizará con la liberación de los territorios de Latinoamérica.

En Argentina, una Asamblea soberana proclamó, en 1813, la supresión de títulos y leyes imperiales, así como la libertad para los hijos de esclavos, además de oficializar el escudo, la bandera y el himno, símbolos de soberanía, aunque todavía sin proclamar. Concluida la lucha, los cambios ocurridos fueron impresionantes, no existiendo sectores de la vida hispanoamericana que no hayan sido transformados por la revolución. El libre comercio significó una vertiginosa conquista de las estructuras mercantiles por emprendedores comerciantes ingleses que volcaron sobre Latinoamérica su producción industrial y el comercio local quedará en manos extranjeras; los apellidos ingleses abundarán en la aristocracia local. El comercio francés fue complementario del inglés. En años posteriores, los países latinoamericanos, que combatieron ferozmente durante la guerra de la independencia en su territorio o fuera de él, sufrieron guerras civiles, bloqueos internacionales y largas etapas de desorden, logrando retomar y superar los niveles de los más prósperos años coloniales (Halperín Donghi, 1999).

## El Museo del País

En una circular del 27 de junio de 1812, cursada por el Primer Triunvirato a instancias de Bernardino Rivadavia (1780-1845), se anunciaba a los comandos regionales del interior la creación de un museo de historia natural en Buenos Aires. Se los invitaba a participar en el “acopio de todas las producciones, extrañas y privativas de éste territorio, dignas de colocarse en aquel depósito, invitando a los ciudadanos que las posean a que con ellas hagan un presente que reconocerá éste Gobierno con la mayor estimación”. Ésta circular fue publicada en la Gaceta Ministerial del 7 de agosto de 1812. Con la caída del Primer Triunvirato y el alejamiento de Rivadavia de la gestión pública, donde se desempeñaba como vocal del Primer Triunvirato en reemplazo de Juan José Paso, éste proyecto quedó en suspenso. Entre 1815 y 1821, Rivadavia se radicó en Europa, principalmente en París, donde estableció contactos con los centros más destacados de investigación científica. El 19 de julio de 1821, Rivadavia fue designado Ministro de Gobierno y Relaciones Exteriores de la Provincia de Buenos Aires, cuyo gobernador era el brigadier don Martín Rodríguez, en reemplazo del diplomático y poeta Ésteban de Luca. Con la experiencia adquirida en Europa, Rivadavia desarrolló un vasto plan educacional, que llevó a la creación de la Universidad de Buenos Aires, la que se inauguró el 12 de agosto de 1821, siendo su primer rector el presbítero Antonio Sáenz. En una resolución del 31 de diciembre de 1823, firmada por Rivadavia, se decretaba que el encargado de la Biblioteca Pública “propondrá oportunamente todas las medidas que conduzcan a acelerar el establecimiento del Museo del País, especialmente en todos los ramos de historia natural, química, artes y oficios”.

El 7 de febrero de 1826, Rivadavia asumió la presidencia de las Provincias Unidas del Río de la Plata y, con fecha 10 de abril, decretó que “queda nombrado don Carlos Ferraris (1793-1859) en la clase de encargado del cuidado de los instrumentos de la Sala de Física y Química y la conservación de los objetos de Historia Natural”. Ferraris, que había nacido en Turín y se desempeñó como “boticario” (farmacéutico) en Bruselas, había sido recomendado por su amigo, el médico turinés Pedro Carta Molino, que fue contratado por Rivadavia como profesor de Física Experimental en la Universidad de Buenos Aires. Antes de venir a Buenos Aires, Ferraris siguió cursos de perfeccionamiento, entre ellos el de taxidermista. El Museo, cuyo nombre oficial hasta 1882 fue Museo Público de Buenos Aires, funcionaba en la planta alta del Convento de Santo Domingo, anexo al Gabinete de Física, por lo menos desde diciembre de 1826, según la información aparecida en el periódico *Crónica Política y Literaria* de Buenos Aires del 9 de junio de 1827. La elección de éste lugar para la instalación del Museo, además de la cátedra de Física y del observatorio astronómico,

era una consecuencia de la discutida reforma eclesiástica originada por un decreto del 4 de abril de 1823, por la cual se suprimía la casa de regulares de Santo Domingo y, al limitar a cinco el número de sacerdotes, quedaban muchas celdas disponibles para otros usos. Otro personaje europeo contratado por Rivadavia y que desarrollaría una intensa labor en el campo de la Paleontología es el napolitano Pedro de Ángelis (1784-1859), quién arribó al país en 1827. La labor de de Ángelis fue la de coleccionar réstos fósiles y documentos antiguos y venderlos a instituciones europeas.

El fracaso de la constitución unitaria de 1826 y la indignación popular por el acuerdo firmado con Brasil, por el cual se cedería a éste país la Banda Oriental (Gobernación de Montevideo), provocaron la caída de Rivadavia en 1827, quién debió renunciar a la presidencia el 27 de junio de ese año, bajo la acusación de traición a la patria. A partir de ese momento, Rivadavia vivió en una permanente expatriación, falleciendo en Cádiz, España, el 2 de septiembre de 1845. A pesar del alejamiento de Rivadavia, y gracias a la responsabilidad de Ferraris, el Museo siguió funcionando. En su primer año de existencia, el Museo contaba, de acuerdo con un informe elevado por Ferraris al gobierno el 4 de junio de 1828, con 187 pájaros, 211 conchas de moluscos, 1.000 insectos, 8 cuadrúpedos (mamíferos), 6 reptiles, 10 peces, 840 minerales, 1 ojo, 3 corazones y 1 lombriz solitaria. Varios de los objetos que formaban parte de la colección del Museo, habían sido donados por el presbítero español Bartolomé Doroteo Muñoz, del Colegio de San Carlos de Buenos Aires. Muñoz era un entusiasta investigador de las ciencias naturales y coleccionó varios ejemplares raros de minerales, animales y plantas. La lista de éstos “objetos de Historia Natural e instrumentos para empezar a formar un gabinete”, donados a la Biblioteca Pública en 1814, incluía quinientos caparazones de moluscos, varios minerales, tres fósiles, un microscopio, un antejo acromático para observaciones astronómicas, un termómetro y un prisma, además de libros, planos de ciudades y varias ilustraciones, muchas de las cuales fueron realizadas por Muñoz.

## **Los viajeros que colaboraron con el Museo Público de Buenos Aires**

En el último tercio de 1828 trabajó unos meses con Ferraris (1793-1859), el naturalista francés Alcide Charles Victor Marie Dessalines d'Orbigny (1802-1857). Éste científico había sido comisionado en 1825 por el Museo de Historia Natural de París para visitar, explorar y estudiar la fauna y la flora de las regiones australes de América del Sur. Asesorado por famosos científicos, como el naturalista francés Georges Cuvier y el naturalista alemán Friedrich Heinrich Alexander von Humboldt, partió para el Nuevo Mundo como naturalista

viajero en 1826, llegando a Buenos Aires en enero de 1827, durante la breve presidencia de Bernardino Rivadavia.

Los resultados de las observaciones de d'Orbigny fueron publicados entre 1834 y 1847 en la monumental obra en nueve volúmenes *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Viaje a la América Meridional), en la que figuran noticias acerca de la geología, paleontología, botánica, zoología y antropología argen-



Carlos Ferraris (1793-1859)



Alcide Charles Victor Marie Dessalines d'Orbigny (1802-1857)

tinas, además de algunas referencias históricas relacionadas con las regiones visitadas. En ésta obra, la sección dedicada a la paleontología se encuentra en la cuarta parte del tomo tres, que se publicó en 1842. Aquí, detalla el primer antecedente estratigráfico de la Argentina, específicamente, aquel relacionado con los depósitos de la Pampa a quienes denomina como “l'argile pampéenne”. El primer capítulo de esa parte trata de la historia de la paleontología de la América del Sur. D'Orbigny describió los restos del gliptodonte que había descubierto Thomas Falkner en 1760 y recogió varios fósiles, principalmente en las barrancas del río Paraná, muchos de los cuales fueron descritos por Charles Leopold Laurillard (1783-1853). En los Andes bolivianos, d'Orbigny descubrió algunas muelas y una mandíbula de un mastodonte que Laurillard atribuyó a la especie *Mastodon andium* fundada por Cuvier. El nombre aceptado actualmente para esa especie es *Cuvieronius hyodon*. Especializado en el estudio de los moluscos, d'Orbigny asesoró a Ferraris en la clasificación de los caparazones existentes en el Museo. Como reconocimiento a las atencio-

nes y la colaboración recibidas por parte del director de ésta institución, denominó a una especie de ostra como *Ostrea ferrarisi*. Éste naturalista francés también fundó las especies *Ostrea puelchana* y *Ostrea spreta*, pertenecientes a unas pequeñas ostras que habitan en la costa atlántica de la Argentina. Otro de los viajeros que colaboró con Ferraris en el Museo fue el francés Arsène Isabelle (¿1806-1879?), quién realizó una colección de animales y plantas de las regiones que fue visitando, trayendo consigo a un joven preparador, llamado Eugene Bamblin, cuya remuneración era un duplicado de los especímenes reunidos. De acuerdo con lo que narró Isabelle en su libro *Viaje a Argentina, Uruguay y Brasil en 1830*, con la ayuda de Bamblin, Ferraris pudo “renovar muchos animales, mal montados al principio, y darle otro aspecto a ese pequeño Museo, del que se podrían lograr mejores resultados”. En otra parte del citado libro, Isabelle relataba que “el Museo no es, todavía, más que un gabinete de curiosidades, pero no deja de ofrecer, sin embargo, algún interés científico, al mismo tiempo que es un verdadero adorno para la ciudad”. Más adelante agregaba que “se podría dictar un curso completo de historia natural con los materiales que hay en el gabinete, ya se cuentan alrededor de mil quinientas muestras de mineralogía y geología; mas de ochocientas pertenecientes a las principales divisiones del reino animal, sin incluir un número bastante grande de insectos”. Por los escritos de Isabelle sabemos que el Museo podía ser visitado por el público los martes, jueves y días de fiesta de once a doce.

### **El Museo Público de Buenos Aires durante la época de Rosas**

Juan Manuel de Rosas ejerció la gobernación de la Provincia de Buenos Aires en dos oportunidades. La primera vez asumió el 8 de diciembre de 1829 con “la plenitud de facultades y libertad de acción que hoy más que nunca exigen las circunstancias”. Rosas fue declarado por disposición de la Junta, *Réstorador de las Leyes e Instituciones de la Provincia de Buenos Aires* y se le otorgó el grado de Brigadier. Rosas fue reelecto al terminar su mandato, pero se negó a aceptar. En diciembre de 1832 transmitió el mando al General Ramón Balcarce. Libre del cargo público, Rosas inicio la Expedición al Desierto en abril de 1833.

El 7 de marzo de 1835, la Legislatura de Buenos Aires designó a Rosas como gobernador de la Provincia por cinco años, otorgándole la suma del poder público con el objeto de “sostener y defender la causa nacional de la federación”, y asumió por segunda vez como gobernador el 13 de abril de 1835. Desde esa fecha hasta 1852, en que fue derrocado, Rosas tubo que mantener sus tropas casi constantemente en pie de guerra para hacer frente a las sublevaciones provinciales o a las agresiones de los colonialistas europeos. Éste clima facilitó su larga permanencia en el poder.

De acuerdo con el historiador de la ciencia José Babini, durante ésta época el estado de la enseñanza en el país fue lamentable. Así, por ejemplo, en Buenos Aires se suprimió en 1838 la enseñanza gratuita a cargo del Estado, y los sueldos de los profesores en la Universidad. En Córdoba, la Universidad creada en el siglo XVII, entró en un período de franca decadencia. Además de la enseñanza, en esa época declinó también la actividad científica.

Ante la situación en que se encontraba el país y la indiferencia oficial, el 29 de marzo de 1836 Ferraris elevó al Oficial Mayor del Ministerio de Gobierno su renuncia al cargo que tenía en el Museo, pero nunca obtuvo respuesta. En 1842, Ferraris pidió una licencia de dieciocho meses para trasladarse a Turín. En ese año, El Príncipe Carlos Alberto le concedió un indulto por una penalidad de origen político que pesaba sobre él desde antes de su partida a Buenos Aires, razón por la cual permaneció en Italia hasta su muerte, ocurrida en 1859.

Desde 1842, y hasta la caída de Rosas, el puesto del director del Museo, a propuesta de Ferraris, lo ocupó el farmacéutico suizo Antonio de Marchi, cuyo apellido cambió a Demarchi.

El único documento conservado del lapso comprendido entre 1842 y 1851 es un cuaderno escrito por Demarchi, en el cual anotaba el destino mensual de la partida de veinticinco pesos que se le entregaba para todo tipo de gastos. Ésta partida era tan exigua que no alcanzaba ni para mantener en estado las existencias del Museo. En la Memoria presentada a la Asociación de Amigos de la Historia Natural del Plata, publicada en 1856, Manuel Ricardo Trilles, transcribió la descripción que realizó un escritor francés que visitó el Museo en 1847, en la cual hacía notar el estado de abandono en que se encontraba: “El Museo, dice Mr. De Brossard, se compone de un gabinete de Historia Natural, cuyas piezas se deterioran por falta de cuidado, de una colección de medallas hundidas en el polvo y de algunos objetos con que lo ha enriquecido el General Rosas, a los que él da un gran valor, porque le han sido donados, o porque se relacionan a la historia de su gobierno. De éste número son, la máquina infernal y el uniforme que llevaba Rivera en la batalla de Arroyo Grande”. La máquina infernal era una caja de madera que Rosas recibió desde Montevideo, en abril de 1841, con la idea de asesinarlo. Una falla del mecanismo salvó la vida de su hija Manuelita, que abrió la encomienda enviada desde una supuesta Sociedad de Anticuarios de Copenhague. Durante la época de Rosas, el mayor incremento de piezas en el Museo consistió en el ingreso de despojos bélicos o instrumentos de interés histórico o político. A pesar del estado de abandono, el Museo corrió mejor suerte que el laboratorio de química y el gabinete de física, que también funcionaban en el Convento de Santo Domingo. El laboratorio de química fue a parar a un sótano, de donde se lo sacó en 1852 casi inservible. En cuanto al

gabinete de física, se entregó a los jesuitas, junto con los “trastos, muebles, utensilios que haya de más en el establecimiento”.

## Darwin en América del Sur

Charles Robert Darwin (1809-1882) era hijo y nieto de médicos. Su abuelo, Erasmus Darwin (1731-1802), siguiendo las ideas de Bufón, había desarrollado algunas ideas evolucionistas. Después de intentar estudiar medicina en Edimburgo, completó la carrera de teólogo en Cambridge, donde se licenció. En esta universidad entabló amistad con el Reverendo John Henslow, quien lo inició en los estudios de la botánica y otras ramas de las ciencias naturales. Conoció también al Reverendo Adán Sedgwick –primer profesor de geología en Cambridge– con quien realizó viajes de estudio y a través del cual conoció la obra de Lyell. Cuando partió en su viaje, Darwin había sido entrenado en las tareas de observación y colección de ejemplares, tanto zoológicos como geológicos en el campo; primero por Henslow y luego por Sedgwick. Además, estaba provisto de un pequeño volumen de instrucciones publicado en 1827 por William Fitton titulado “Instructions for collecting geological specimens” (Herbert, 2007). En él, el autor recomendaba algunas herramientas esenciales para la obtención de los ejemplares hallados (piqueta, martillo y cinceles), la limpieza de las muestras obtenidas y la protección de las piezas delicadas con goma arábiga diluida. Las herramientas ilustradas en el trabajo de Fitton muestran un martillo que podría considerarse como el antecesor de los martillos de geólogo. Los dos maestros anteriormente citados proveyeron asimismo al joven de instrucciones escritas para sus tareas de campo. Fue el Reverendo Henslow quien sirvió de nexo entre el Almirantazgo y el joven naturalista para que éste integrara la tripulación del *Beagle*. A las órdenes del capitán Robert FitzRoy zarpó el *Beagle*, bergantín de 28 metros de eslora, 238 toneladas de porte y 10 cañones, del puerto de Plymouth el 27 de diciembre de 1831. El navío había sido meticulosamente preparado para sus tareas de investigación científica: la cubierta fue elevada 45 centímetros y se agregó un palo mesana, que le otorgaba una mayor maniobrabilidad. La tripulación, compuesta por unos 75 miembros, vivía en condiciones difíciles. Darwin tenía solo 22 años. El objeto de la expedición era completar los trabajos de hidrografía de la Patagonia y de Tierra del Fuego que se habían realizado entre 1826 y 1830, la hidrografía de las costas de Chile, Perú y de algunas islas del Pacífico, y efectuar una serie de medidas cronométricas alrededor del mundo. A lo largo del viaje, Darwin tuvo asignado el pequeño camarote en la popa del navío, que compartía con Jhon Lort Stokes de 19 años. Su hamaca se instalaba en un rincón de la cabina, a mano de la biblioteca e iluminado por una claraboya; la mesa de

mapas servía a sus trabajos. Su joven ayudante se llamaba Syms Covington y compartía muchos momentos de charla con el médico de a bordo Benjamín Bynoc, seis años mayor que Charles.

El viaje distó mucho de constituir un placer para Darwin. A bordo del *Beagle* sufrió de mareos y en tierra padeció fuertes trastornos intestinales. Además, el navío enfrentó terribles tempéstates durante veinticuatro días a la altura del cabo de Hornos y en Chile fue testigo del gran terremoto de 1835. Se cree que, en éstos viajes por América del Sur, Darwin contrajo el mal de Chagas. Sin embargo, durante su vejez, Darwin escribía: “El viaje del *Beagle* ha sido con mucho el acontecimiento más importante de mi vida, y ha determinado toda mi carrera. Le debo la verdadera ejercitación de mi intelecto” (*Autobiografía*).

Después de unas breves escalas en Tenerife, Porto Praia, archipiélago de Cabo Verde, Isla de San Pablo y Fernando de Noroña, el 28 de febrero de 1832, después de sesenta y cuatro días de navegación, el *Beagle* llegó a su primera escala en el continente americano: Bahía. Las próximas escalas fueron Río de Janeiro, Montevideo, Tierra del Fuego, Islas Malvinas, Buenos Aires y Maldonado, localidad ubicada al éste de Montevideo.

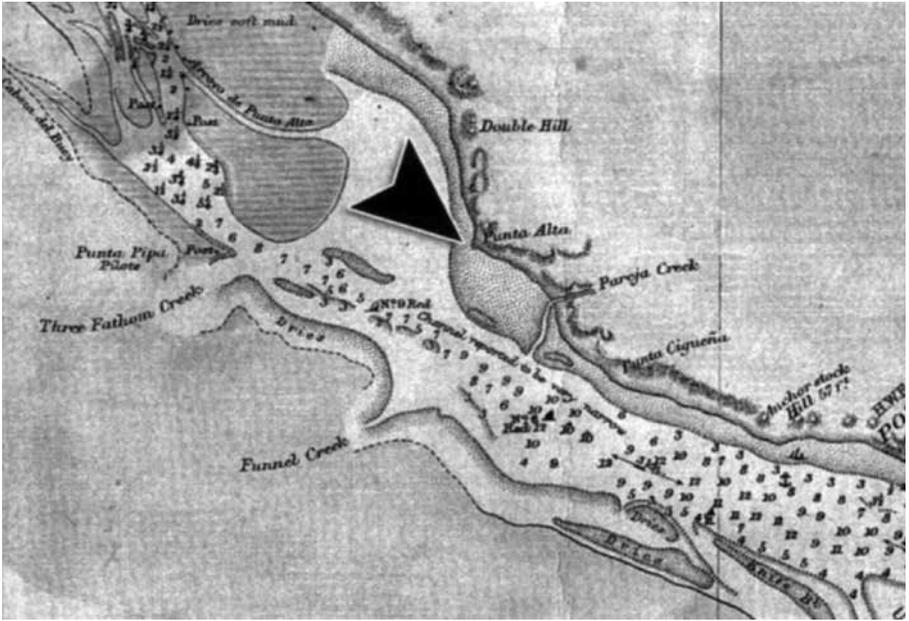
El 24 de julio de 1833, el *Beagle* partió de Maldonado y el 3 de agosto llegó a la desembocadura del río Negro (límite entre las provincias de Buenos Aires y Río Negro), donde se encontraban las poblaciones más meridionales (exceptuando las aborígenes) de América, de las cuales la más importante era Carmen de Patagones, ubicada al sur de la provincia de Buenos Aires.

El 11 de agosto de 1833, Darwin inició su viaje hacia el Norte con destino a Bahía Blanca. Al llegar al río Colorado se presentó en el campamento de Rosas, que para entonces estaba concluyendo su Expedición al Desierto, y obtuvo de él un pasaporte con una orden para las postas del gobierno. En el diario del viaje del *Beagle*, con fecha 22 de setiembre anota sobre una excursión realizada a Punta Alta, localidad ubicada al sudéste de Bahía Blanca y a unas 10 millas del fondeadero del barco: “En Punta Alta encontré algunas rocas. Son las primeras que he visto y son muy interesantes por contener muchas conchillas y huesos de grandes animales”. Ese primer día, con la asistencia de su ayudante, excavaron, rescatando algunos huesos fósiles, entre ellos una mandíbula, un tarso y un metatarso de un animal enorme que no pudieron identificar. Además, encontraron réstos de un armadillo gigante. Al día siguiente volvió al sitio, mejor equipado y “...para mi gran alegría encontré la cabeza de un gran animal incrustada en roca blanda. Me llevó tres horas sacarlo”. Los días 23 y 25 de setiembre halló otros réstos en el mismo yacimiento. Mientras el barco realizaba tareas de levantamiento a lo largo de la costa, Darwin fue al menos dos veces más a Punta Alta, los días 8 y 16 de octubre.

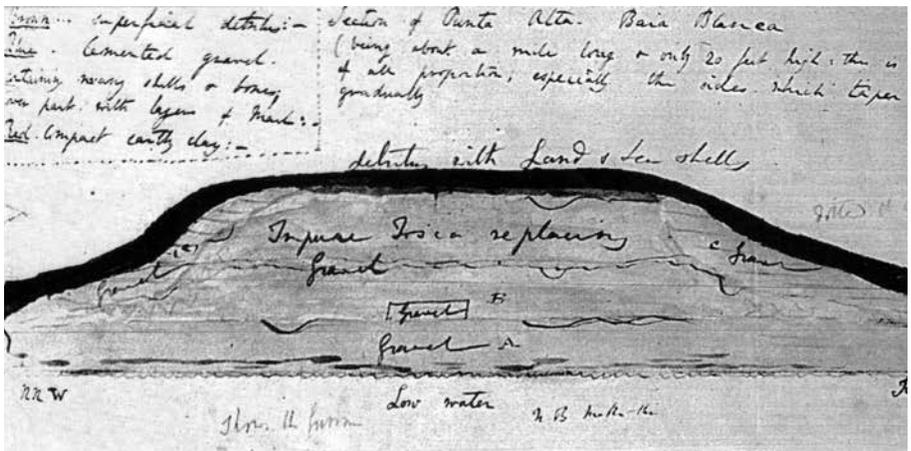
En otro momento de las tareas del *Beagle*, el 19 de octubre, al sudéste de Punta Alta, y a 17 kilómetros al oeste del actual balneario Pehuen-Co, Darwin descubrió otro yacimiento paleontológico conocido como Monte Hermoso. Darwin llegó correctamente a la conclusión de que esos sedimentos eran más antiguos que los aflorantes en gran parte de las barrancas de los ríos y arroyos de la provincia de Buenos Aires. Aunque solo halló escasos restos de roedores y un pequeño notoungulado fósiles, investigadores posteriores colectaron numerosos restos de vertebrados, siendo una de las localidades fósilíferas más importantes de la Argentina.

De los 65 días que estuvo en la zona, 45 de ellos visitó el actual partido de coronel Rosales (Izarra, 2009). Los restos fósiles hallados en Punta Alta y Monte Hermoso fueron enviados a Stevens Henslow y en una carta le comentaba “He tenido suerte con los huesos fósiles. Tan pronto los ví pensé que tenían que pertenecer a un armadillo enorme, especie viviente cuyo género es tan abundante aquí”. Sin duda se trataba de placas de caparazón de un gliptodóntido. Y agregaba: “Si le interesan lo suficiente para desempacarlos, tendría mucha curiosidad para oír algo sobre ellos”. Posteriormente, todos los restos hallados, fueron depositados en el Colegio de Cirujanos de Londres y descritos por Sir Richard Owen en 1840. A partir de los restos hallados en Punta Alta, Owen fundó los géneros *Scelidotherium*, *Glossotherium* y *Milodon*, pertenecientes a Pérrezos terrestres gigantes.

El *Beagle* zarpó del puerto de Bahía Blanca hacia el Río de La Plata en septiembre de 1833, mientras que Darwin viajó a caballo desde esa localidad hasta Buenos Aires. Durante su permanencia en ésta ciudad, lo hizo en la residencia del comerciante inglés Mr. Lumb. Dicho comerciante poseía una amplia casona y terreno sobre la actual calle Bolívar (N° 276, 280, 284 y 288). Asimismo, informó al naturalista el hallazgo de cristales de yeso en el Riachuelo. Tiempo despues, cuando Darwin recabó información sobre la “vaca ñaña”, Mr. Lumb sirvió de nexo con el Dr. Francisco Javier Muñiz, quien contestó el cuestionario que aquel envió. Otro connacional de Darwin, Woodbine Parish, encargado de los negocios británicos en el Plata, brindó a éste numerosos contactos y materiales fósiles que había colectado, a la vez que innumerables observaciones sobre geología, fauna y flora. Parish regresó a Europa a fines de la década del 30' con importantes restos fósiles, los que serán estudiados por Owen junto a los logrados por la expedición del *Beagle*. Despues de haber permanecido una semana en Buenos Aires, Darwin partió en una carreta tirada por bueyes rumbo a Santa Fe, pasando por Lujan, donde residía Muñiz. Los dos naturalistas no se conocieron personalmente, pero más tarde mantuvieron correspondencia científica iniciada por Darwin. En la costa del río Carcaraña, Darwin desenterró un diente completo de un toxodonte y pequeños fragmentos de la muela de un mastodonte.



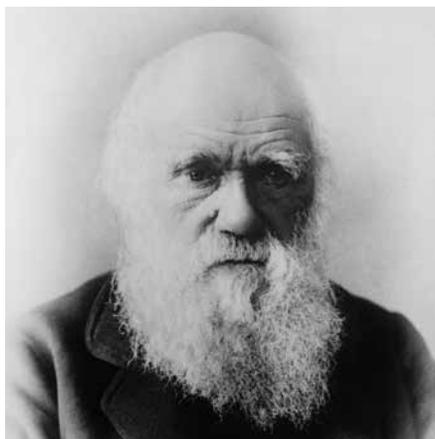
Mapa de Punta Alta



Dibujo de Punta Alta



Retrato de Darwin a los 21 años.



Retrato de Darwin anciano.

Cruzando el río Paraná, Darwin llegó a la ciudad del mismo nombre. En las barrancas del río extrajo dientes de tiburones y caparazones de moluscos fósiles. Éstas barrancas habían sido descritas por D'Orbigny seis años atrás y serían estudiadas más tarde por el ingeniero en minas francés Auguste Bravard, cuyos resultados publicó en 1858. A raíz de que seis especies de bivalvos (*Ostrea patagonica*, *Ostrea alvarezi*, *Pecten paranensis*, *Pecten darwinianus*, *Venus muensteri* y *Arca bomplandeana*) descubiertos en las barrancas del Paraná, y descritos en 1842 por D'Orbigny, también se encuentran como fósiles en las costas patagónicas. Darwin consideró que ambas series de estratos forman parte de la misma formación geológica. Tanto D'Orbigny como Darwin adjudicaron correctamente al período Terciario las capas del Paraná.

En los depósitos pampeanos de Paraná, Darwin halló en octubre de 1833 “el armazón óseo de un animal gigantesco parecido al armadillo”, que correspondía a un gliptodonte, junto con los dientes de un mastodonte y un diente de caballo fósil. El 12 de octubre de 1833, debido a problemas de salud, Darwin se embarcó rumbo a Buenos Aires. Ocho días después desembarcó en Las Conchas (Partido de Quilmas), con la idea de seguir a caballo hasta Buenos Aires, pero se encontró con una rebelión de los federales en contra del gobierno de Florencio Balcarce. Éste estallido se realizó como consecuencia de la acusación del fiscal de la provincia hacia el periódico federal *El Restaurador de las Leyes* “por abusar de la libertad de prensa”. El día del juicio se había fijado para el 11 de octubre de 1833. Como los partidarios de Rosas fijaron carteles anunciando el juicio a *El Restaurador de las Leyes* (de esa forma era conocido Rosas), se creó intencionalmente una situación equívoca que ori-

ginó una pueblada, ya que se daba a entender que se procesaría a Rosas. Ese día estalló la llamada “Revolución de los Réstauradores” que culminó con la renuncia de Balcarce. Gracias a que mencionó que había conocido a Rosas, Darwin consiguió que lo acompañe un oficial hacia Buenos Aires. Después de haber permanecido forzosamente durante quince días en Buenos Aires, que se encontraba en estado de sitio, Darwin escapó en un buque hacia Montevideo, donde se encontraba el *Beagle*. Como éste navío no zarparía por algún tiempo, Darwin preparó una excursión hacia Colonia del Sacramento, que partió el 14 de noviembre de 1833. El 26 de noviembre, sobre la orilla del arroyo Sarandí, afluente del río Negro, Darwin compró a unos lugareños un cráneo de un toxodonte por la suma de 18 peniques. Cuando se descubrió, el cráneo estaba completo, pero sus descubridores lo usaron como blanco para tirar piedras, dejándolo en muy mal estado. Luego encontró réstos de un gliptodonte y gran parte del cráneo de un milodonte. Darwin comentaba que era muy común el hallazgo de grandes huesos fósiles en esa parte del Uruguay y daba como ejemplos algunos nombres locales como “Arroyo de las Bestias” y “La Montaña del Gigante”. El naturalista relataba que “En otras ocasiones me han contado que ciertos ríos tienen la maravillosa propiedad de aumentar el tamaño de los huesos, trocando los pequeños en grandes, o que los huesos mismos crecían, según aseguraban algunos”. Admirado por la abundancia de fósiles, Darwin decía: “Podemos, pues, concluir que toda la extensión de las Pampas es una inmensa necrópolis de éstos gigantescos cuadrúpedos extintos”.

El 6 de diciembre de 1833, El *Beagle* zarpó del Río de la Plata con destino a Puerto Deseado, en el noréste de la provincia de Santa Cruz, donde llegó después de diecisiete días de navegación. El 9 de enero de 1834, éste navío se encontraba anclado en Puerto San Julián, a unos 240 kilómetros al sur de Puerto Deseado, donde permaneció ocho días. En Puerto San Julián, Darwin descubrió parte del esqueleto de una macrauchenia (*Macrauchenia patachonica*), un animal tan grande como el camello. Durante el mes de abril, en una partida con botes, remontó el río Santa Cruz, hasta divisar a lo lejos los Andes y después regresar. Las observaciones de la geología de Patagonia efectuadas por Darwin fueron volcadas en un mapa, que constituye el primer documento sobre la especialidad en dicha región. La biblioteca de la Universidad de Cambridge conserva un mapa original, inédito, pintado con acuarelas por Charles Darwin; las observaciones geológicas fueron volcadas sobre la topografía producida por P.P. King y se especuló que originalmente fue elaborado para incluirlo en el volumen “Geology of the voyage of H.M.S.”, tarea que no fue llevada a cabo (Zappettini y Mendía, 2007). Luego de explorar los canales fueguinos, el 10 de julio de 1834, entró el barco en el Pacífico. El 20 de febrero de 1835, Darwin fue testigo de un terremoto, pero sin ninguna consecuencia para

él debido a que se encontraba en Valdivia, Chile, descansando en un bosque. El 11 de marzo, el *Beagle* ancló en Valparaíso y dos días después Darwin salió para Santiago, partiendo de ésta ciudad el 18 de marzo con el fin de cruzar la cordillera de los Andes por el paso de Portillo. En éste recorrido, Darwin halló numerosos fósiles de moluscos y el entusiasmo que tenía era tan grande que no sintió los efectos de la altura (apunamiento) que afectaba a sus compañeros de travesía. El 29 de marzo la expedición emprendió el regreso a Chile a través del paso de Uspallata. Al otro día, Darwin se detuvo en Villavicencio, localidad que, a pesar de su nombre, consistía solamente en una choza solitaria. En ese sitio, Darwin se dedicó a estudiar la geología de la sierra de Uspallata, y en la zona conocida como Región del Agua de la Zorra, en el Paramillo de Uspallata, descubrió un bosque de araucarias petrificadas. Ésta flora, de edad triásica, fue estudiada por la paleobotánica Mariana Brea, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, siendo el tema de su tesis doctoral, presentada en 1995. Darwin y FitzRoy fueron sorprendidos el 17 de mayo de 1835 por la tarde por otro terremoto, mientras comían en casa de un inglés de apellido Edwards, en la localidad chilena de Coquimbo. En ésta zona, Darwin observó estratos con caparazones de moluscos fósiles. El 11 de junio de ese año, Darwin halló troncos petrificados y moluscos extintos en el valle de Copiapó. Después de una escala en el puerto del Callao, en Perú, el *Beagle* abandonó la parte continental de América del Sur para dirigirse al archipiélago de las Galápagos. Luego tomó rumbo hacia Tahití, Nueva Zelanda, Australia, Islas Cocos, Isla Mauricio, Cabo de Buena Esperanza, Ascensión y Bahía en Brasil para dirigirse finalmente a Inglaterra, arribando a Falmouth el 2 de octubre de 1836. Al publicar en 1846 sus "*Geological observations on South America*", en el capítulo IV: "*On the Formation of the Pampas*", con criterio regional y discriminatorio elude ésta formación de la que expresa: "la Formación Pampeana es altamente interesante por su vasta extensión, su discutido origen y por su cantidad de mamíferos gigantes extintos embebidos en ella". Es indudable que la estadía y los recorridos por diversas zonas de la región del Plata, la visión de la fauna y los numerosos hallazgos de fósiles, fueron incentivos muy poderosos en las futuras ideas sobre la evolución del joven naturalista. De las 24 libretas para anotaciones de campo que se conservan, 13 son de tierra adentro, casi todas con anotaciones sobre Argentina. Un párrafo del capítulo VIII de su Diario de Viaje adelanta sus ideas evolucionistas: "Ésta maravillosa relación en el mismo continente entre las (especies) muertas y las vivientes, yo no dudo que más adelante arrojará más luz que ninguna otra clase de hechos sobre la aparición de seres organizados sobre nuestra tierra y su desaparición de ella".

A su muerte, el 19 de abril de 1882, fue enterrado solemnemente en la Abadía de Westmister y a un mes exacto de su deceso se realizó en Buenos Aires, en el Teatro Nacional, auspiciado por el Círculo Médico Argentino, un homenaje en el que habló en primer término Domingo Faustino Sarmiento y luego Eduardo Holmberg, representantes de dos generaciones de argentinos que rindieron tributo intelectual al científico inglés.

Con posterioridad al paso de Darwin por el extremo sur de Patagonia, otro inglés prosiguió algunos estudios geológicos y coleccionó vertebrados fósiles. Se trató del capitán Bartholomew James Sullivan al mando del buque de la armada británica HMS Philomel, de expedición en las Islas Malvinas. Sullivan, compañero de Darwin a bordo del Beagle años antes, había sido aleccionado por éste en la recolección de fósiles, así como en las observaciones geológicas. Durante el mes de enero de 1854, Sullivan colectó fósiles en bloques caídos de los acantilados de la margen norte de Río Gallegos a 19 km de la desembocadura al mar. Remitió a Darwin los materiales hallados junto a las notas de campo, quién a su vez los despachó a Richard Owen del Royal Collage of Surgeon de Londres. Éste, describió los primeros fósiles miocenos de América del Sur. Sullivan volvió a coleccionar en la zona en 1848 y 1851 viajando desde Malvinas y nuevamente en 1863. Los materiales fueron enviados a Huxley quién derivó los mismos a William Henry Flower, sucesor de Owen (Vizcaino *et al.*, 2013).

## Muñiz, el primer paleontólogo argentino

Francisco Javier Tomás de la Concepción Muñiz nació en San Isidro, provincia de Buenos Aires, el 21 de diciembre de 1795. Comenzó sus estudios de medicina en el Instituto Médico-militar, institución que comenzó a funcionar en 1815 bajo la dirección de Cosme Argerich. Éste instituto funcionó en forma precaria hasta 1821 y sus cursos pasaron a depender de la Universidad de Buenos Aires, que había sido creada en ese año. Al año siguiente, Muñiz se recibió de médico, rindiendo sus últimos exámenes en el recién creado Departamento de Medicina de la Universidad.

En 1825, por disposición del general Miguel Soler, Muñiz marchó como cirujano a Chascomús, donde estaba acampado el regimiento de Coraceros al mando del general Juan Lavalle. En esa oportunidad reveló condiciones particulares de paleontólogo, dando a conocer algunos fósiles desenterrados por él en las proximidades de las lagunas de Chascomús y de Vitel. Allí recogió los restos muy completos de un *Glyptodon* y los de un armadillo gigante que denominó "*Dasyopus giganteus*". A partir de ese momento, comenzó a recolectar y estudiar huesos fósiles que le dieron renombre en el exterior y provocaron la atención de Darwin. Lamentablemente dichas colecciones se extraviaron y no

se conservó ninguna anotación sobre los métodos empleados por Muñiz en la recuperación de éstos.



Francisco Javier Tomás de la Concepción Muñiz.

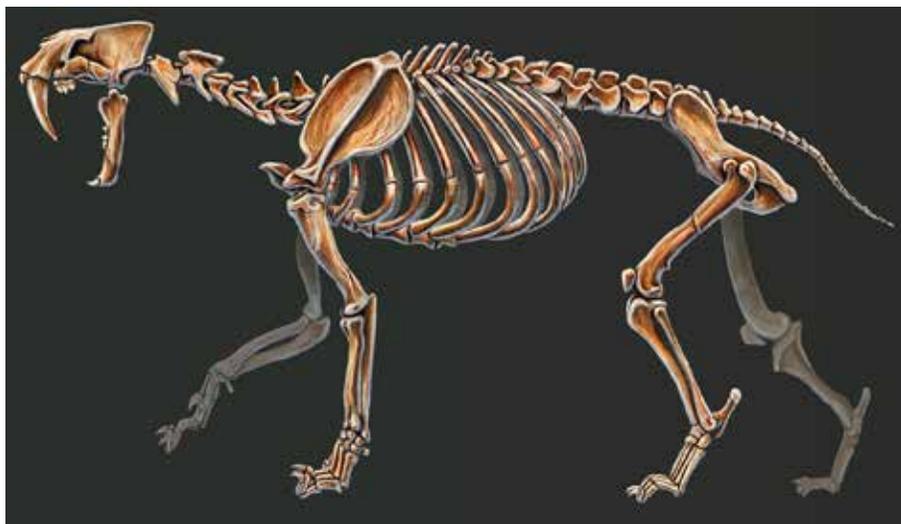
En 1828, al ser designado por el gobernador Manuel Dorrego como médico y encargado de la administración de vacunas, Muñiz se trasladó a la Villa de Luján. Éste cargo le permitió dedicarse a las exhumaciones paleontológicas, a los estudios sobre higiene y a la climatología de la provincia de Buenos Aires; y escribió sobre todos éstos temas. En los veinte años que estuvo en Luján, Muñiz colectó y describió una gran cantidad de mamíferos fósiles, tarea que lo coloca como el precursor de la paleontología argentina, no habiendo ninguna personalidad que pueda comparársele hasta la aparición de Florentino Ameghino. El 25 de septiembre de 1841 publicó en el diario *Britishh Packet* sobre el descubrimiento de 9 especies distintas de mamíferos fósiles.

En junio de 1841, Muñiz remitió a Rosas once cajones con réstos de megaterios, gliptodontes, mastodontes, toxodontes, macrauquenias y otros mamíferos, entre los que se mencionan huesos carpianos de un “ourangoutan”. Todos éstos fósiles provenían de Luján y sus alrededores y estaban acompañados de una lista descriptiva. Para clasificar a los fósiles, Muñiz se guiaba con el libro escrito por Cuvier, cuyo título resumido es *Ossemens Fósiles* (Osamentas fósiles). Varios de los mamíferos remitidos a Rosas e identificados por Muñiz habían sido descriptos por Owen entre 1838 y 1840, lo que indica que Muñiz había tenido acceso a los recientes trabajos del paleontólogo inglés. La mayor parte de la colección de Muñiz fue enviada a París por el almirante Jean Henri Dupotet como un obsequio por el tratado celebrado en octubre de 1840 entre

el gobierno de la provincia de Buenos Aires y el de Francia que ponía fin al bloqueo francés y a la intervención de ese país respecto del apoyo a los unitarios en el litoral y a la fallida expedición “libertadora” preparada por Juan Lavalle en 1840. Éste tratado había sido firmado a bordo del bergantín francés *La boulonnaise* por el ministro Felipe de Arana y el almirante y ministro de marina francés barón de Mackau. Los fósiles depositados en el Muséum National d’Histoire Naturelle de París, fueron estudiados por el naturalista Paul Gervais (1816-1879).

Muñiz había descubierto dos fragmentos de una misma mandíbula de un oso fósil, uno de los cuales quedó en el Museo de Buenos Aires y el otro fue llevado a París por Dupotet. Sobre la base de éste último fragmento mandibular, Henry Gervais fundó en 1854 la especie *Ursus bonaerensis*. En 1856, Auguste Bravard, basándose en el ejemplar del Museo de Buenos Aires, incluyó al mismo animal en otro género, al que denominó *Arctotherium*, creando la especie *Arctotherium latidens*, la que actualmente se considera como válida. Entre los materiales cedidos por Rosas, también fueron a París los restos de *Lestodon* descubierto por primera vez por Muñiz. Asimismo, también se encontraba una parte del esqueleto de un caballo fósil, que más tarde sería identificado como perteneciente al género *Hippidion*, por Owen. Un hito importante en la historia de los estudios paleontológicos en la Argentina está señalado por la descripción pormenorizada, en la *Gaceta Mercantil* del 9 de octubre de 1845, del esqueleto de un enorme felino de dientes de sable hallado en las barrancas del río Luján. Muñiz denominó a su hallazgo como *Muñifelis bonaerensis* (a pedido de sus amigos, según Sarmiento). En ese artículo, su autor describió las características osteológicas y dentales del animal, cuyos restos había hallado en las cercanías de la Villa de Luján el año anterior, y las comparó con las del león y del tigre actuales, además del león de las cavernas (*Panthera spelaea*) del Pleistoceno europeo. Muñiz ignoraba que ese férido había sido descubierto por el científico danés Peter Lund en unas cavernas de Brasil, quien los describió en 1842 bajo el nombre de *Smilodon populator*. Llama la atención el tiempo transcurrido desde el envío de la nota hasta su publicación. Muñiz remitió su artículo al editor de la *Gaceta Mercantil* el 1 de julio de 1845 (“año 36 de la libertad, 29 de la independencia y 16 de la Confederación Argentina”) y fue publicado recién después de algo más de tres meses. El esqueleto lo retuvo el doctor Muñiz en su poder por espacio de veinte años y en ese intervalo recibió de Darwin, con quién mantenía correspondencia, una oferta de 500 libras esterlinas por la preciosa reliquia, con destino al Museo Británico, pero recibió de éste la negativa a venderlo para que la pieza no saliera del país.

Cuando Burmeister tomó la dirección del Museo en 1862, uno de sus primeros empeños fue adquirir el importante esqueleto del tigre fósil y se puso en



*Muñifelis bonaerensis*.

relación con Muñiz conviniendo su adquisición en la suma de treinta mil pesos en moneda de la época. La operación estuvo al borde del fracaso por la falta de fondos del Museo Nacional. En la ocasión el señor Guillermo Wheelwright, administrador del ferrocarril en construcción Central Argentino, adquirió el esqueleto, mediante el compromiso de no sacarlo del país y lo obsequió al Museo de Buenos Aires.

Al referirse a sus estudios sobre la formación Pampeana, Ameghino dice: “Él concibió ya en esa época el *pos-pampeano lacustre* y su origen al que llama *creta blanca* y el *pampeano lacustre* que denomina terreno fósilífero o *marga amarillenta*, formaciones que distingue del *pampeano rojizo*”.

Pese a su aislamiento, éste notable médico y naturalista se mantuvo informado de los trabajos sobre paleontología que se editaban en Europa y mantuvo correspondencia con personalidades como Geoffroy de Saint Hilaire y Charles Darwin. A éste último envió información sobre la “vaca ñata” a través del comerciante inglés en Buenos Aires Mr. Lumb. Dicha información fue publicada por Darwin en 1868 en su trabajo *The variation of plants and animals under domestication*.

Además, envió importante colección de restos fósiles a la Academia de Ciencias de Estocolmo, según carta de agradecimiento del director de la citada Academia, mencionada por Sarmiento.

Francisco Javier Muñiz murió el 7 de abril de 1871, víctima de la fiebre amarilla que azotaba Buenos Aires y contra la cual luchó como médico que era.

## Los fósiles de la Pampa, negocios y despojos

Poco tiempo antes de la visita de Darwin a la Argentina, hacia 1832, Woodbine Parish, comerciante y agente al servicio de la corona británica afincado en Buenos Aires desde 1825, recibió noticias de que, en la cuenca del río Salado, debido a la persistente sequía, quedaban al descubierto grandes osamentas fósiles. Dichos territorios pertenecían a establecimientos ganaderos de Hilario Sosa y del gobernador Juan Manuel de Rosas. Obtenidos los permisos y después de pujar con otros recolectores y vendedores de fósiles, Parish envió a exhumar los huesos a un carpintero estadounidense residente en Buenos Aires, quien regresó con numerosos restos (Podgorny, 2011). Junto a los restos de megaterio, que de ello se trataba, aparecieron algunos fragmentos de placas de coraza. La asociación de tales restos, llegados a Londres, creó cierta confusión, al suponer los estudiosos que todos correspondían a una única bestia, más parecida a un armadillo gigante que a un Pérezoso arborícola. Además, Parish envió un cráneo de megaterio adquirido y procedente de la colección del uruguayo Segurola. Ahora los ingleses poseían un esqueleto prácticamente completo. El posterior debate en la Royal Geological Society, además de un trabajo publicado por Clift en 1835, difundiendo la lámina del megaterio de Londres, despertó la fiebre de hacer dinero con los fósiles pampeanos. Años después, en 1838, Charles Griffiths, cónsul británico en el Río de La Plata informaba a Parish sobre la aparición de otro esqueleto de megaterio, así como un animal con coraza, de la cual poseía un dibujo además de un diente. El dibujo tanto como el hallazgo, correspondía a Nicolás Descalzi, piloto de embarcaciones y agrimensor en la expedición de Rosas al Río Negro, quien había hallado los huesos en la cuenca del río Matanzas y solicitaba 2000 dólares de plata por los mismos. Descalzi coleccionaba fósiles alentado por la recompensa ofrecida por el sardo Henri Picolet d'Hermillon y el napolitano Pedro de Ángelis. Parish, que disputaba con ellos, envió por intermedio de Griffiths una copia del dibujo a los anatomistas londinenses. Richard Owen, a cargo de la descripción de los restos fósiles colectados por Darwin, dictaminó que los restos figurados correspondían a un nuevo género al que denominó *Glyptodon*. El fósil fue descrito con detalle por Owen en 1839 durante una reunión de la Sociedad Geológica, recibiendo el nombre oficial de *Glyptodon clavipes* y despejando dudas sobre la coraza que se atribuía al megaterio. Ese mismo año Parish publicaba en Londres su libro "Buenos Ayres and the Provinces of the Rio de La Plata" y en el mismo agregaba en las cuatro últimas páginas la determinación de Owen, más un dibujo del animal y su diente basado en el borrador de Descalzi. El dibujo, al que fueron agregados los miembros coleccionados con anterioridad por Parish y existentes en Londres, fue realizado

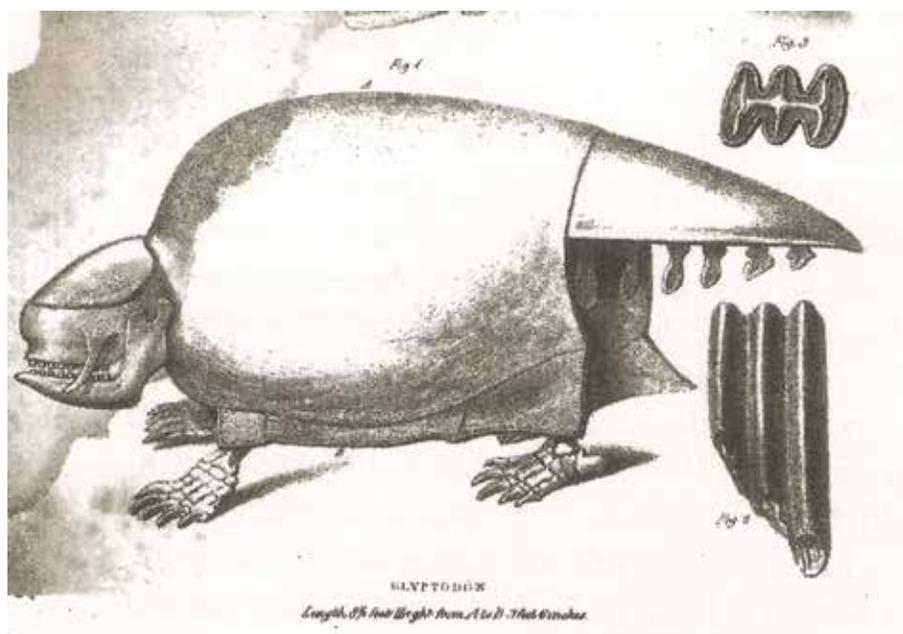


Figura del Glyptodonte, Nicolás Descalzi.

por William Clift, curador del Royal Collage of Surgeon (Podgorny, *op. cit.*). Vemos así que, durante esos años, la búsqueda y venta de fósiles en las orillas del Plata era intensa y desarrollada por numerosos personajes. Sobre la margen uruguaya se mencionan a Teodoro Miguel Vilardebó, médico de profesión y al vicario Dámaso Larrañaga, quién fue aconsejado por Bonpland de que enviara solo dibujo de los huesos a Cuvier y no se deshiciera de los mismos. En abril de 1847, Vilardebó llegó a Francia y 28 cajones arribaron al Havre en el buque *Ana María* desde Montevideo con destino a Alcide d'Orbigny. Vilardebó estuvo atareado pegando huesos rotos con cola entre el 5 de mayo y el 7 de junio (Podgorny, 2011). La orilla argentina tampoco fue ajena a la venta de documentos antiguos del virreinato y de réstos fósiles. Las crónicas mencionan los nombres de Carlos Zucchi, ingeniero-arquitecto y sobre todo del polígrafo napolitano Pedro de Ángelis. El intercambio, compra y venta de fósiles entre Larrañaga, Zucchi y de Ángelis, despertó la idea de las ventas a los museos europeos.

De Ángelis tuvo muchos años de contacto comercial con Inglaterra, comprando y vendiendo libros, documentos y fósiles, hasta su muerte en 1859. Algunos de sus contactos para el envío de los fósiles a Londres fueron Francis de Pallesieux Falconet, agente de la Baring Brothers en Buenos Aires, quién los

vendía al Museo Británico, siendo encargada de los envíos la Compañía de Nicholson, Green y Co. En 1831, intentó comprar los hallazgos de la cuenca del Salado y entró en comunicación con Cuvier, fracasando al adquirir los mismos el inglés Parish. Posteriormente, el hermano de Cuvier, Frederic, solicitó a de Ángelis la compra de petrificaciones uruguayas. En 1840 de Ángelis ofreció a Londres un gliptodonte por 300 libras, mencionando los esfuerzos por recuperar el esqueleto entero. Los restos procedían de Salto y para el armado de las distintas partes de la enorme pieza, de Ángelis recurrió a telas empapadas en brea y alquitrán, antes de ser llevadas en barco a Buenos Aires. Finalmente, el Collage of Surgeon aceptó la propuesta y el 12 de diciembre de 1842, de Ángelis embarcó nueve cajones repletos de huesos con destino a Londres, donde al ser montados, los huesos faltantes fueron reemplazados por otros de *Myiodon*. De Ángelis adquirió conocimientos de anatomía que incluían la determinación de materiales y su colección siguió creciendo. En algún momento, deseó ser miembro de la Geological Society. En agosto de 1841, de Ángelis ofreció vender a Vilardebó el esqueleto completo de un megaterio por 700 libras esterlinas; solicitada una rebaja, terminó vendiendo el material en 600 patacones. Envío los materiales en cinco cajones grandes y los dibujos de los huesos que faltaban en el ejemplar de Londres. En agosto de 1842, envió a Montevideo a bordo del barco *Lusitania* 12 cajas con fósiles (Podgorny, 2011). Los proveedores de París fueron dos personajes de origen francés residentes en Buenos Aires: Francois Seguín, confitero oriundo de Clermont Ferrand y los hermanos Bretón, quienes fueron impugnados por Burmeister como comerciantes. Otro coleccionista particular, el señor Manuel Eguía, sí contaba con el aval del director del Museo Público.

También desde el Uruguay se enviaron fósiles del Pampeano a Europa. Un noruego radicado en Montevideo, el Sr. Conrad Moller, envió en 1882 a la Universidad de Oslo, una colección de vertebrados del Pleistoceno. Dicha colección se encuentra hoy depositada en el Paleontologisk Museum de la Universidad de Oslo y cuenta con 278 especímenes catalogados, entre ellos un esqueleto parcial montado de *Lestodon armatus* (Mones y Heintz, 1992).

## Segunda mitad del siglo XIX en la Argentina y los estudios paleontológicos

Los beneficios de la emancipación en Argentina todavía no habían comenzado a cosecharse a mediados del siglo XIX. Pese a ello, numerosos progresos técnicos tales como el alumbrado a gas comenzaron a cambiar el aspecto de las ciudades. Asimismo, el intercambio de personas se hizo masivo y fluido a raíz del transporte marítimo de buques de vapor.

El tránsito de Rosas a Roca fue una transformación política, social y económica importante.

A fin de desarrollar obras públicas y modernizar servicios de educación, sanidad y equipamiento de las fuerzas armadas, los gobiernos se endeudaron con préstamos que adoptaron formas de amortización a largo plazo, colocados en bolsas extranjeras, especialmente la bolsa londinense. Éste tipo de inversiones condicionó la actividad económica: los locales se hicieron cargo de la producción de materias primas y alimentos mientras que la comercialización y el transporte interoceánico quedaban a cargo de sectores extranjeros que desarrollaban la economía industrial. Es decir, se fijaba un nuevo pacto colonial.

En toda América comenzaba el asalto y ocupación de las tierras indias; Roca conquista para los acendados veinte mil leguas de tierras, surgiendo así nuevas oligarquías, ricas de extensas regiones, pero carentes de dinero y frecuentemente endeudadas con créditos que luego deberá solventar toda la sociedad, produciéndose oscilaciones de prosperidad y penuria que conforman un orden incapaz de un bienestar estable. En Argentina se produce una expansión agrícola a la vez que el arribo de numerosos inmigrantes europeos. Varios países latinoamericanos desarrollaron sistemas ferroviarios propios con aporte de capitales nacionales y extranjeros. La prosperidad instalada, recayó en las clases altas mercantiles y permitió el surgimiento de la clase media urbana, mientras el estado era el menos beneficiado por la nueva prosperidad y las clases bajas excluidas. (Halperín Donghi. 1999).

## **El Museo Público de Buenos Aires en la época de la Organización Nacional**

El 6 de mayo de 1854, algo más de dos años después de la caída de Rosas, el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires decretó que el Museo de Historia Natural de Buenos Aires, además de la protección que el Gobierno le acordare, quedará a cargo de una asociación, a la que se denominará Amigos de la Historia Natural del Plata. En el mismo decreto, el Gobierno nombró miembros fundadores de esa asociación al médico y naturalista Javier Muñiz, al médico cirujano Teodoro Álvarez, al historiógrafo, escritor y lingüista Manuel Ricardo Trilles y al hacendado Manuel José de Guerrico.

El mismo día en que se decretaba la creación de la Asociación Amigos de la Historia Natural del Plata, el farmacéutico Santiago Torres asumía como director del Museo. La Asociación se constituyó formalmente el 20 de mayo de 1854, con la presencia del rector de la Universidad de Buenos Aires, el jurisconsulto José Barros Pazos. Debido a su vinculación con la Asociación, la Universidad de Buenos Aires cedió uno de sus amplios salones en el antiguo caserón de la calle Perú, ubicado en la llamada Manzana de las Luces.

La Asociación prosiguió sus tareas durante una década, siendo sustituida en 1866 por la Sociedad Paleontológica, fundada el 11 de julio de ese año por el científico alemán Karl Hermann Konrad Burmeister (1807-1892), que desde 1862 se desempeñaba como director del Museo Público de Buenos Aires. Fue ésta una de las primeras asociaciones del mundo dedicadas a la paleontología. Éstaba presidida por Juan María Gutiérrez, rector de la Universidad de Buenos Aires y tenía como fin principal “estudiar y dar a conocer los fósiles del Estado de Buenos Aires y fomentar el Museo Público en su marcha científica”. El director científico de la Sociedad Paleontológica era Burmeister y los secretarios Carlos Murray y el matemático italiano Bernardino Speluzzi.

### La gestión de Burmeister en el Museo Público de Buenos Aires

Burmeister nació en Stralsund, localidad ubicada al noréste de Alemania, a orillas del Mar Báltico, el 15 de enero de 1807. En 1829 obtuvo dos doctorados, primero en Medicina y luego en Filosofía con la tesis *Sistema Natural de los Insectos*. En Alemania se desempeñó como cirujano y como profesor de Historia Natural y de Zoología. A través de un subsidio real conseguido por von Humboldt, Burmeister visitó Brasil entre 1850 y 1852 y, como resultado del viaje escribió la obra *Sinopsis de los animales de Brasil*.

Entre 1856 y 1860, también por iniciativa de von Humboldt, Burmeister viajó a la Argentina, recorriendo Buenos Aires, donde conoció el Museo Público, Rosario, Paraná, sede del Gobierno de la Confederación, Río Cuarto,



Karl Hermann Konrad Burmeister (1807-1892)

San Luis, Mendoza, Córdoba, Tucumán, Catamarca y La Rioja. De regreso a Alemania, volvió a la cátedra de Zoología en la Universidad de Halle y publicó *Viaje a los Estados del Plata, con referencia especial a la constitución física y el estado de cultura de la República Argentina*. En marzo de 1861, a raíz de una medida que juzgó arbitraria, renunció a su cargo en la Universidad. Durante la presidencia de Bartolomé Mitre, Sarmiento invitó a Burmeister para hacerse cargo del Museo Público. El 1 de septiembre de 1861 llegó a Buenos Aires y por un decreto del 21 de febrero de 1862, se lo designó Director General de ese museo, cargo que mantuvo hasta su muerte. La demora de su designación se debió a las hostilidades entre Buenos Aires y la Confederación, que culminó el 17 de septiembre de 1861 con el triunfo de las tropas al mando de Mitre, que derrotaron a las de la Confederación, a las órdenes de Urquiza, en la batalla de Pavón. El 14 de abril de 1863 el Gobierno de Buenos Aires emite un decreto –seguramente inspirado en Burmeister– que representa la primera decisión oficial en defensa del patrimonio natural. En su artículo 1° dice: “Se prohíbe absolutamente la extracción de restos de animales fósiles, sin expreso permiso del Gobierno, dados con miras de utilidad pública o del progreso de las ciencias”. Se aplicaban multas y estaba firmado por Cornelio Saavedra y Mariano Acosta. En 1864, Burmeister creó y editó la revista *Anales del Museo Público de Buenos Aires, para dar a conocer los objetos de la historia natural nuevos o poco conocidos conservados en éste establecimiento*, que cimentó y expandió su prestigio y el del Museo. Para la realización de ésta revista, Burmeister ofició personalmente de redactor, ilustrador y corrector, con el mérito de que debió expresarse en un idioma extraño para él. A través de los *Anales* dio a conocer e ilustró los descubrimientos sobre mamíferos extinguidos, con litografías y grabados de una calidad excepcional ejecutados de su propia mano. La demanda de ésta publicación desde el extranjero permitió que, por vía de canje, se enriqueciera la biblioteca del Museo.

La primera entrega de los *Anales del Museo Público de Buenos Aires*, redactada totalmente por Burmeister, contenía nueve artículos, de los cuales cuatro eran sobre paleontología: “*La Paleontología actual en sus tendencias y sus resultados*”, “*Descripción de la Macrauchenia patachonica*”, “*Noticias preliminares sobre las diferentes especies de Glyptodon en el Museo Público de Buenos Aires*” y “*Fauna Argentina – Primera parte. Mamíferos fósiles*”.

A partir de 1866 el Museo dependió administrativa y económicamente de la Provincia. El 23 de noviembre de 1868 se nombró a Luis Jorge Fontana en el cargo de preparador del Museo, con las funciones de inspector interino y sustituto del director en su ausencia y a Federico Schulz, cazador, con funciones accesorias de armar objetos grandes y acompañar al director en sus viajes; éste último, sin embargo, fracasó en sus tareas y fue despedido en 1869.



Manzana de las Luces.



Milutin Milankovitch (1879-1958)

Durante su gestión en el Museo, Burmeister réstauró y armó el esqueleto de un esmilodonte hallado por Muñiz en 1844 en la Villa de Luján y de otros grandes mamíferos extinguidos descubiertos en Buenos Aires. El 7 de octubre de 1868, días antes de asumir la presidencia de la Nación, Domingo Faustino Sarmiento recibió un memorando de Burmeister por el cual éste lo instaba a implantar el estudio de las ciencias naturales en la Universidad de Córdoba. Un año despues, el ministro Nicolás Avellaneda comunicó a Burmeister la decisión de éstablecer una Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas en la Universidad de Córdoba y, el 16 de marzo de 1870, Sarmiento y Avellaneda le encomiendan la organización por dos años de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Se le otorgó el carácter de Comisionado Extraordinario y Curador de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba; Burmeister debía proponer el primer plantel de profesores.

Entre 1870 y 1873 llegaron los primeros profesores contratados, entre los que se encontraban los alemanes Max Siewert, en química, Paul Gunter Lorentz, en botánica, Alfred Stelzer, en mineralogía, Kart Schultze Sellack, en física, Augusto Vogler, en matemática y el holandés Hendrich Weyenbergh, en zoología. Pero el trabajo de Burmeister en la organización de la Facultad no éstaba libre de dificultades, ya que sus compatriotas aprovecharon el caos político reinante entonces en el país para realizar viajes científicos fuera de programa, descuidando sus compromisos docentes. Algunos de ellos no llegaron a dar ninguna clase entre 1870 y 1873, motivo por el cual Burmeister solicitó a Sarmiento decretar la cesantía de algunos de sus colegas científicos. Ante ésta situación, Burmeister redactó un reglamento sobre las tareas que debían cumplir los docentes, lo que produjo el rechazo y la renuncia de algunos de los profesores. Entre los científicos alemanes convocados por Burmeister se encontraba Adolfo Doering (1848-1925), quien se había incorporado a la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba en 1872, desempeñándose como químico, zoólogo y geólogo. Doering integró, como geólogo, la Comisión Científica que acompañó al ejército en la campaña al desierto dirigida por el general Julio Argentino Roca. Como miembro de esa comisión, Doering llevó a cabo una detallada clasificación de los terrenos que fue visitando, la que constaba de catorce horizontes geológicos. Éste esquema estratigráfico sirvió de base al que propusiera tiempo despues Florentino Ameghino. En 1871, Burmeister expide un certificado a Fontana que le permite ser designado como Conservador del Museo de Historia Natural de la Universidad, para actuar bajo la dirección del profesor de historia natural doctor Juan Ramorino.

Las publicaciones de la Academia fueron iniciadas por Burmeister: en 1874 apareció el primer tomo del *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Exac-*



Adolfo Doering (1848-1925)

tas existente en la Universidad de Córdoba y, al año siguiente, el de su *Acta de la Academia Nacional de Ciencias Exactas existente en la Universidad de Córdoba*. El *Boletín* se publicó regularmente hasta 1890 y las *Actas* hasta 1889; a partir de entonces se produjo un período de decadencia, de forma tal que entre 1890 y 1914 sólo se publica, en promedio, un *Boletín* cada tres años.

Recién en el Tomo V del *Boletín*, que para entonces (1883) se llamaba *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (República Argentina)*, aparecieron las primeras publicaciones sobre paleontología de vertebrados. Se trataba de tres trabajos, escritos por Florentino Ameghino, titulados “Sobre la necesidad de borrar el género *Schistopleurum* y sobre la clasificación y sinonimia de los Gliptodontes en general”, “Sobre una colección de mamíferos fósiles del piso mesopotamiense de la formación patagónica, recogidos en las barrancas del Paraná por el profesor Scalabrini” y “Sobre una nueva colección de mamíferos fósiles recogidos por el profesor Scalabrini en las barrancas del Paraná”. El género *Schistopleurum*, a que hace referencia el título del primer artículo, había sido fundado por Nodot, director del Museo de Dijon en Francia, basándose en restos de gliptodontes obsequiados por Rosas a Dupotet. En 1889 apareció el tomo VI de las *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina en Córdoba*, que contenía un solo trabajo, el primero sobre paleontología de vertebrados publicado en las *Actas*. Se trataba de la monumental obra de Ameghino “*Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina*”.

Una vez normalizada la situación, Burmeister resignó en 1874 la dirección de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba y volvió al Museo Público de Buenos Aires.

En 1876, el gobierno participó en la Exposición de Filadelfia con la obra de Burmeister "Los caballos fósiles de la Pampa argentina". Entre ese año y 1886, Burmeister publicó su obra "Description Physique de la République Argentine d'après des observations personnelles et étrangères", formado por cuatro volúmenes y un atlas. Ésta obra, editada por el Instituto Geográfico Argentino, comprende el estudio del clima, de la geografía, de la estructura del suelo y de la fauna viviente en el país. Con ésta obra, Burmeister obtuvo en 1891 la medalla de oro en la Exposición Geográfica de Venecia. En el resumen histórico de su libro "Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina", de 1889, Florentino Ameghino daba la siguiente opinión sobre Burmeister: "Como paleontólogo, no ha contribuido gran cosa a aumentar el catálogo de los mamíferos fósiles argentinos, pero se le deben algunas buenas monografías, particularmente la que trata de los gliptodontes, la de los gravígrados, y la de los caballos fósiles". Entre las categorías taxonómicas que creó Burmeister se encuentran la familia de los gliptodontidos o Glyptodontidae (1879).

En 1890 asumió Carlos Pellegrini como presidente de la Nación. A partir de ese año se inició según Babini, un período de estancamiento de la ciencia pura, en el cual las instituciones científicas vegetaban y sus publicaciones mermaban, como sucedió con las de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Ya instalado definitivamente en Buenos Aires en 1861, Burmeister se separaba de su primera mujer, María Elisa Sommer, quién moría un año más tarde. En 1865 contrajo enlace nuevamente en Tucumán con Petrona de Tejeda, con quién tuvo cuatro hijos: Carlos, Amelia, Federico y Gustavo. El mayor de ellos, Carlos Burmeister, acompañó desde muy joven a su padre en tareas auxiliares en el Museo y luego como eficiente naturalista viajero, formando parte de las exploraciones realizadas por Lista y Fontana en la Patagonia. En junio de 1873 Burmeister convoca a Carlos Berg (1843-1902), quién se había desempeñado como profesor interino de zoología en la Academia de Ciencias de Córdoba y el Colegio de Buenos Aires. Fue designado director del Museo de Buenos Aires al morir Burmeister, quién había dejado expresas indicaciones para éste nombramiento. Se debía a que Burmeister se oponía vehementemente a la teoría de la Evolución Biológica que Ameghino apoyaba.

Después de un largo período de labor fecunda, a los 85 años y luego de sufrir un accidente, falleció Burmeister el 2 de mayo de 1892. Max Birabén, al hablar sobre su obra, contabiliza 287 publicaciones sobre diferentes tópicos tales como Viajes, Geografía, Climatología, Mastozoología, Ornitología, Herpetología, Entomología, Carcinología y Paleontología.



Carlos Berg (1843-1902)

Más allá de las aportaciones de D'Orbigny y Darwin, la paleontología de invertebrados en Argentina comenzó a realizarse durante la segunda mitad del siglo XIX como derivada de los estudios geológicos. Los estudios adquirieron flujo continuo desde 1890 hasta 1930, período durante el cual se publican varias monografías sobre faunas del paleozoico, mesozoico y terciario. Los extranjeros que participaron fueron: Nordenskjöld, Skottsberg, Hatcher y Steinmann, sumados a Hauthal y Burckhardt del Museo de La Plata. La importante aportación de H. von Ihering sobre faunas cenozoicas se realizó entre 1896 y 1922, continuando la labor desde 1910 Doello Jurado. Se destaca de esa época el trabajo de H. Harrington sobre faunas del Ordovícico publicado en 1937. Comienzan a destacarse en cantidad y calidad las publicaciones del Museo de La Plata que entre 1936 y 1947 incrementa su número (Riccardi, 2005).

En cuanto a la paleobotánica, el primer material correspondió a impresiones y fue mencionado por Geinitz en 1876. Durante la campaña al desierto de Julio A. Roca, algunos subalternos como el general Villegas y el capitán Rhode coleccionaron maderas fósiles. Doering, encargado de las investigaciones científicas de la expedición, envió al Dr. Hugo Conwentz algunos de dichos materiales. El investigador alemán bautizó un ejemplar como *Araucarioxylon doeringii* en 1885, primera mención de estudio anatómico de maderas fósiles en América del Sur (Ottone, 2001). Geólogos como Brackenbusch, Geinitz y Berg coleccionaron fósiles que luego estudiaría, a comienzos del siglo XX, F. Kurtz y que publicaría en su Atlas de Plantas Fósiles. Mientras tanto en La Plata se estudiaban las piñas jurásicas de Patagonia por parte de Carlos Spegazzini.

## El Museo de la Confederación en Paraná

El 17 de julio de 1854, al poco tiempo de asumir como el primer presidente de la Confederación Argentina, el general Justo José de Urquiza creó un Museo Nacional dedicado principalmente a las ciencias naturales y designó como director a Alfred Marbais du Graty, un oficial belga versado en geografía y topografía que había tenido que emigrar de su país natal por razones políticas. La sede del Museo se hallaba en los altos de la casa en la que funcionaba el Banco Nacional.

La finalidad del Museo Nacional era difundir en el exterior la imagen de la riqueza argentina, principalmente de sus minerales. Ésta tarea propagandística era realizada por du Graty desde las páginas de *El Nacional Argentino*, periódico y boletín oficial de la Confederación Argentina y de periódicos europeos. Con el fin de atraer el interés europeo hacia los recursos naturales de la Confederación Argentina, el Museo Nacional participó en 1855 de la exposición de productos de la industria y el comercio, realizada en París, con una muestra de minerales.

En 1857, du Graty fue nombrado comandante general de frontera, reemplazándolo el ingeniero francés Pierre Joseph Auguste Bravard (1803-1861), quien desde 1853 se encontraba en la Argentina desarrollando actividades de exploración científica y coleccionando fósiles para el Museo de París, luego de haber vendido una importante colección de éstos al British Museum of Natural History. Además de director del Museo Nacional, Bravard fue designado por Urquiza como Inspector General de Minas de la Confederación Argentina.

Entre las importantes contribuciones de Bravard a la geología y la paleontología de la Argentina están sus obras: *Estado físico del territorio – Geología de las Pampas* (1857) y en el mismo año: *Observaciones geológicas sobre diferentes terrenos de transporte en la hoya del Plata*, sumando en 1858 su *Monografía de los Terrenos Marinos Terciarios de las cercanías del Paraná*. Siguiendo las ideas actualistas de Lyell, interpretó de manera particular la formación de las capas del Pampeano, atribuyendo la acumulación de gran parte de los sedimentos al accionar de los vientos como medio de transporte de éstos. A su vez desarrolló interesantes observaciones sobre la tafonomía de los fósiles que halló en la cuenca del Plata, basándose en el hallazgo de celdillas de crisálidas de dípteros que rodeaban algunos de los esqueletos articulados que descubrió. Bravard también utilizó los restos de vertebrados para asignar una edad relativa a las distintas capas de sedimentos que los encerraban (Tonni *et al.* 2008).



Pierre Joseph Auguste Bravard (1803-1861)

Mientras fue director del Museo Nacional, donó una importante colección de minerales, fósiles y aves, preparada en colaboración con du Graty y con el médico, viajero y escritor francés Martín de Moussy. Entre 1854 y 1855, Bravard recibió de parte del coleccionista Seguín los primeros réstos conocidos de un mamífero del grupo de los tipoterios, con los que fundó, sin describirlo, el género *Tyotherium*; en 1867, el profesor Serres realizó una descripción del esqueleto de éste animal bajo el nuevo nombre genérico de *Mesotherium*, que es el que se considera válido actualmente. Una especie de éste género, *Mesotherium cristatum*, posee gran valor estratigráfico, ya que su presencia permite asignar a los sedimentos que lo contienen a la edad Ensenadense, la más antigua del período Cuaternario en la bioestratigrafía de América del Sur. Al realizar estudios en los alrededores de Bahía Blanca, Bravard realizó el primer mapa geológico y topográfico publicado en la Argentina. Al mismo, también se debe la primera mención del origen eólico de los depósitos loésicos de la llanura pampeana.

Bravard actuó como socio corresponsal de la Asociación Amigos de la Historia Natural del Plata, realizando la clasificación y ordenamiento de las piezas fósiles del Museo de Buenos Aires. Durante su traslado a Mendoza para continuar con el relevamiento de los recursos minerales de la región cuyana, murió como consecuencia del terremoto que destruyó esa ciudad el 20 de marzo de 1861. En 1868, el gobierno compró su colección de fósiles, comprometiéndose a pagar 8000 francos durante tres años a su viuda en París.

Relacionados con las actividades de Bravard, trabajaron en el país durante la misma época, Francisco Seguín y Paul Bonnement, coleccionando numerosos fósiles para el museo de París; algunos de ellos serían estudiados por Henri Gervais y Ameghino durante su estadía en Francia. Una de las 42 cajas de la colección Seguín, se extravió; la que contenía los restos óseos y dientes del hombre fósil y que Ameghino buscara con tanto afán. Todos éstos coleccionistas siguieron indicaciones de d'Orbigny, quién señaló en mapas la existencia de fósiles de vertebrados en distintos lugares. Otro viajero de origen francés, el médico H. Armaignac, llegó al país en 1869 y recorrió parte de la provincia de Buenos Aires. En sus recorridos de grandes distancias, debió atravesar varios ríos y arroyos. Apunta el viajero que partiendo de Tandil hacia el sur atravesó una corriente de agua a la que denominan como "Arroyo de los Huesos" y comenta: "El nombre del arroyo se debe a que en sus cercanías se encuentra gran cantidad de osamentas de animales antediluvianos, como el megaterio, el toxodonte, etc. Cuando las aguas están bajas, a menudo se ven en el fondo del arroyo y en sus orillas algunos fósiles gigantes. Se ha llegado a encontrar allí esqueletos íntegros enterrados a varios pies de profundidad y que quedaron al descubierto cuando la corriente fue llevándose la tierra del lecho del arroyo". Se desempeñó como médico jefe de la frontera norte de Buenos Aires y en 1874 regresó a su patria.

El museo de Paraná volvió a funcionar entre 1884 y 1899, llegando a adquirir importancia en 1886, bajo la dirección del italiano Pedro Scalabrini, en especial por sus colecciones paleontológicas. En sus excursiones de 1870 a 1910, llegó a coleccionar más de setenta y dos mil objetos, que donó al Museo de Entre Ríos, la Escuela Normal de Paraná, Corrientes y el Museo Escolar Argentino. Muchos de los fósiles hallados por Scalabrini fueron estudiados por Florentino Ameghino. Entre éstos, dos muelas superiores, a partir de las cuales Ameghino fundó en 1883 el género *Scalabrinitherium* y la especie *bravardi*, denominados así en honor a Scalabrini y Bravard respectivamente. Éste mamífero estaba emparentado con la macrauchenia, descubierta por Darwin, pero su antigüedad era mayor.

El Museo de Entre Ríos desapareció como institución a fines del siglo XIX y sus colecciones se dispersaron. Recién en 1917, por una iniciativa estudiantil, en la que participó, entre otros, Antonio Serrano, se fundó la Asociación Estudiantil Museo Popular. En 1924, éste museo se convirtió en una institución escolar oficial y en 1934 en el Museo de Entre Ríos. A partir de 1929 publicó sus Memorias, que abarcaron, entre otros, temas de ciencias naturales. Actualmente ésta institución se denomina Museo Provincial de Ciencias Naturales y Antropológico "Profesor Antonio Serrano".

## La Sociedad Científica Argentina – Las colecciones particulares y los exploradores del territorio nacional

A mediados de 1872, en el Departamento de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires surgió un grupo liderado por Estanislao Zeballos (1854-1923), entonces estudiante de ingeniería y de derecho, que fundó la Academia Científica de Buenos Aires, la que al poco tiempo cambió su nombre por el de Academia Científica Argentina, luego Estímulo Científico, para adoptar finalmente su nombre actual: Sociedad Científica Argentina. La finalidad de ésta institución era: “Fomentar especialmente el estudio de las ciencias matemáticas, físicas y naturales, con sus aplicaciones a las artes, a la industria y a las necesidades de la vida social. Estudiar las publicaciones, inventos o mejoras científicas, especialmente las que tengan una aplicación práctica a la República Argentina. Reunir para éste objeto a los ingenieros argentinos y extranjeros, a los estudiantes de Ciencias Exactas y a las demás personas cuya ilustración científica responde a los fines de ésta corporación”. Los estatutos de ésta institución habían sido redactados por Zeballos y su primer presidente fue el ingeniero Luis Augusto Huergo, quien se encargaría de la rectificación del Riachuelo y de la construcción de un puerto en la Boca. Zeballos, junto a un grupo de entusiastas, fundó en 1874 un periódico científico denominado Anales Científicos Argentinos, del cual aparecieron cinco números. Desde 1876, éste



Estanislao Zeballos (1854-1923)

periódico se convirtió en la publicación oficial de la Sociedad, con el nombre de Anales de la Sociedad Científica Argentina. La comisión redactora de los Anales estaba integrada por Pedro Pico, Zeballos, Guillermo Villanueva, Pedro Arata y Juan Kyle. El tomo primero de los Anales de la Sociedad Científica Argentina contenía, entre otros, tres trabajos relacionados con la paleontología: “Conferencia sobre los fósiles y su origen e importancia para la ciencia”, de Ludwig Brackebusch; “Una excursión orillando el Río de la Matanza”, de Walter Reid, Francisco Pascasio Moreno y Zeballos; y “Notas geológicas sobre una excursión a las cercanías de Luján”, de Zeballos y Reid. En el último de esos artículos se mencionaba que dos hermanos de apellido Bretón habían denunciado a la Sociedad Científica Argentina, en febrero de 1876, la existencia de un depósito de fósiles en las cercanías de Luján, además de una punta de proyectil de sílex que supuestamente estaba clavada en la mandíbula de un “león fósil” (un esmilodonte). Debido a que ésta punta tenía un aspecto moderno, Zeballos y Reid dudaban de la veracidad de éste hallazgo, que seguramente se trataba de un fraude. En el capítulo XXIX de su libro *La antigüedad del Hombre en el Plata*, Ameghino relata que los hermanos Bretón le habían mostrado en enero de 1875 un instrumento de sílex que habían descubierto entre los huesos de un toxodonte, ¿serían también un fraude? Los hermanos Bretón coleccionaron restos de vertebrados fósiles que luego fueron vendidos.

Otro coleccionista privado de fósiles que vendía a museos europeos fue el señor Manuel Eguía. Miembro de la “Asociación de amigos de la historia natural del Plata”, su labor fue reconocida y mencionada por Florentino Ameghino en sus trabajos. Eguía aleccionó a Florentino en el uso del “mastic” como adhesivo y protector de fósiles. Desarrolló su profesión de agrimensor y se dedicó a registrar observaciones meteorológicas. Después de su muerte, una parte de sus colecciones fueron adquiridas por el Museo de Buenos Aires. A los mencionados se agrega José Antonio Larroque, quién participó con sus colecciones en la exposición internacional de París de 1878; parte de esos materiales fueron cedidos a Florentino Ameghino; otra parte de la colección se vendió al museo de Filadelfia en 20.000 francos.

En 1875 en la Universidad de Buenos Aires comenzó sus actividades la Facultad de Ciencias Físico-Naturales con un Doctorado en Ciencias Naturales que incluía un curso de mineralogía y geología, inicialmente a cargo de Juan Ramorino. Dicha cátedra sufriría algunos cambios, pero continuaría colaborando en el surgimiento de la primera generación de geólogos argentinos.

El dictado de la materia Paleontología en la Universidad de Buenos Aires apareció en los planes de estudio a partir de 1886; solo con Doello Jurado como profesor titular, durante el período 1936-1948 fue dictada en forma integral.

En agosto de 1875, la Junta Directiva de la Sociedad Científica Argentina nombró vocal a Francisco Josué Pascasio Moreno (1852-1919), que entonces te-

nía 23 años. Con el apoyo de Zeballos, Moreno solicitó la ayuda del gobierno de la provincia de Buenos Aires para realizar una expedición a la Patagonia, desde Carmen de Patagones, en la costa atlántica, hasta Valdivia, en el Pacífico. En 1877, Moreno y Moyano como cartógrafo y topógrafo remontaron el río Santa Cruz



Francisco Josué Pascasio Moreno (1852-1919)



Ramón Lista (1856-1897)

y recogieron los primeros fósiles. Dichos materiales se incorporaron al Museo Antropológico y Arqueológico de Buenos Aires, creado en forma particular por Moreno en octubre de ese año, durante su inauguración. Posteriormente dichos materiales pasarían a integrar las colecciones del Museo de La Plata.

En 1878, Moyano y Lista recogieron fósiles santacruzenses en el río Chico, los que fueron depositados en el Museo Público de Buenos Aires.

Con el apoyo del gobierno nacional, la Sociedad organizó otra expedición a la Patagonia, a cargo de Ramón Lista (1856-1897), cuya finalidad era explorar el territorio comprendido entre los 43 y 49 grados de latitud sur, que se extiende desde el sur de la Península Valdéz al centro de la provincia de Santa Cruz; éste viaje se realizó en 1877, efectuando otros posteriormente hasta 1880. Luego, como gobernador de Santa Cruz, Lista colaboró con distintas expediciones que se realizaron en ese territorio en busca de fósiles. Otros exploradores de la Patagonia que participaron en el hallazgo de restos paleontológicos fueron Luis Jorge Fontana (1846-1920) quien efectuó exploraciones entre 1885 y 1888, siendo designado Gobernador de Chubut en 1884 y Carlos María Moyano (1854-1910), gobernador de Santa Cruz, quienes donaron sus colecciones para estudio a Florentino Ameghino.

## El Museo de La Plata, los primeros tiempos

La ciudad de La Plata fue inaugurada el 19 de septiembre de 1882 como capital de la provincia de Buenos Aires. Su primer gobernador, Dardo Rocha, había desoído el pedido de creación del museo en la reciente creada ciudad. Carlos D'Amico, quién lo sucede, decretó el 19 de septiembre de 1884 la creación del Museo General La Plata, nombrando director de éste a Francisco Josué Pascasio Moreno. Ese mismo año comenzaron las obras para la construcción del edificio, dirigidas personalmente por Moreno, quién escribía "...el día que podamos anunciar al mundo científico la apertura del Museo...el nombre de La Plata será pronunciado con respeto y cariño por todos los que piensan que la prosperidad de un pueblo depende ante todo del grado de instrucción de sus hijos". El 1° de octubre, Moreno solicitó el nombramiento del siguiente personal: inspector bibliotecario, Juan F. Bourse; Oficial 1° preparador, Antonio Pozzi (1822-1898), con un sueldo de 82,67 pesos; escribiente, Abel Gómez; cazador ayudante, con un sueldo de 41,33 pesos, Alejandro Paulette; ayudante de preparador con un sueldo de 41,33 pesos, Sabino Domínguez; portero, Juan González; ayudante de servicio, Remigio Páez. Por primera vez se contrataba a un preparador profesional como Antonio Pozzi. Nacido en Como, Italia, había trabajado como preparador taxidermista en la Universidad de la Sapienza, en Roma y en el Museo de Historia Natural del Marqués de Turati, en Milán. En 1866 fue contratado por Burmeister, junto a su hijo Santiago como ayudante preparador en ornitología, en el Museo Nacional. Luego se alejan del Museo Nacional y se dedican a coleccionar fósiles particularmente, vendiendo dichos materiales al profesor Cornalia del Museo Cívico de Milán.

Moreno donó su biblioteca a la institución que dirigía y solicitó a Alphonse Milne-Edwards, director del Muséum d'Histoire Naturelle de París un empleado preparador con experiencia, que no se concretó. Mientras se construía el edificio, parte de las colecciones se exhibieron temporariamente en salones del Banco Hipotecario de La Plata y el Museo se inauguró el 20 de julio de 1885, aunque la obra no estaba totalmente terminada, finalizándose en 1889 (Riccardi, 2008).



Antonio Pozzi (1822 - 1898)

La disponibilidad económica permitió la adquisición de colecciones particulares tales como la del médico italiano Guido Bennati. Ese mismo año de 1885 se adquirieron las colecciones realizadas en Tierra del Fuego y Santa Cruz a Tonini de Turía, a quién se contrató como naturalista viajero, en diciembre de ese año hasta el 15 de febrero de 1887, con un sueldo de 124 pesos mensuales. También se adquirieron colecciones del médico Rinaldi-Ghimenti y Carlos Spegazzini.

En julio de 1886, Moreno incorporó a Florentino Ameghino como subdirector y secretario del Museo, quién incorporó su colección particular y por la que recibió 16.500 pesos, y a su hermano Carlos como naturalista viajero. El catálogo de paleontología elaborado por Florentino Ameghino entre 1886 y 1888 fue extraviado por Moreno, al decir del paleontólogo. Dos años después, Florentino y Carlos se alejaron del Museo de La Plata por discrepancias con Moreno, al desobedecer Carlos órdenes del director de la institución. Ese año, durante la expedición a la Patagonia, Carlos había hallado restos de dinosaurios, lo que llevó a que en marzo de 1889 se montara una nueva expedición para recuperarlos, contándose en éste viaje con "...un barco de fondo chato de 12 toneladas para remontar el río Chubut y un carro adecuado al transporte de grandes pesos, construidos en los talleres del Museo" según el paleontólogo Pedro Bondesio (1987).

Moreno encomendó a sus empleados que todo el empeño en las tareas de campo fuese volcado en la exploración geográfica de la región limítrofe con Chile, con el fin de reunir elementos de discusión sobre los límites con el país vecino. Agregadas a éstas tareas se efectuaron numerosas colecciones de materiales de ciencias naturales, sobre todo de antropología y paleontología, además de adquirir otras particulares.

Decía el diario La Nación el 23 de marzo de 1883: "Hace algunos meses el comandante Buratovich extrajo de las areniscas rojas del Neuquén varios huesos fósiles de un animal gigantesco que regaló al General Roca. El Dr. Doering y el Sr. Ameghino se trasladaron a casa del presidente a examinar dichos fósiles, resultando pertenecer a un gigantesco dinosaurio, animal muy frecuente en las formaciones geológicas de Norteamérica, desconocido hasta aquí en el continente austral".

La exploración de la cuenca del río Negro, demandó la construcción de los vapores Río Negro y Río Neuquén; vapores propulsados a vapor, de fondo plano y con ruedas con paletas impulsadoras a los costados. En 1881, el ex oficial del ejército alemán, capitán ingeniero militar Jorge Rohde, oficial del 2° Batallón de Infantería de Línea, integraba la tripulación de la nave "Río Neuquén" como voluntario. El navío formaba parte de la escuadrilla del Río Negro durante la Conquista del Desierto y estaba encargado de remontar y explorar el río Limay.

Al no poder atravesar la zona de Confluencia por su calado, el navío quedó anclado. Integrando la tripulación se encontraba el subteniente Santiago Albarra-cín, quién tomará bocetos de distintos sitios, los que se convertirán en cuadros. Rohde, el piloto de la embarcación, Moyzes y algunos tripulantes realizaron exploraciones en la zona, donde hallaron réstos de dinosaurios. El sitio del hallazgo fue la ribera sur del río Negro, frente al Fortín Fisque-Menoco, unos 50 km antes de la confluencia de los ríos Neuquén y Limay (luego General Roca). En el informe transcrito por Adolfo Doering (1882) –a cargo de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor en la campaña de 1879- dice Rohde: “Especial interés ofrecen las cuchillas o barrancas situadas en la ribera sur del Río Negro. He encontrado en ésta región muchas especies de árboles petrificados, entre otros el tronco de una palma de 8,5 m de longitud”. El militar envió cinco grandes cajones con fósiles a Ameghino, quién mencionó el hallazgo a pie de página en un trabajo publicado en 1885. El científico confirma el hallazgo de dichos reptiles a los que agrega reconocer “...algunos huesos de cocodrilos...”. En 1887 el comandante Antonio Romero envía numerosos réstos fósiles al Museo Nacional entre los que se destacan una mandíbula de *Pyrotherium* y réstos de dinosaurios, entre ellos un fémur gigantesco (actualmente con el número de colección 449). En 1889 el capitán austriaco Zapalowick descubre a orillas del río Limay, 80 kilómetros al norte de Neuquén, réstos de dinosaurios posteriormente descritos en Europa por Nopcsa.

La Sección Exploraciones Nacionales del Museo de La Plata efectuó, entre 1888 y 1889, varias expediciones para coleccionar fósiles en los yacimientos descubiertos por Moreno en 1887, sobre el río Santa Cruz. Además, se efectuarían reconocimientos y colecciones en la Isla de los Estados, Tierra del Fuego y Chubut. La expedición a Chubut, iniciada en agosto de 1888, estaba integrada por Carlos Ameghino, Antonio Steinfeld (marino austriaco) y Eduardo Botello. Carlos Ameghino incumplió las órdenes recibidas y fue separado de su cargo en marzo de 1889; sus compañeros prosiguieron las tareas, invernando en proximidades de los lagos Musters y Colhué-Huapi. La primera remesa de materiales coleccionados fue de 14 cajones. Cuando terminó la expedición, Botello y Steinfeld se instalaron como colonos en proximidades del río Senguer. Botello se casó con Teresa Maniqueque, hija del cacique tehuelche Rafael Gabriel Maniqueque, estableciéndose en el paraje Choiquenilahue. En agosto de 1889 se inició otra expedición, ésta vez integrada por Iovich, Larumbe y el indígena Maisch visitando la Isla de los Estados, Tierra del Fuego y Santa Cruz, donde permanecieron hasta 1890.

En la región pampeana las actividades también fueron fructíferas: se coleccionaron diversos fósiles, entre ellos varios gliptodontes, dos milodontes, un lestodonte y un megaterio.

Ente 1890 y 1895 el Museo de La Plata, que contaba con instalaciones propias en el puerto de Santa Cruz, envió varias expediciones a Patagonia. Moreno, interesado en el conocimiento geográfico de los límites con Chile, participó primero y encargó después dichas tareas a numerosos técnicos y científicos del Museo de La Plata. Precisamente desde allí, en 1891, partió una de las comisiones dirigida por Carlos Burmeister e integrado por Emilio Beaufilet como segundo preparador, Juan Iovovich, ayudante de preparador (anteriormente cazador) y Francisco Berry, ayudante de naturalista viajero, todos con cargos en dicho Museo. Completaban la expedición el indígena yagán Maish y un portugués voluntario llamado Pedro María Rosa. Se desplazaban en un enorme carro de cuatro ruedas y una tropilla de treinta caballos y mulas. Realizaron observaciones en el territorio comprendido entre los ríos Santa Cruz y Chalfá y los lagos cordilleranos: Argentino y Viedma. En proximidades del río Orr o Leona, en estribaciones de un cerro que denominan Fortaleza, Iovovich descubrió el día 21 de enero de 1892 restos de un dinosaurio. Los fósiles más representativos fueron medidos y dibujados; unos pocos se extrajeron y otros restos no pudieron recogerse debido a lo escabroso del terreno. Éstos son los primeros datos científicos que se lograron en nuestro país sobre dinosaurios. El hallazgo fue publicado por Carlos Burmeister en el tomo IV de la revista del Museo de La Plata de 1893.

Posteriormente, en 1899, Ameghino describió dos géneros de dinosaurios provenientes del Cretácico Superior de Santa Cruz a los que denominó *Clasmodosaurus* y *Loncosaurus*, actualmente invalidados por la pobreza y fragmentación de los restos. A finales de la década de 1880, Roth colectó restos de dinosaurios en el Cretácico Superior de Chubut. Los restos fueron enviados a dos paleontólogos británicos: Richard Lydekker, quien describió al saurópodo *Argyrosaurus* y Arthur Smith Woodward quien identificó a *Titanosaurus*, anteriormente hallado en sedimentos coetáneos de la India.

En 1889, la Sección Paleontología del Museo de La Plata fue encargada al geólogo suizo Alcides Mercerat, quien realizó estudios sobre mamíferos y aves fósiles, insustanciales en su aporte científico y en 1892 se retira. Entre 1893 y 1894, el Museo recibió la visita del destacado paleontólogo inglés Richard Lydekker. Éste científico del imperio británico había desarrollado funciones en el Geological Survey de la India entre los años 1874 y 1882, estudiando, en la región de Kashmir, los vertebrados terciarios y mesozoicos de Siwalik.

Lydekker estudio la colección de vertebrados fósiles, incluyendo algunos ya descritos por Florentino Ameghino. Entre los materiales que estudia y describe están aquellos restos de dinosaurios descubiertos recientemente en Patagonia. El trabajo, publicado en los Anales del Museo de La Plata (tomo II) lleva el nombre de “Los dinosaurios de Patagonia” y en él se describen dos nuevos géneros: *Titanosaurus* y *Microcoelus*. Los dinosaurios argentinos accedían al mundo de la ciencia.

Pese a los aires de confrontación, los trabajos de Lydekker aportaron una rica iconografía de los notables esqueletos de mamíferos pampeanos, algunos de ellos montados para exhibición en el Museo de La Plata, bajo la dirección de Florentino y Carlos Ameghino.

Una de las comisiones del Museo de La Plata, dirigida por el naturalista viajero Kaspar Jacob Roth (Santiago Roth) (1850-1924), descubrió materiales fósiles cretácicos e invertebrados del Jurásico inferior, así como plantas del Mioceno en proximidades del Lago Nahuel Huapi. Coleccionó también restos de vertebrados en los ríos Frias, Senguer y Huemules, así como en laguna Fénix, materiales que estudiaría Kraglievich. Tales descubrimientos llevaron a Moreno proponer a Roth ocupar la jefatura de la Sección Paleontología del Museo de La Plata, haciéndose cargo en 1895. Santiago Roth, nacido en Herisan (Suiza) en 1850, Roth había llegado a la Argentina en 1866, instalándose en el noréste de la provincia de Buenos Aires, primero en Baradero y luego en Pergamino donde, trabajando como talabartero, comenzó a reunir importantes colecciones de fósiles que vendió al exterior (Dinamarca y Suiza). Luego realizó un viaje a Europa para afianzar sus conocimientos geológicos y paleontológicos, recibiendo clases del profesor Kart Vogt de Ginebra. De regreso, y aconsejado por Herman Burmeister, se abocó al estudio del Pleistoceno de la región pampeana y sus fósiles, convirtiéndose en un destacado conocedor del mismo, tal como lo reconociera Ameghino. En 1888 publicó *La Formación Pampeana y su origen*, culminando con la obra *Investigaciones geológicas en la llanura pampeana* de 1921. Entre 1890 y 1892, Roth recorrió las provincias de Corrientes, Entre Ríos y luego Río Negro y Neuquén. En éste último viaje atravesó la Patagonia desde el lago Nahuel Huapi hasta la desembocadura del río Chubut, realizando importantes observaciones



Kaspar Jacob Roth (Santiago Roth) (1850-1924)

geológicas que realizó entre los años 1895 y 1906. En 1897, en proximidades del Río Chico de Chubut, Roth halló parte del cráneo y mandíbulas de *Genyodectes serus* Smith Woodward 1901, el primer terópodo descubierto en Sudamérica. Durante muchos años se desconoció el nivel estratigráfico del hallazgo hasta que recientemente, Oliver Rahuht con la ayuda del técnico Pablo Puerta determinó su procedencia como del Cretácico inferior. Los restos se exponen en el Museo de La Plata.

Quizá el aporte más significativo de Roth a la paleontología de los vertebrados es la creación del Orden Notoungulata. Tal determinación proviene del estudio que realizó de la región tèmpero-auditiva de un grupo de ungulados fósiles sudamericanos, estudio para el que tuvo que emplear una técnica novedosa, consistente en seccionar algunos cráneos de *Toxodon*, con el fin de examinar la disposición de los huesos en la formación del basi-cráneo del género mencionado.

La colaboración de Roth con la comisión de límites con Chile, le permitió, hasta 1902, realizar importantes investigaciones paleontológicas en la Patagonia. Fue acompañado por los técnicos Santiago Pozzi, Fernando Eugui y Octavio Fernández, alternadamente. Las disputas entre Ameghino y Moreno generaron un hecho particular: para evitar que Ameghino conociera la ubicación de los nuevos yacimientos descubiertos por Roth, los mismos se indicaban en clave o en forma inexacta. Aún en la actualidad, algunas de las localidades, visitadas y explotadas por Roth no han podido ser ubicadas con precisión. Posteriormente Roth ocuparía la dirección de la Escuela de Ciencias Geológicas en 1906-07, y la jefatura de la Sección Geología entre 1907 y 1913. Posteriormente sería designado jefe del departamento de Paleontología que se dividiría en dos: Invertebrados y Vertebrados, manteniendo Roth la dirección de éste último. Santiago Pozzi (1849-1929), durante los viajes de acompañamiento a Santiago Roth en Patagonia, inaugura en Argentina la utilización de la técnica de cobertura de yeso en la protección de los fósiles.

En 1892, otra expedición integrada por Rodolfo Hauthal (1854-1928), encargado de la sección Paleontología, realizó observaciones en el triásico de Mendoza; luego, en 1894, ampliadas al levantamiento topográfico y geológico de los departamentos San Carlos y San Rafael. Posteriormente, varias comisiones del Museo de La Plata estudiarán la región cordillerana desde San Rafael, hasta Lago Argentino, en Santa Cruz.

Desde el primer momento de su fundación las colecciones de invertebrados fósiles comenzaron a formar parte de su acervo científico. Moreno, Burmeister y Hauthal fueron los primeros en coleccionar ejemplares en la Patagonia Austral, así como en la región de Neuquén y Mendoza. En 1895, con la llegada de Santiago Roth, se crea la Sección Paleontología y el primer especialista en

invertebrados fósiles con que contó la institución fue Carlos Burckhardt (Riccardi, 2010).

Los estudios efectuados desde el Museo de La Plata en la región patagónica a fines del siglo XIX, permitieron en un breve lapso, el avance del conocimiento geográfico y geológico de la región, hecho que puede ser considerado como uno de los más espectaculares de la historia de esas ciencias en el país (Riccardi, 2008).

## **El desarrollo de las técnicas paleontológicas en el mundo y su llegada a la Argentina**

Durante el siglo XVIII –Siglo de Las Luces- los descubrimientos arqueológicos efectuados en la región italiana de Nápoles, en Herculano (comienzos de 1738) y los posteriores de Pompeya, así como los viajes al Cercano Oriente por viajeros europeos, desarrollaron un creciente interés por la arqueología, disciplina que hasta ese momento había sido una mezcla o suma de aficiones y actividades varias (historia, anticuarismo, etc.). Durante la primera época de la formación de las colecciones, que eventualmente se convirtieron en la base de los museos públicos de Europa, los *virtuosi* y *cognocenti* que acumulaban objetos de origen natural, así como también artefactos humanos, por su valor intrínseco, su belleza, y porque tenían en cuenta sus asociaciones históricas. Tales actividades crearon la atmósfera necesaria para que se formaran los primeros museos de Europa -París, Londres, Viena, Munich, Berlín, Dresde, San Petersburgo-. Sin embargo, durante el siglo XIX ésta ciencia siguió siendo esencialmente grecorromana, con el inmediato agregado de la etruscología, es decir una actividad casi exclusivamente de autores itálicos. Desde éste momento la disciplina se volvió más exigente, más minuciosa y como tal adquirió sus propios métodos de trabajo y sus objetivos particulares. La gran técnica adoptada en ese momento es el método estratigráfico, cuyo origen es paleontológico y geológico. Las circunstancias imponían al paleontólogo, y por extensión al arqueólogo, una preparación estricta y una rigurosa vigilancia de las tareas. La conservación de conjuntos arqueológicos y de los objetos descubiertos, impuso el examen de las causas de la desintegración de éstos y su tratamiento; tratamiento preliminar o de “primeros auxilios” para los mismos, que debían ser transportados hasta el museo para las tareas de réstauroción. El empleo de las técnicas tiene un papel cada vez más importante e impulsa a profesionales y ayudantes a su aplicación. En éste marco, la recuperación de objetos de los sitios de excavación, muchos de ellos en condiciones de extrema fragilidad, aguzó la inventiva de los arqueólogos y auxiliares. Una de éstas técnicas de protección y embalaje, fue utilizada numerosas veces en el rescate de

cerámica, piedras labradas, estatuillas fragmentadas, etc. La técnica consistía en cubrir –generalmente en su totalidad– la pieza a proteger con una capa de yeso, interponiendo entre la misma y el objeto una capa de papel, que se humedece a fin de adherir a la superficie y evitar el contacto directo. Si la protección exige mayor fortaleza, se disponen vendas textiles, previamente embebidas en el mismo en forma de entramado y cubiertas nuevamente por yeso.

La técnica, tradicional en paleontología, de proteger con una cobertura de yeso los fósiles para proceder a su extracción –que al decir de Auffenberg (1967) es la herramienta más valiosa en dicha especialidad– tiene un origen dual. Por un lado Charles Sternberg, en Norteamérica, que puso en práctica el método directamente encaminado a solucionar los problemas de protección de los materiales fósiles, y Antonio Pozzi en Argentina, quien adoptó una técnica concebida en Europa para la recuperación de materiales arqueológicos.

En la Argentina, en 1861, y a instancias de Sarmiento, retorna al país el investigador alemán Konrad Burmeister quién se hace cargo del Museo de Buenos Aires. Burmeister, a lo largo del tiempo y a fin de dotar al museo de personal idóneo, contrata en Europa personal científico y técnico. Entre éstos últimos se encuentra Antonio Pozzi (1822-1898) quién llega junto a su familia procedente de Italia, en 1866. Su tarea consistirá en exhibir piezas taxidermizadas y el montaje de algunos fósiles del Cuaternario pampeano. Sus labores en el Museo fueron acompañadas por las de su hijo mayor Santiago, joven de 17 años, que contaba con el cargo de ayudante preparador. A los pocos años, por incompatibilidad con Burmeister, los Pozzi se alejan del Museo de Buenos Aires. Viajan por diversos lugares del país realizando colecciones zoológicas privadas, una de las cuales fue premiada en la Exposición Continental Sudamericana de 1882. Por esa época ya habían entablado cordiales relaciones con Florentino Ameghino. También coleccionaron numerosos ejemplares fósiles de la fauna pampeana, entre los que se contaba un esqueleto de *Megatherium* que fue exhibido en Buenos Aires y luego adquirido mediante suscripción pública por el museo de Turín (Cornali, 1874)(los bombardeos de la II Guerra Mundial hicieron que la colección se perdiera; Natura, 1988). Creemos que durante éstos trabajos de coleccionar fósiles es que Antonio Pozzi utilizó la técnica para protección y embalaje con cobertura de yeso, que ya conocía de Europa y que trasmite a su hijo, Santiago Pozzi (1849-1929) entusiasta y habilidoso, y que es incorporado al personal del museo como ayudante preparador y coleccionista de la sección Ornitología. Realiza su primer viaje acompañando al Dr. Maack, paleontólogo alemán, con el que recorren la costa atlántica, desde Buenos Aires hasta Río Negro y realizando junto a las tareas de coleccionista, dibujos del paisaje (Pozzi y Onaha, 2014). Posteriormente viajó a Paraguay y a las provincias mesopotámicas donde obtuvo valiosas colecciones.

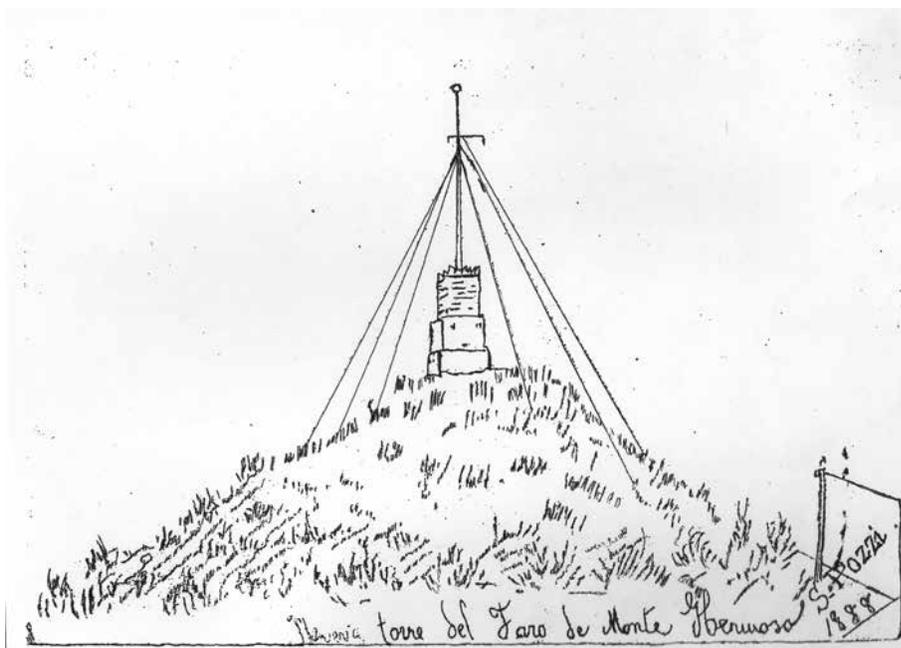
En 1884, Francisco Moreno director del Museo de La Plata, solicitó a Santiago Pozzi que desempeñara el cargo de primer preparador, tarea que llevó a cabo durante 20 años en taxidermia y paleontología. En ésta última especialidad se menciona el montaje de los esqueletos de *Hippidion bonaerense* y *Smilodon bonaerensis*, exhibidos desde 1907. Más allá de las labores de gabinete, realizó varios viajes, el primero de los cuales es, en 1888, a la localidad de Monte Hermoso, en compañía de los preparadores Beaufls y Gabriel Garachico. Ese mismo año dirige una prolongada expedición a Santa Cruz. Acompañado por Clemente Onelli y los ayudantes Juan Ivovich y Francisco Larrumbe. El viaje se realizó entre octubre de 1888 y mayo de 1889. Exploran la margen sur del río Santa Cruz hasta Lago Argentino y regresan por la margen norte. La colección de materiales



Santiago Pozzi (1849-1929)

es de más de cien cajones. En 1892, Santiago Pozzi realizó una extensa campaña en la Patagonia acompañado de su hijo Antonio (de igual nombre que su abuelo) de 13 años y un peón, obteniendo una colección que completó 150 cajones, regresando después de un año. En 1896, junto a su hijo, acompañó a Santiago Roth en tareas de reconocimiento geográfico, geológico y paleontológico en Patagonia (Kraglievich, 1930). Hallaron, al norte de los lagos Colhué Huapi y Muster varios yacimientos de mamíferos fósiles terciarios, que en ese momento se creía pertenecían al Cretácico. Los materiales que coleccionaron, actualmente en el Museo de La Plata, fueron revisados por el autor quién puede atestiguar que los mismos fueron trabajados con yeso y “mastic” (pegamento muy efectivo que se utilizaba en caliente, de la misma manera que la cola de carpintería y que estaba compuesto por partes iguales de yeso, resina y cera de abeja). Santiago continuó sus tareas como taxidermista en el Museo de La Plata hasta 1902, momento en que se retiró. En 1903, Florentino Ameghino, director del Museo Nacional, ofrece a Santia-

go Pozzi el cargo de Primer Preparador y Jefe de Talleres, continuando allí su labor hasta 1926 en que obtuvo su jubilación extraordinaria. A sus dotes de explorador y gran coleccionista se sumaban sus trabajos artísticos de campo, realizando dibujos y acuarelas de sus viajes. Sus dotes de excelente fotógrafo fueron aprovechadas por el investigador italiano Rovereto en la ilustración de su conocida obra “Los estratos araucanos y sus fósiles”. También el archivo del Museo de La Plata atesora fotos de las labores de campo de éste preparador (Garrido *et al.*, 2007). Había nacido el 6 de abril de 1849 en Milán, Italia, y falleció a los 80 años en La Plata, el 27 de octubre de 1929.



Dibujo del paisaje en Monte Hermoso, hecho por Santiago Pozzi

Por la misma época, el Museo de La Plata, dirigido por Moreno, envió numerosas comisiones a Patagonia, con el fin de relevar detalles topográficos y geográficos y al mismo tiempo efectuar investigaciones en el campo de las ciencias naturales. Algunos de los empleados que participaron en la búsqueda de fósiles en la región fueron: Carlos Ameghino, Clemente Onelli, Eduardo Botello, Antonio Steinfeld y Juan Iovich. Botello y Steinfeld, prendados del paisaje cordillerano decidieron instalarse con sus familias como pioneros en proximidades del Río Senguer, Chubut. A excepción de Carlos Ameghino, que comentó algunas de las técnicas empleadas, como el embalaje de los fósiles con pieles de guanaco y la utilización del “mastic”, ningún otro buscador de

fósiles dejó constancia de sus tareas. Es posible que durante ésta época solo Pozzi y Roth, hayan utilizado en la Argentina, la técnica de protección de los fósiles con la cobertura de yeso. Durante los primeros años de actividad del Museo de La Plata, los registros mencionan al señor Gabriel Garachico como segundo preparador en la institución. Además, figuran como colectores los señores Cremonessi y Berri. También se señala a Bernardo Eugui como el primer técnico que trabajó para la Sección Paleontología. En 1912 ingresó como ayudante de Eugui don Antonio Castro, quién más tarde asumió como Jefe de Preparadores de la División Paleontología Vertebrados. En 1937 se incorpora don Lorenzo Parodi, integrando un eficiente equipo.

Con anterioridad a éste momento, las publicaciones sobre excursiones geo-paleontológicas en los alrededores de Buenos Aires, no refieren a la utilización de técnicas en el salvamento de fósiles de vertebrados (Reid *et. al.*, 1875; Zeballos y Reid, 1875).

Durante los viajes realizados por el coleccionista A. Tournouer a Patagonia en 1898-99, 1899-1900 y 1901, a instancias de los paleontólogos franceses Gaudry y Boule y comisionado por el Museo de París, recogió materiales fósiles de vertebrados en Monte León y río Coyle, en la provincia de Santa Cruz. Las publicaciones resultantes sólo se refieren a los aspectos estratigráficos y sus faunas continentales, sin mencionar las técnicas empleadas.

En 1896 y hasta 1899, trabajó en Santa Cruz una gran expedición organizada por la Universidad de Princeton, a cuyo frente estuvo John Bell Hatcher, acompañado de Olaf A. Peterson. La primera etapa de la expedición fue desde marzo de 1896 a julio de 1897 y cubrió gran parte del territorio de Santa Cruz, Río Gallegos, Cabo Buen tiempo, costa atlántica, glaciares cordilleranos y los ríos Santa Cruz, Chalia y Chico. La segunda etapa de dicha expedición se realizó entre noviembre de 1897 y noviembre de 1898 explorando lago Pueyrredón acompañado del taxidermista A. E. Colburn. La tercera etapa se desarrolló entre diciembre de 1898 y septiembre de 1899 y estuvo combinada con personal del American Museum of Natural History, representado por Barnum Brown y el asistente Peterson. Hatcher se retira de Patagonia en abril de 1899, mientras Brown prosigue trabajando hasta enero de 1900. Las extraordinarias colecciones de los yacimientos patagónicos del piso Santacruceño, fueron transportadas íntegramente a los Estados Unidos. En sus trabajos -“Reports of the Princeton University”- no menciona las técnicas empleadas, aunque es claro que empleó, para el salvamento de los fósiles, la protección con vendas enyesadas, técnica ya experimentada durante sus tareas con Sternberg en Estados Unidos (Vizcaino *et al.*, 2013). Las colecciones efectuadas incluyen fósiles de vertebrados e invertebrados, así como flora y fauna típica de Patagonia. Muchas de sus observaciones geológicas están vigentes, postulando que Sudamérica estuvo

conectada a la Antártida y a través de ella a Australia. De sus observaciones paleontológicas podemos mencionar, entre muchas, la primera mención de pisadas de dinosaurios en Patagonia.

Durante toda ésta época, la actividad paleontológica en Argentina se centralizó en dos grandes centros, el de Buenos Aires y La Plata. Figuras como los hermanos Ameghino, Santiago Roth y Lucas Kraglievich, desarrollaron una vasta labor, pero no dejaron en sus trabajos ninguna referencia a técnicas paleontológicas. Solo un profesor de la UBA publicó un volumen relacionado con el coleccionismo y la preparación de los materiales naturales, entre ellos los paleontológicos. Se trata del profesor de Botánica Eduardo L. Holmberg, que en 1905 edita en la Biblioteca Técnica del Ministerio de Instrucción Pública de la Nación el libro “El joven naturalista de historia natural”. En el capítulo dedicado a la paleontología, sólo indica al interesado dirigirse al Doctor Ameghino, especialista en el tema. Lorenzo Parodi, incorporado al Museo de La Plata a mediados del año 1937, relató al autor que los técnicos que lo antecedieron en esa institución (Bernardo Eugui, desde 1905 y Antonio Castro, que comenzó en 1912) habían utilizado la técnica de cobertura de yeso a los fósiles. Dicha utilización fue puesta en práctica durante los viajes de exploración al oeste de la Provincia de Buenos Aires y territorio de La Pampa, cuando se descubrieron los importantes yacimientos miocenos de Arroyo Chasicó y Laguna de Adolfo Alsina.

Bordas y Cattoi (1946) que desempeñaron tareas en el Museo de Buenos Aires, mencionaron la utilización de vendas enyesadas o con engrudo, aconsejando la utilización de éste último, aunque reconocen la tardanza del secado.

En otras regiones del globo las tareas de exploración y recolección de réstos fósiles se multiplicaron. Por todas partes se emprendió la búsqueda de reptiles triásicos, jurásicos y cretácicos, cuya sucesión ya había sido reconocida. En las canteras jurásicas de la región de Suabia, en Alemania, los obreros habían sacada frecuentemente entre las oscuras pizarras, conchas y amonites fósilizados, así como “animales con aletas, alas o zarpas” (Wendt, 1963). Por aquella época, Bernar Hauff (1866-1950) era el dueño de una cantera en Holzmaden. Al reconocer la enorme riqueza paleontológica encerrada en dicha cantera, dedicó a partir de entonces toda su vida a los ictiosaurios. Su tarea fue tan bien encaminada que personalmente coleccionó y preparó con inusual habilidad, trescientos ejemplares, estableciendo un museo particular. Las fotografías de la época lo muestran preparando los materiales bajo lupa binocular, con herramientas manuales creadas por él mismo (tales como espátulas de bambú afiladas) y con las que logró piezas de singular valor.

La creciente demanda de los coleccionistas de mayor cantidad de fósiles hizo que se crearan en distintos lugares del centro de Alemania verdaderos talleres de falsificación para suplir dicha demanda. Un cronista de la época da

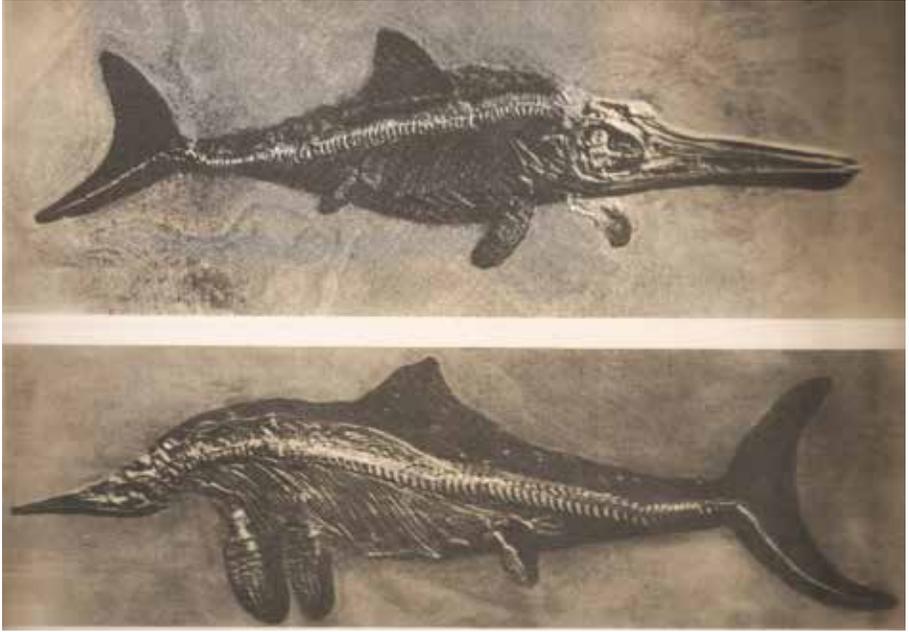
testimonio de la labor de éstos: “Los canteros y fabricantes de cal suelen untar las huellas débiles o los fósiles cuyo color apenas se diferencia del color del suelo en que se encuentran con una lejía lixiviadora para hacerlas resaltar más. Ésta lejía se prepara cociendo la cáscara verde de las nueces. Asimismo, saben unir los trozos rotos sirviéndose de una masilla blanca preparada con cal en polvo sin disolver y queso blanco sin sal, dando la impresión de que no estaban rotos” (Wendt, 1963).



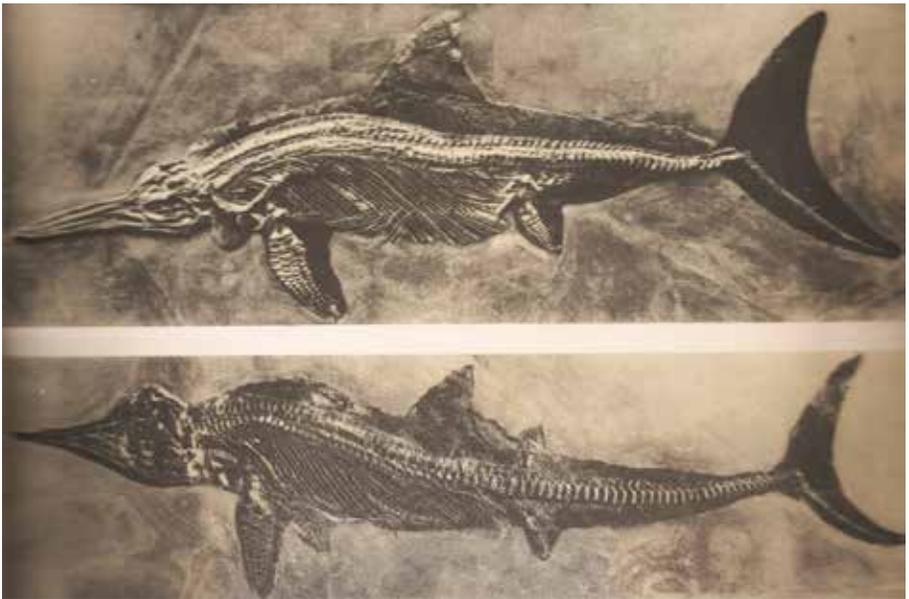
Bernar Hauff (1866-1950)



Cantera en Holzmaden



Ictiosaurios preparados por Hauff.



Ictiosaurios preparados por Hauff.



# Primera mitad del siglo XX

## El desarrollo mundial de las ciencias paleontológicas

A la primitiva estructura capitalista de los países industrializados, de la libre competencia basada en la exportación de mercancía, sucede una nueva etapa monopolista que se funda en la exportación de capitales. Etapa que creció enormemente en el lapso que media entre comienzos del siglo y la Gran Guerra. El ritmo de la ocupación colonial para asegurar mercados a éste proceso expansivo fue vertiginoso. En las colonias se produce el arrasamiento de las industrias nativas y la superexplotación de la mano de obra en las actividades vinculadas a la producción de materias primas. Éstas prácticas irán creando una fuerte reacción anticolonialista, que comenzará a adquirir fuerte gravitación con la aparición de movimientos nacionalistas a finales de la Primera Guerra Mundial, guerra que se desarrolló desde 1914 hasta 1918 y que puede identificarse como un conflicto interimperialista por el reparto de los mercados coloniales. Sin embargo, la oposición política crece y bajo el lema de “paz, pan y trabajo” los bolcheviques llegan al poder en Rusia. Finalizando la década de los años 20' se produce el derrumbe de la Bolsa de Nueva York, hecho que desemboca en una gran crisis -la Gran Depresión- que afectará en mayor o menor medida la economía mundial. Algunos países centrales adoptaron formas de gobierno autoritarias y guerreristas, al que enfrentaron los países de economía liberal, conformando dos bloques: el “Eje” formado por Alemania, Italia y Japón y el oponente por Inglaterra, Estados Unidos y Rusia. La Segunda Guerra Mundial se desarrolló entre 1939 y 1945 con la victoria de éstos últimos y concluyó definitivamente con la supremacía internacional de Europa. El saldo remanente del conflicto contabiliza la terrible pérdida de millones de seres humanos, sumado a la destrucción de numerosos bienes culturales, sobre todo en Europa.

## Europa

El hecho de las dos guerras mundiales, sumados a vastos movimientos revolucionarios y sociales hicieron que durante el siglo XX la actividad científica en muchos países del mundo decayera o sufriera atrasos significativos; tal es el caso de España. Según Montero y Dieguez (1998), a partir de la etapa que se inicia en 1896 y hasta 1939 se suceden en el Museo Nacional de Madrid varios directores. Las colecciones fueron perjudicadas y mal atendidas hasta 1902, período en el que se normalizan las actividades del Museo. En 1910 se traslada al Palacio de la Industria y las Bellas Artes hasta el lugar que ocupa hoy día. Entre 1939 y 1984 se nombra director a Emiliano Aguirre, etapa durante la cual muchos investigadores están en el exilio debido a la guerra civil. Durante ésta larga etapa, la inactividad en las colecciones y la museología son manifiestas.

Hacia el año 1909 un especialista en peces fósiles, Stephen Goodrich, puso en cuestión la clasificación de los mismos y propuso modificaciones a la sistemática del grupo. Su interés se centraba en dos grupos de peces: los acorazados y los crosopterigios. Durante los años 1906 y 1925, se realizaron expediciones de exploración, por parte de geólogos y paleontólogos noruegos a las islas de Groenlandia y Spitbergen, al norte del círculo polar. Una de dichas expediciones contaba con el sueco Erik Stensiö (1891-1984), más tarde director del Museo Real de Estocolmo, quién realizó una colección de más de un centenar de ejemplares de peces primitivos, acorazados y crosopterigios. En sus publi-



Erik Stensiö (1891-1984)

caciones, Stensiö dio a conocer la anatomía de dichos fósiles mediante la aplicación de la técnica de cortes seriados para el estudio de éstos. En 1927, Stensiö escribió una monografía demostrando su verdadera naturaleza de ciclóstomos, tales como las lampreas, sosteniendo que de ellos proceden todos los peces. Poco después se reconoció otro grupo de peces primitivos acorazados: los placodermos, provistos de verdaderas mandíbulas, tronco del que derivan los peces cartilagosos y los peces óseos. Los paleontólogos pudieron demostrar que ambos grupos eran antiquísimos y que si se retrocedía se podían seguir hasta el Devónico, una época situada trescientos cincuenta millones de años atrás (Gribbin, 2001). Ver en Técnicas: Cortes seriados, primera parte.

Volviendo a los peces óseos, debemos decir que, los hallazgos realizados en la “Vieja Arenisca Roja” depositada en un antiguo lago de Europa, llevaron a creer que éstos peces habitaban aguas continentales y poseían un pulmón. La estructura de las aletas de éstos peces sirvió para la sistemática del grupo, dividiéndolos en dos grandes linajes: los actinopterigios o peces con aletas radiadas (la mayor parte de los peces modernos a partir del Carbonífero) y los sarcopterigios o peces con aletas lobuladas y ancestros lejanos de los tetrápodos (desde el Devónico) (Apésteguía y Ares, 2010). Luego, el norteamericano Alfred Romer (1894-1973) y el inglés Stanley Westoll, ictiólogo de la universidad de Durham, decidieron estudiar las relaciones entre los crossopterigios y los cuadrúpedos más antiguos. Éstos anfibios, que aparecen en el Devónico superior y tienen su apogeo en el Carbonífero, recibieron el nombre de labirintodontes y de ellos derivan las ranas y los sapos, así como también los saurios

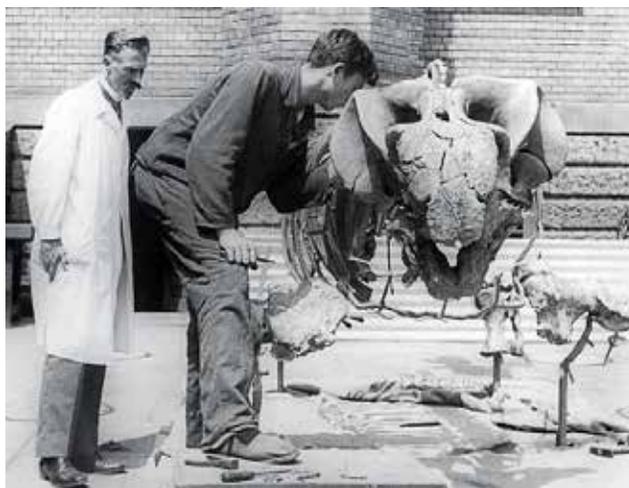


Alfred Romer (1894-1973)

y los réstantes reptiles, a su vez originadores de las aves y los mamíferos. En 1938, año en que se descubrió la *Latimeria*, Westoll tenía un cráneo fósil que era intermedio entre el de un crosopterigio y un anfibio. El fósil procedía del Devónico superior de Canadá y fue bautizado por el investigador con el nombre de *Elpistotege* y los estudios anatómicos posteriores coincidían notablemente entre crosopterigios y labirintodontes revelando un sólido puente entre peces y anfibios (Wendt, 1963). Una forma intermedia entre peces y anfibios es *Eusthenopteron*, que fue estudiado en detalle por el paleontólogo del museo de Estocolmo Eric Jarvik, gracias al hallazgo de casi 2000 ejemplares en el Devónico de Canadá.

Los réstos de los primeros tetrápodos se hallaron en territorios que ocupaban el área ecuatorial del planeta, entonces formando parte de Laurasia y que actualmente son parte del Canadá, Groenlandia y Escandinavia. En aquel entonces esa era la zona de mayor temperatura del planeta, con ambientes de aguas someras y escasa oxigenación. También se han hallado réstos, aunque incompletos en Australia y China. Éstos primeros tetrápodos, hallados a principios del siglo XX y descritos e ilustrados por el paleontólogo sueco G. Säve-Söderberg, vivieron a finales del Devónico superior. Algunos de éstos grupos serían exitosos durante el Carbonífero y Pérmico, y relictuales durante la era Mesozoica. Del Carbonífero son conocidos réstos provenientes de África, del Sur de EE.UU., así como réstos del Pérmico de Níger. El sapo más antiguo que se conoce es *Triadobatrachus* del Triásico inferior de Madagascar.

El ambiente paleontológico europeo contó a principios del siglo XX con figuras destacadas, tal es el caso del alemán Friedrich Freiherr von Heune (1875-1969), especializado en dinosaurios. Heune se doctoró en 1898 e ingre-



Friedrich Freiherr von Heune  
(1875-1969)

só en el Instituto de Geología y Paleontología de la Universidad de Tübingen. Comenzó a estudiar los dinosaurios y publicó una extensa monografía sobre dinosaurios triásicos europeos en 1908. En 1906 se habían hallado restos de *Plateosaurus* en proximidades de Trossingen. Las excavaciones en el lugar, dirigidas por E. Fraas, se llevaron a cabo en 1911 y 1912 y permitieron coleccionar restos de doce esqueletos incompletos que formaron parte de las colecciones del Museo Estatal de Historia Natural de Stuttgart. En 1921 el Instituto de Geología y Paleontología de Tübingen, reanudó excavaciones en Trossingen bajo la dirección de Heune. Entre 1921 y 1923 se hallaron 13 esqueletos parciales de *Plateosaurus*, dos prácticamente completos. Los trabajos habían sido compartidos con el American Museum of Natural History, con el que dividieron la colección obtenida. El estudio de los materiales fue asignado a Heune. En 1932, se reiniciaron las excavaciones del sitio donde se hallaron restos de entre 50 y 60 individuos. Heune estudio extensamente los plateosauros de Trossingen.

A principios del siglo XX el perfeccionamiento de los medios técnicos de laboratorio permite a los investigadores incursionar en el análisis de las distintas formas de fósilización. El resultado de éstos análisis lleva a los mismos a ensallar hipótesis sobre las condiciones de depositación, paleotemperaturas y condiciones de depositación de los sedimentos hospedantes. El conjunto de información llevaría al paleontólogo ruso Ivan A. Efremov en 1940 a sintetizar los mismos en la propuesta de un estudio “tafonómico” como lo denominó.

Reconocida la deriva continental, fueron necesarios innumerables estudios y descubrimientos para trazar los primeros esbozos del poblamiento de determinados grupos zoológicos acompañando el desplazamiento de las masas terrestres. Alguno de éstos estudios, a cargo del barón Franz Nopcsa, quién realizó los mismos con materiales de dinosaurios procedentes del centro de Europa. Nopcsa describió una nueva especie de dinosaurio ornitópodo de Transilvania, que se llamó *Telmatosaurus*. También determinó, a través de sus numerosos trabajos que, a finales del Cretácico, el mar de Tethys cubría gran parte del centro de Europa y que solo algunas islas permanecían emergidas y habitadas por fauna terrestre, proponiendo el desarrollo en esas islas de formas enanas. Tales teorías fueron corroboradas posteriormente.

A los ricos depósitos del Triásico continental de Alemania, portadores de excelentes restos de plateosaurios, se agregan además los mundialmente conocidos yacimientos del Jurásico que brindaron los restos de *Archaeopteryx* y *Compsognatus*.

El Jurásico de Inglaterra es portador de magníficas piezas de *Megalosaurus*, *Eustreptospondylus* y *Cetiosaurus*. En el Cretácico de dicho país se obtuvieron también, restos de *Iguanodon*. En 1983, el aficionado Hill Walkers, halló una gran zarpa en una cantera en Surrey. Los expertos del Museo Británico, alen-

tados por el hallazgo, descubrieron el esqueleto completo y trabajaron durante tres años para completar la preparación del fósil, que se denominó *Baryonys*.

El cretácico brindó esqueletos de *Iguanodon* en Inglaterra, Bélgica, Alemania y España, mientras que la parte superior del mismo proporcionó algunos restos bien conservados en Rumania y huevos de dinosaurios en Aix-en-Provence, Francia.

## Norteamérica

Mientras los principales países europeos se repartieron Asia y África a finales del siglo XIX, Estados Unidos aceleró la expulsión del colonialismo europeo en América para ocupar éste espacio. La esfera de influencia estadounidense se localizó primero en la región al sur de sus fronteras: aprovechando la guerra Anglo-Boer logra instalarse en territorios de Centroamérica y el Caribe. Sustituyó a la Compañía Francesa en la construcción del del Canal de Panamá que quedó bajo su control al ser inaugurado en agosto de 1914. Asimismo, la guerra hispano-estadounidense y la Primera Guerra Mundial confirmaron el estatus del país como una potencia militar.

Barnum Brown (1873-1963), se incorporó al Museo de Nueva York cuando estaba acabando su carrera de paleontología en la Universidad de Columbia. Carrera que nunca terminó porque el trabajo sobre el terreno lo atraía más que las aulas y los laboratorios. Trabajando para Osborn (1857-1935) participó de varias expediciones en Como Bluff. Durante una de ellas, dirigida por Wort-



Barnum Brown (1873-1963)

man y asistido por Walter Granger, hallaron en inmediaciones del río Medicine Bow tal cantidad de restos de dinosaurios que un lugareño había construido su cabaña con tales restos. Luego participó de los trabajos de campaña de la expedición de Hatcher en Patagonia.

En 1902 descubrió en el arroyo del Infierno en Montana, un esqueleto completo de un gran dinosaurio carnívoro que envió al American Museum of Natural History en Nueva York. Fragmentó con explosivos la piedra caliza y extrajo los huesos con herramientas manuales. Aplicó laca para fortalecer las piezas frágiles y envolvió las otras en vendas de arpillera embebidas en yeso. La pelvis incrustada en la roca pesaba unas dos toneladas. El peso excesivo para su transporte en carromato lo llevó a construir con tablones un trineo y con un tiro de cuatro caballos logro arrastrarla hasta la carretera. Luego debió transportarse por doscientos kilómetros hasta la estación ferroviaria de Miles City. Tres años después, el mismo Brown, encontró otro espécimen más completo. Fue bautizado en 1905 como *Tyrannosaurus rex* por Osborn.

Las tareas de preparación en los grandes museos, fue cada vez más eficaz y el personal que integraba los grupos de trabajo más especializado. Algunos de los integrantes de esas instituciones comenzaron a publicar sobre las experiencias de trabajo; entre las publicaciones mencionamos la de Fritz-Gaertner (1878) y Bather (1908).

En 1917 el American Museum of Natural History en Nueva York abrió dos magníficas salas de dinosaurios del Jurásico y Cretácico. En 1941, época de la Segunda Guerra Mundial, el material de *Tyrannosaurus* fue vendido al Museo Carnegie por cien mil dólares, previendo un posible ataque alemán sobre Nueva York. Un activo ayudante de Brown, Roland Thaxter Bird, realizó, durante los años 30, nuevas excavaciones en Rancho Howe. Mapeó y extrajo la cantidad de 4000 huesos de dinosaurios, entre ellos los saurópodos *Barosaurus*, *Diplodocus*, *Apatosaurus* y *Camarosaurus*, vestigios del ornitópodo *Camptosaurus* y dientes aislados del carnívoro *Allosaurus*. Luego, Bird exploró zonas del Oeste de Estados Unidos y en 1937 halló huellas de dinosaurios en Arizona y Nuevo México. En 1938 halló en Texas, a orillas del río Paluxy, grandes huellas de saurópodos y terópodos. El yacimiento fue excavado y las icnitas distribuidas en diversas instituciones, entre ellas el American Museum of Natural History de Nueva York. Para la tarea de excavación fue necesario desviar las aguas del río con bolsas de arena; luego, los obreros, durante cinco meses, extrajeron del lecho del río 40 toneladas de rocas fósilíferas (Sanz, 2007).

En 1947, el American Museum of Natural History de Nueva York designó a dos equipos de trabajo a practicar excavaciones, uno en la región de San Juan, en Nuevo México. Éstaba liderado por George Gaylord Simpson (1902-1984), e iba en busca de mamíferos del Eoceno y el segundo grupo, liderado por Ed-



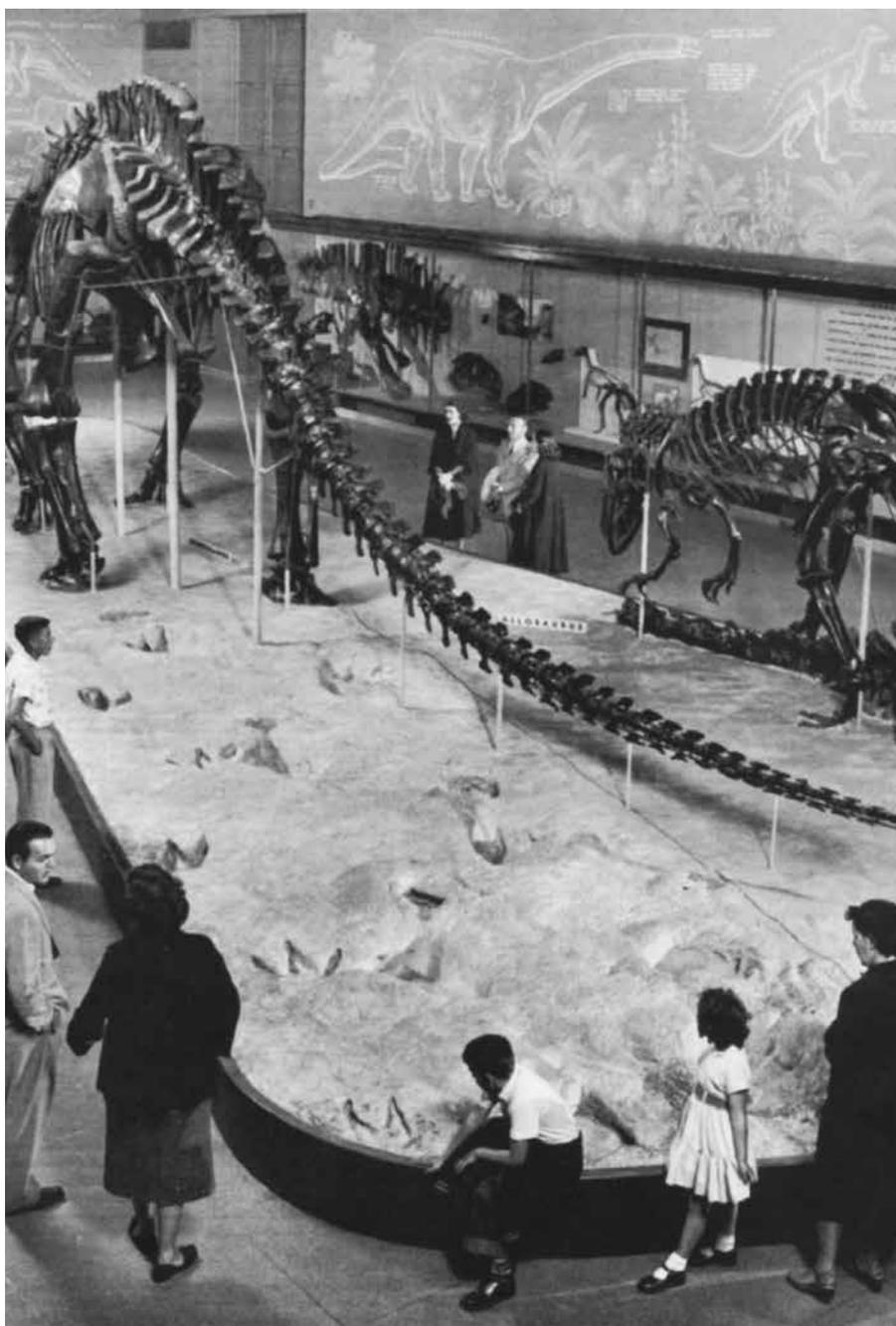
Huellas de saurópodos y terópodos halladas a orillas del Río Paluxy, Texas.



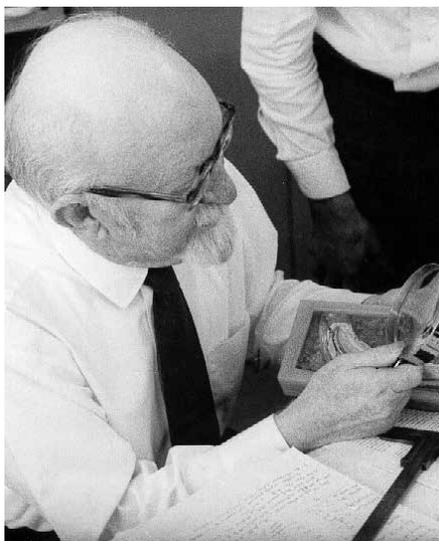
Proceso de extracción de las rocas portadoras de las huellas.



Montaje en de los esqueletos y las huellas provenientes de Texas, en el American Museum of Natural History.



Montaje terminado.



George Gaylor Simpson (1902-1984)



Edwin Harris Colbert (1905-2001)

win Harris Colbert (1905-2001) para prospectar en sedimentos del Triásico del Bosque Petrificado, en Arizona. Colbert propuso una visita previa a un yacimiento denominado Rancho Fantasma donde Cope el siglo anterior había hallado réstos de dinosaurios. En un nivel de areniscas de origen fluvial hallaron una enorme cantidad de esqueletos, algunos completamente articulados. Los huesos de éstos especímenes eran materiales frágiles, por lo tanto, se decidió explotar el yacimiento cortando bloques, proteger a éstos con arpillera y yeso y luego trabajarlos en laboratorio. Al año siguiente se realizó una segunda expedición al lugar. Treinta años después, un grupo de museos norteamericanos explotó nuevamente el yacimiento y el último bloque de arenisca fue retirado en 1985. Se ha calculado que los réstos de individuos de *Coelophysis* rescatados representan a varios miles. *Coelophysis* es un terópodo primitivo de unos dos metros de largo y un peso de 50 kg.

En Canadá, los estudios de Dawson, Tyrrell y Lambe abrieron el camino para que durante la década de 1910-20 se desarrollara una de las explotaciones de dinosaurios más activas en terrenos cretácicos de Alberta. El episodio estuvo protagonizado por dos grupos, uno encabezado por Barnum Brown, del American Museum of Natural History de Nueva York y el otro por Charles Sternberg y sus hijos en representación del Museo Nacional de Canadá y Museo Real de Ontario. Brown fue invitado a recorrer los afloramientos a lo largo del río Red Deer, acompañado de Peter Kaisen, y siguiendo el procedimiento efectuado por Lambe de prospectar las riberas del río desde una embarcación.

Hizo construir una balsa de 10 metros por 4 que servía de campamento, estando dotada de una habitación con cocina y depósito. Los resultados de las exploraciones fueron excelentes y se prolongaron hasta 1915. Los numerosos hallazgos efectuados, contabilizaban los primeros ejemplares de *Corythosaurus*.

Las campañas de Brown fueron interpretadas por la opinión pública canadiense como un despojo al patrimonio nacional. Por tal causa el Servicio Geológico de Canadá contrató a la familia Sternberg para competir y hacer que la mayor cantidad de fósiles permaneciera en Canadá. Junto al padre Charles, trabajaban sus hijos George, Charles y Levi. El grupo, al igual que sus oponentes contaba con una gran experiencia de campo y habían sido protagonistas de numerosos hallazgos. Algunos de los fósiles hallados por la familia Sternberg son los restos de dos individuos de *Edmontosaurus* parcialmente momificados, que fueron adquiridos por el American Museum of Natural History de Nueva York y el Museo Senckenberg de Frankfurt (Alemania). Las campañas en el río Red Deer comenzaron en 1912 y se prolongaron hasta 1917. Sternberg imitó lo hecho por Brown, utilizando una barcaza con dos tiendas y un motor. Entre los numerosos hallazgos se deben mencionar aquellos de 1913 del cráneo de *Styracosaurus*, un ceratopsio con formidables espinas en su cabeza.

## Asia

En Asia, uno de los primeros países donde se iniciaron los estudios paleontológicos es China. Después de numerosos momentos de agitación política, ocupaciones territoriales y luchas intestinas, China se unifica y deviene en una república socialista a partir de 1949. Con anterioridad a éste acontecimiento, ya numerosas comisiones de extranjeros habían recorrido parte del inmenso territorio realizando descubrimientos importantes en el campo de la paleontología. En 1914, el geólogo sueco Johann Gunnar Andersson fue contratado por el Servicio Geológico de China en busca de minerales. La Universidad de Upsala envió al paleontólogo Otto Zdansky (1894-1988) en ayuda del primero. Zdansky logró identificar los “huesos de dragón” en las farmacias chinas; se trataba de huesos y dientes de fósiles terciarios y cuaternarios. En 1923, Zdansky halló restos del dinosaurio *Euhelopus* en sedimentos del Jurásico de Shandong. Desde 1927 a 1935 se realizaron campañas chino-suecas, hallándose materiales de diversos dinosaurios que luego publicaría el paleontólogo sueco Bohlin en 1953. En 1936 se organizó una campaña chino-norteamericana, codirigida por Yang Zhong-Jian y Charles Camp, quienes excavaron, en la provincia de Sicuani, el esqueleto del dinosaurio *Omeisaurus*. El citado paleontólogo chino estuvo relacionado con las últimas expediciones de Chapman Andrews y en los trabajos del “hombre de Pekín”.



Otto Zdansky (1894-1988)



Roy Chapman Andrews (1884-1960)

En el campo de los mamíferos fósiles, se mencionan los primeros hallazgos mesozoicos en 1938, correspondientes a simmetrodontes.

Un país vecino a China, Mongolia, comenzó a ser explorado por científicos extranjeros a comienzos del siglo XX. Las primeras investigaciones paleontológicas en el desierto de Gobi fueron realizadas por investigadores norteamericanos. Entre los años 1922 y 1930 el American Museum of Natural History de Nueva York realizó cinco expediciones a Mongolia, conocidas como Expediciones Centro Asiáticas bajo la dirección de Roy Chapman Andrews (1884-1960) y Walter Willis Granger (1872-1941). Éste último era quién poseía experiencia en paleontología de vertebrados; había excavado anteriormente en los yacimientos de Como Bluff y Bone Cabin Quarry en 1890. Los resultados fueron excelentes: en abril de 1922 ya habían encontrado los primeros réstos de dinosaurios en la localidad de Iren Dabasu. Se descubrieron numerosos fósiles cretácicos como los dinosaurios *Tarbosaurus* y *Saurolophus*, anquilosaurios, paquicefalosaurios, pequeños terópodos y grandes saurópodos, así como una variada fauna de mamíferos cretácicos y terciarios. En septiembre de 1922, descubrieron un yacimiento espectacular con fósiles del Cretácico superior al que denominaron Flaming Cliffs (Acantilados flamígeros) por el color de las rocas a la luz del sol. En algo más de un mes de trabajo lograron más de una docena de esqueletos de *Protoceratops*, *Oviraptor*, *Velociraptor* y *Saurornithoides*, así como huevos de dinosaurios en sus nidos. Tal hallazgo



Walter Willis Granger (1872-1941)



Recuperación de restos del gigantesco mamífero terciario *Baluchitherium*.



Recuperación de restos del gigantesco mamífero terciario *Baluchitherium*.



Cráneo de mamífero Cretácico.

fue el asombro del mundo; un nido contenía huevos de 18 x 6 centímetros. La primera interpretación del hallazgo decía que los restos del *Oviraptor* hallado sobre el nido fósil de un *Protoceratops* correspondían a un predador. Nuevas pruebas sobre el hallazgo llevaron a la conclusión de que el *Oviraptor* estaba empollando mientras una tormenta de polvo lo sepultó.



Huevos.

La última expedición se realizó de manera conjunta con los chinos, en 1928, año del descubrimiento del famoso hombre de Pekín, en una cueva próxima a la capital china. Andrew contrató en 1930 para las excavaciones en dicha cueva al jesuita y paleoantropólogo francés, Pierre Teilhard de Chardín (1881-1955) arribado a China en 1926. Por esa época se encontraba en Pekín, desempeñándose como director del Departamento de Anatomía del Union Medical Collage el Dr. Davidson Black (1884-1934). Canadiense, había estudiado con el antropólogo y anatomista G. Elliot Smith en Inglaterra. La Fundación Rockefeller prestó ayuda económica para las labores de excavación en Chokou-tien que se iniciaron en abril de 1927. Las tareas de campo estaban a cargo de Pei Wen-Chung, del Servicio de Reconocimiento Geológico de China, quién había sido formado en Europa, mientras las tareas de reconocimiento eran supervisadas por Teilhard de Chardín y la dirección general a cargo de Black. En octubre de ese mismo año se hallaron restos del *Sinanthropus pekinensis*. Durante 1928 se realizaron nuevos hallazgos y el 1 de febrero de 1939 se descubrió el primer cráneo entero del hombre de Pekín. El bloque que contenía el

fósil fue cubierto con papeles y pasta de harina y tuvo que ser secado durante horas al calor de braseros de carbón. El descubrimiento fue anunciado por Black el 28 de diciembre de 1929 en una reunión de la Sociedad Geológica China. Se amplió la ayuda económica de la Fundación Rockefeller y se creó el Cenozoic Research Laboratory como departamento del Servicio de Reconocimiento Geológico Chino. En junio de 1930, en otra reunión se anunció el hallazgo del segundo cráneo. Davidson Black trabajaba intensamente y sufrió dos ataques al corazón. Su muerte sobrevino en 1934, durante una noche de trabajo en el laboratorio.



Pierre Teilhard de Chardín (1881-1955)



Dr. Davidson Black (1884-1934)

Los resultados de los viajes e investigaciones fueron publicados en la serie titulada “Natural History of Central Asia” y en una larga serie de publicaciones pequeñas en las series American Museum Novitates y Bulletin of the American Museum of Natural History.

En 1941, la República de Mongolia y la Academia de Ciencias de la USSR organizaron tareas paleontológicas en el desierto de Gobi, que debieron ser postergadas con el advenimiento de la II Guerra Mundial. Con posterioridad a la guerra se realizaron varias expediciones, que tuvieron lugar en 1946, 1948 y 1949, bajo la dirección de Ivan Antónovich Efremov (1908-1972). Las expediciones se realizaron en regiones anteriormente exploradas por los norteamericanos y algunos nuevos territorios. Entre éstos se menciona la cuenca cretácica de Nemegt en el sur de Gobi. Obtuvieron diez esqueletos completos



Ivan Antonovich Efremov (1908-1972)

de dinosaurios carnívoros y pico de pato que fueron publicados por Efremov, Maleyev y Rozhdestvensky. También descubrieron terrenos correspondientes al Paleoceno con una rica fauna de mamíferos. Otra nueva región con depósitos de fósiles del Plioceno fue descubierta por los rusos en Dzereg, en el Oéste de Mongolia. Los resultados científicos de éstas expediciones fueron publicados en varios journals chinos y rusos. El líder de éstas expediciones, Efremov, aportó junto a sus trabajos de campo importantes aspectos teóricos: definió la Tafonomía, como la parte de la Paleontología que se ocupa del estudio de los procesos de fósilización y de la formación de los yacimientos de fósiles. Aportó a los estudios paleontológicos más de 100 trabajos científicos, publicados en ruso, alemán e inglés. Otra aportación de Efremov a la cultura fue la publicación de varias narraciones cortas y novelas en el campo de la ciencia ficción entre las que se destaca “La Nebulosa de Andrómeda” (1957).

El subcontinente de la India también fue objeto de expediciones y descubrimientos paleontológicos. Los descubrimientos de dinosaurios datan de la mitad del siglo XX, *Titanosaurus* y *Dravidosaurus* en el Cretácico Superior, mientras que en el Jurásico se halló *Barapaseurus*.

## África

Robert Broom (1866-1951), médico escocés, emigró a Australia y posteriormente a Sudáfrica. En 1896 llegó a sus oídos que en la región de El Cabo se

habían descubierto unos saurios fósiles muy próximos a los mamíferos (terio-dontes). Broom se trasladó inmediatamente a la región, estableciéndose como médico rural, junto al mismo borde del desierto del Karroo y en sus horas libres exploraba los yacimientos coleccionando materiales fósiles. Fue uno de los pioneros en el descubrimiento de ricos afloramientos del Paleozoico superior y Mesozoico, portadores de fósiles de singular importancia (Broom 1927).

África ha sido motivo, a través del tiempo, de innumerables descubrimientos paleontológicos de gran importancia, algunos llevados a cabo por instituciones alemanas. Guiados por la información que provenía del botánico y paleontólogo Georg Schweinfurth, que había explorado la zona de la depresión del Fayun en Egipto, hallando mamíferos fósiles del Eoceno y Oligoceno. Ernst Stromer, auspiciado por la Academia Bávara de Ciencias, realizó tareas de exploración en la zona durante 1901 y 1902. Posteriormente, entre 1910 y 1914, junto a Richard Markgraf excavo en sedimentos del Cretácico, en el oasis de Bahariya en busca de réstos de mamíferos primitivos, hallando los primeros dinosaurios de Egipto. Para proteger éstos grandes materiales no esperados, Stromer tuvo que utilizar prendas de su campamento, como sus mosquiteros cortados en vendas, cubiertos y empapados con engrudo. Los fósiles debieron permanecer en Egipto hasta 1922 debido a los acontecimientos políticos de ese



Robert Broom (1866-1951)

momento. Stromer, quien estudio los materiales creó los géneros de dinosaurios carnívoros *Spinosurus*, *Carcharodontosaurus*, *Bahariasaurus* y el herbívoro *Aegyptosaurus*. Finalmente, gran parte de éstos materiales resultó destruido durante los bombardeos de la II Guerra Mundial a Munich. Los yacimientos de Bahariya fueron visitados nuevamente por norteamericanos y egipcios en 2000 y 2001, donde hallaron réstos del enorme titanosauro *Paralititan*.

A principios de 1900 Rene Chudeay exploró el Sahara, colaborando en una campaña para establecer una línea telegráfica. Descubre los primeros réstos de dinosaurios en la región de Níger (Taquet, 2007). Entre 1946 y 1959 el paleontólogo francés Alber Francois Lapparent realizó nueve campañas en busca de dinosaurios y otros vertebrados mesozoicos en varias regiones del desierto del Sahara (Sanz, 2007).

También en 1904 el experto en minería Wilhem Sattler, contratado por la compañía minera de Lindi en África Oriental Alemana, descubrió réstos de enormes huesos en la base de una colina a la que los lugareños denominaban Tendaguru o colina escarpada. Sattler, a través de la compañía informó del hallazgo al gobierno alemán. Se designó a Eberhard Fraas, del Museo de Historia Natural de Stuttgart visitar el lugar, al que arribó en 1907. Fraas ya había adquirido experiencia en excavaciones paleontológicas durante su visita a Estados Unidos junto a Walter Granger y Peter Kaiser. Se unió a las excavaciones Sattler junto a un grupo de competentes mineros dotados de herramientas apropiadas. Se quemó la cubierta vegetal, hallándose dos esqueletos parciales. Los réstos fueron limpiados, medidos y fotografiados. Finalmente, un grupo de 90 portadores transportó abultadas cargas a Lindi, donde se embarcaron rumbo a Stuttgart. En 1908 Fraas dio a conocer dos dinosaurios nuevos para la ciencia. Contactado el profesor von Branca, director del Instituto y Museo de Geología-Paleontología en Berlín, se organizó una colecta nacional para lograr fondos para excavar Tendaguru. Se encargó la misma a Werner Ernst Martin Janensch (1878-1969), encargado de la sección de reptiles del Museo de Berlín, quién viajó en 1909, acompañado por Eugen Henning como segundo responsable. Iniciaron la explotación del importante yacimiento paleontológico de edad jurásico superior. Fue una empresa monumental; se tuvieron que efectuar más de 5400 viajes desde el sitio hasta el puerto de Lindi, donde los réstos, con un peso total de 235 toneladas, se embalaron en unas doscientas cajas para ser trasladadas en barco a Alemania. Las condiciones del depósito obligaron a los paleontólogos a abrir enormes excavaciones para la recolección de los materiales fósiles. Los trabajos fueron fotografiados minuciosamente pero no trascendieron detalles de las técnicas empleadas en la recuperación de los materiales. Janensch y Henning publicaron sus estudios sobre dinosaurios entre 1914 y 1961 entre los que se encontraba un esqueleto completo del dinosaurio



Werner Ernst Martin Janensch (1878-1969)

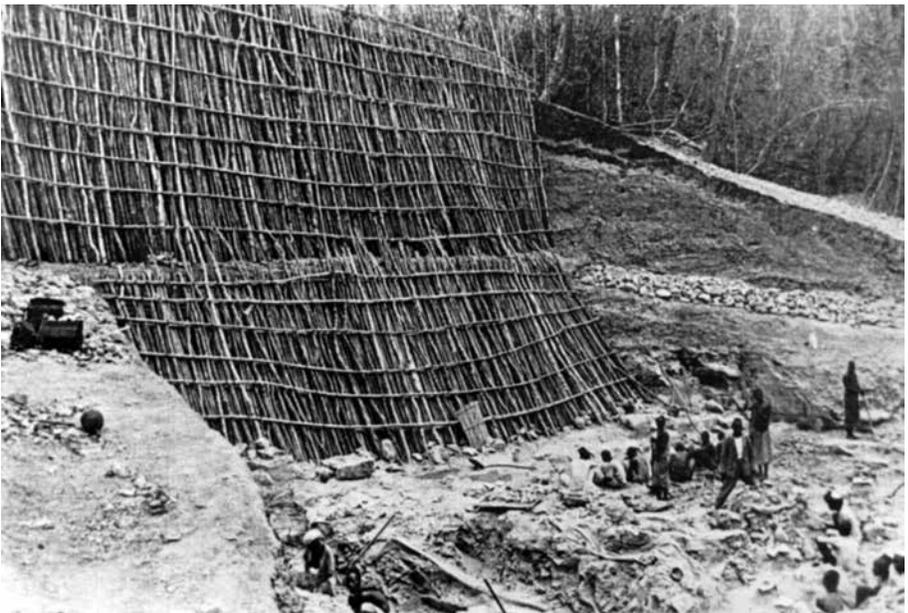


Janensch y ayudantes instalados en el yacimiento.

*Brachiosaurus (Jiraffatitan)* y restos de *Dicroeosaurus* y *Kentrosaurus*. Alternadas en el tiempo, las excavaciones en Tendaguru continuaron: el Museo de Historia Natural de Londres realizó algunas en 1920, menos afortunadas que las anteriores.



Desmalezamiento del terreno.



Protección contran el derrumbe del yacimiento.

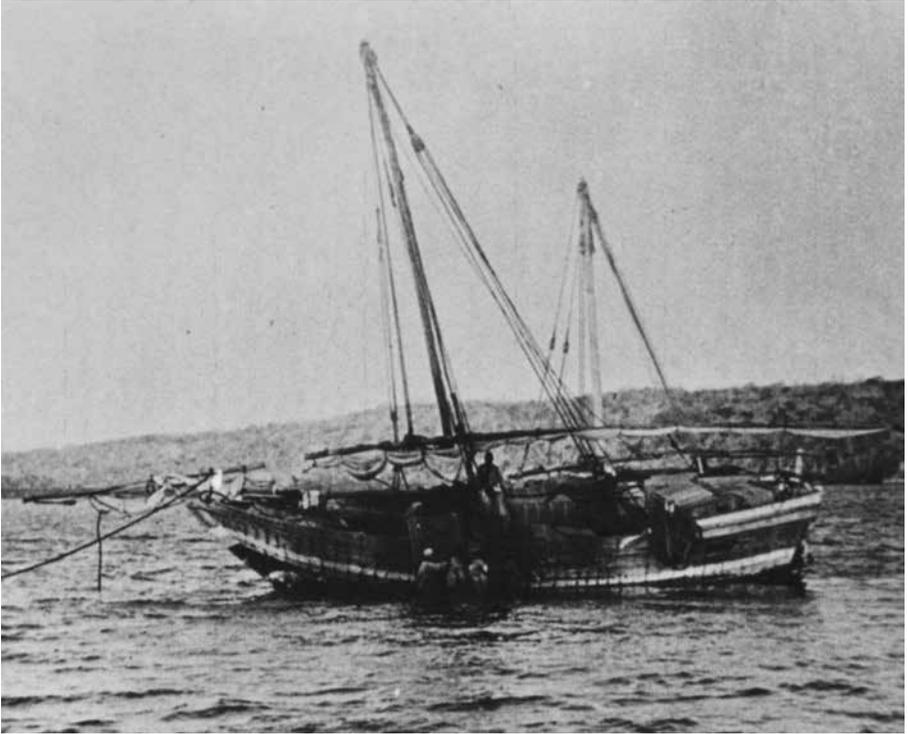
## Historia de las técnicas paleontológicas y su desarrollo en la Argentina



Ejemplar fósil parcialmente articulado.



Transporte de fósiles.



Embarque de fósiles.

## Australia

El enigmático y aislado continente de Australia, también fue poblado por dinosaurios. Sus restos fueron hallados a principios del siglo XX, entre ellos *Austrosaurus*, *Muttabutrosaurus* y *Fulgutotherium*.

## El desarrollo de las técnicas durante éste período

En 1903, Elmer Riggs introdujo en el Field Columbian Museum el uso de herramientas neumáticas. Comenzó a utilizar un martillo neumático con cinceles de seis pulgadas de largo que producía 3.000 golpes por minuto. Riggs pudo preparar así, vértebras de dinosaurio en duras concreciones con gran delicadeza; suplantando en gran medida al martillo y cincel, utilizados previamente con materiales semejantes. En 1894, Bernard experimenta remover la matriz que rodeaba los trilobites para despejar los apéndices ocultos. Para ello ideó poner en marcha un impulsor de aire comprimido, con polvo abrasivo

a través de picos finos. La técnica no dio el resultado esperado, pues el proceso requiere que el fósil sea más duro que la matriz. Posteriormente, Henry Osborn (1904) utilizó herramientas similares en el U.S. National Museum y luego experimentó con otro equipamiento; reportó una máquina de arenado con pico fino que trabajaba a 50 atmósferas de presión y dio admirables resultados en la preparación. Por lo tanto, cuando se publicó en 1909 el trabajo de Hermann sobre técnicas modernas utilizadas en paleontología de vertebrados, los tres métodos básicos de preparación mecánica desarrollados en ese momento eran: pulido, percusión y arenado. Impulsados por motores eléctricos, se crearon herramientas de percusión especialmente aplicadas a la preparación de fósiles. Así, los martillos picadores de Parrington, fueron empleados en la preparación de materiales del Karroo; el modelo de Hoffman, utilizado en la limpieza de materiales más delicados y los martillos de Burgges, mayormente empleados en la preparación de invertebrados.

### **Técnicas de cortes seriados. Primera parte**

El desarrollo de ésta técnica es el primer intento serio de estudiar características y relaciones anatómicas internas en diversos tipos de fósiles. En ésta primera etapa los recursos fueron de tipo esencialmente mecánicos. La continuidad en el tiempo nos llevará a mencionar en una Segunda Parte el advenimiento de otros recursos técnicos.

William Johnson Sollas (1849-1936), profesor en el University Collage y en la Universidad de Oxford realizó investigaciones geológicas en Bristol (Inglaterra) y sobre la estructura de arrecifes de coral en el Pacífico. Fue miembro de la Royal Society en 1889 y publicó con su hija diversos trabajos sobre cortes



William Johnson Sollas (1849-1936)

seriados en fósiles de vertebrados. Sollas copió de los anatomistas la técnica que permitía, gracias a cortes seriados hechos con micrótopo, de establecer modelos agrandados de órganos o partes de embriones, proponiendo el empleo de un procedimiento similar aplicable a los fósiles. La similitud de la idea consistía en desgastar las superficies, puliéndolas a distancias equidistantes. Dichas superficies podrían dibujarse y agrandarse, sirviendo de base a las reconstrucciones. El método era utilizado en cristalografía desde el siglo XIX y fue mérito de Sollas el aplicarlo a los fósiles en 1903 (Lehman, 1964). Los primeros resultados de la técnica, sin ser publicados, fueron aplicados a graptolites y ofiuroides. Luego Sollas reconstruyó con éste método la anatomía del enigmático *Palaeospondylus* del Devónico medio, cuya reconstrucción y afinidades fueron publicadas.

En el aparato de Sollas, la pieza fósil está pegada con cera a un soporte que se desliza con un tornillo micrométrico sobre un disco rotatorio enduido de esmeril. El tornillo micrométrico permite regular la equidistancia de las secciones. Sobre los dibujos o fotografías de las secciones, se recortaba el contorno de hojas de cera del espesor deseado, correspondiente a los límites del hueso y de la ganga, pegando las superficies recortadas con la aplicación de una aguja caliente, tarea que eliminaba la separación entre placas sucesivas. Sollas aplicó el mismo método al estudio del cráneo del reptil mamiferoide (*Dicynodon*) del Karroo en 1914 y al de un batracio lepospondilo, (*Lysorophus*) en 1920. Las reconstrucciones efectuadas por Sollas eran de gran tamaño.

A pesar de su interés evidente, el método no fue empleado nuevamente hasta 1927. Entre sus desventajas se mencionan la destrucción del fósil, además de la enorme demanda de tiempo y paciencia.

Posteriormente, la técnica fue aplicada con éxito por el paleontólogo sueco Stensiö, fundador de la Escuela de Estocolmo en Paleozoología y sus sucesores: Eric Jarvik y Tor Orvig. En 1927 Stensiö utilizó la técnica en el estudio de los cefaláspidos de Spitzberg, logrando que éstos vertebrados inferiores, se encuentren hoy día entre los mejores conocidos. Stensiö modificó el método original: 1) a la máquina de pulir él prefirió la usura a mano, al comprobar que huesos y ganga no son uniformemente resistentes, realizando el desgastamiento sobre placas de vidrio con esmeriles de mas en mas finos; 2) el fósil era incluido en un bloque de yeso coloreado con tinta china diluida para acrecentar el contraste con los huesos. El bloque se orientaba para que una de las caras estuviera paralela a su plano de simetría y la horizontalidad de la superficie de la sección se controló con un espirómetro de precisión. La fragilidad de los huesos y el riesgo de fragmentación en pequeñas esquirlas hizo que se debiera recubrir periódicamente la sección con bálsamo de Canadá, que luego debería secarse. Para la observación de la superficie debía limpiarse con glicerina.

Las secciones pulidas de los cefaláspidos, estudiadas en 1927, se realizaron a distancias de 1/15 mm, con espacios algo irregulares, frecuentemente transversales, con intención de hacer rendir a los cráneos más de una serie de secciones paralelas. El dibujo admite convenciones esquemáticas: el exoesqueleto representado en negro, el cartílago (reemplazado por calcita en el fósil) en punteado gris. El modelo prosigue según la técnica de Sollas por recorte de hojas de cera, a las que se aplica sobre la superficie superior de la hoja todavía tibia, papel de seda que se adhiere, reforzando la misma.

El método fue aplicado en un gran número de endocráneos: Nielsen dio a conocer en 1942 y 1949 los endocráneos de *Pteronisculus*, *Borosomus* y *Australosomus* del Triásico de Groenlandia; para *Pteronisculus*, se efectuaron 429 secciones a distancia de 25  $\mu$ , las que fueron dibujadas y una de cada 40, fotografiada. Para *Borosomus*, se efectuaron 93 secciones, distanciadas a 50  $\mu$  y para *Australosomus* fueron necesarias 210 secciones. La aplicación del método demandó para un endocráneo una media de 1 a 2 años de trabajo. Posteriormente, Stensiö la aplicó a los Artrodios y Jarvick a los Porolepiformes. La técnica presenta dos inconvenientes: 1) la destrucción del fósil. Simpson (1933) propuso utilizar solo la mitad de las piezas, sugerencia difícil de aplicar por el interés que conlleva la parte media de la pieza; 2) la necesidad de un utillaje complicado y de ayuda técnica especializada. Así, se ha buscado simplificar el método, simplificación que redundó en detrimento de la precisión general, tal el caso de cráneos de reptiles del Karoo, frecuentemente muy grandes, al igual que los de numerosos mamíferos.

En 1925 Edinger diseña un aparato simplificado y la técnica reconoce la necesidad de pulir la superficie del fósil a espejo, pudiendo observarse con una lente de aumento en forma directa. Debido al escaso contraste que se da entre la ganga y el hueso, a pesar de artificios como la coloración de éstos con alizarina, el método prefiere el dibujo a la fotografía.

En principio, para iluminar las secciones pulidas se emplearon dos lámparas de arco y un movimiento de relojería aproximaba automáticamente los carbones, permitiendo las tareas del dibujo. El calor producido por dichas lámparas obligó a interponer lentillas de agua, que evitaran fundir el bálsamo de la sección, escollo que luego fue evitado utilizando lámparas a vapor de mercurio.

Stormer (1939) propuso dibujar las secciones sobre placas de vidrio del mismo espesor que la sección desgastada, procedimiento que exigía la utilización de tintas especiales. Las secciones, distanciadas a 1/20 mm de espesor se fotografiaban y ampliaban sucesivas veces. Luego, las placas eran ordenadas y colocadas en forma oblicua sobre un soporte de madera, evitando la reflexión al observador y permitiendo observar el ensamble por transparencia. El méto-

do permite retirar o colocar las placas individualmente, siguiendo las necesidades del observador.

El desarrollo de la técnica dispuso de dos tipos de aparatos: aquellos con el objeto fijo y un plato móvil (Sollas, Siehl, Simpson, Zdansky) y aquellos con el objeto móvil y el plato fijo (Bullman, Caldwell, Mlle Rayner, Croft). Al considerar las características del último grupo de aparatos, mencionamos que el dispositivo de Bulman comprende un soporte al que se fija la pieza corrediza por debajo del plato de desgaste con dos correderas paralelas. El éstativo portador de la pieza puede ser invertido para ser fotografiada. El aparato sirve para el estudio de invertebrados y vertebrados.

Caldwell (1935) propuso un dispositivo donde el objeto (ganga y fósil) es móvil y va incluido en un bloque de yeso, fijo a una placa de vidrio y solidaria a otra de duraluminio; el conjunto se desliza sobre el vidrio aceitado cubierto de “carborundun”. Las variaciones del espesor se miden con esferómetro.

Mlle. Rayner (1948) empleó, para el estudio del endocraneo del pez mesozoico *Caturus*, un aparato compuesto por una lámina metálica portaobjeto con dos tornillos para regular la horizontalidad y un nivel de burbuja sobre la lámina. El desbastamiento se efectuaba sobre un plato de vidrio enduido de esmeril. Además, Mlle Rayner propuso combinar el método de secciones seriadas con el método de “peel”, donde cada sección pulida es atacada con ácido clorhídrico diluido, tomándose luego una impresión de esa superficie con colodión.

Romer (1937) empleó el método “peel” para la reconstitución del cráneo del crosopterigio carbonífero *Ectosterochis*. Dicho método fue ideado y empleado por Sternberg y Belding (1942) para el estudio de escamas de *Thelodus*.

En los otros aparatos, el fósil permanece fijo y el elemento de desgaste móvil; tal es el caso de la técnica propuesta por Simpson (1933): comprende dos cilindros roscados móviles, uno actúa sobre el otro. El sistema de roscado permite al block de yeso que contiene al fósil, ser desplazado al exterior en forma medida, gracias a la graduación del cilindro exterior. El desgaste se realiza sobre un plato rotatorio de acero con polvo abrasivo. El método, perfeccionado por Zdansky (1938), propuso colocar dos graduaciones: una sobre el cilindro central y otra circular sobre el borde superior del cilindro externo. El aparato más simple utilizado actualmente, se debe a Croft (1950) y es móvil. Comprende una placa basal, solidaria a un cilindro guía, portador del tubo que contiene la pieza, colocada sobre un disco solidario al tubo. El tubo lleva una graduación circular móvil delante de una regla graduada fija, solidaria a la placa basal. La placa basal posee dos manijas con sendas elongaciones, portadoras de bolas de acero, que permiten el desplazamiento del aparato sobre una superficie de vidrio esmerilada. El desgastamiento deseado se obtiene al móvilizar el tubo

regulado por la regla fija. El aparato, robusto y manuable se utiliza sobre todo en paleobotánica y con invertebrados.

Otro caso particular es aquel de seccionar grandes piezas como cráneos de mamíferos (Olsen y Whitmore, 1944). Dichos autores propusieron el empleo de una pieza rotativa en forma de copa en lugar del disco móvil para disminuir el calor y polvo producido por frotamiento. Los autores aconsejan utilizar yeso dentario para incluir la pieza, así como fortalecer la misma impregnándola con acetato de vinilo.

Las distintas menciones evidencian la diversidad de materiales, los distintos requerimientos científicos y propuestas a evaluar. La técnica empleada por la escuela escandinava condujo a resultados precisos, dejando en claro que la misma solo puede ser puesta en ejecución en laboratorios bien dotados de herramientas y personal calificado.

### Técnicas radiológicas

Apenas descubiertos los rayos X, se empleó la radiografía en el estudio de los fósiles. Uno de los primeros en emplearlos fue Brühl en 1896 al estudiar diversos fósiles del Carbonífero de Ohio. Branco, en 1906 realizó radiografías del ejemplar de *Archaeopteryx* del Museo de Berlín, demostrando que los esquistos bituminosos son permeables a los rayos X. El mismo autor estudio con dicho método restos de un xenartro. Prosiguen luego una serie de investigadores europeos utilizando la radiografía, pero sin ninguna sistematización de las técnicas. Quién sí realiza diversos estudios aplicando y sistematizando las técnicas radiológicas es W. Lehmann, quién publica sus resultados en 1938. Lehmann fue el primero en recurrir a las ésteroradiografías de los fósiles. Para acrecentar la penetración de los rayos, Lehmann propuso sumergir las rocas en dióxido de torio coloidal a 24-26%, o bien en colodium o tetracloruro de carbono. En esos casos excepcionales, la radiografía brinda resultados superiores a la preparación, mencionándose como ejemplo el estudio de *Lariosaurus*, un notosaurio del Triásico. Los investigadores rusos de la época, radiografiaron las concreciones areniscosas y esquistos bituminosos pérmicos, pero, a diferencia de sus predecesores, precisaron las características de los rayos X empleados, tensión, intensidad, largo de las ondas, mostrando por primera vez que los rayos X pueden ayudar a saber la posición de un fósil incluido en la roca y servir de guía a la preparación. Las principales radiografías publicadas de fósiles de ésta época, corresponden a fósiles de Europa: esquistos bituminosos del Devónico renano; esquistos bituminosos con esqueletos piritizados del Triásico de Monte San Giorgio, en el Tessino; los peces de Solenhofen; éstegocéfalos del Permico y los peces del Monte Bolca (Lehman, 1964). Una puesta

al día en la difusión de éstas técnicas se encuentra en el trabajo de Zangerl y Schultze (1989).

Dentro de los métodos de observación debemos mencionar la utilización de luz ultravioleta (fluorografía) empleada en el estudio de los fósiles de Solenhofen: (Lambrecht, 1928) descubre fibras elásticas del ala de *Pterodactylus* y De Beer (1954) deja al descubierto el ésternón de *Archaeopteryx*. También el teñido de las piezas puede ser útil para diferenciar el fósil de la ganga. Para tal fin se empleó alizarina, así como verde malaquita y azul de Turnbull. Con el fin de mejorar la visión se emplearon lupas frontales de 2 y 3 X, así como también lupas binoculares éstereoscópicas.

## Fotografía

La iluminación en un principio se efectuaba con lámparas de arco, reguladas con sistema de relojería. Espejos de reflexión. Vaporización de productos blancos (cloruro de amonio). Utilización de filtros; luz ultravioleta para provocar la fluorescencia de los fósiles y acrecentar la profundidad de campo (Colbert y Tarka, 1960).

## Técnicas químicas

La gama de productos químicos desarrollados en ese momento, proveen de sustancias que serán empleadas en la preparación y fortalecimiento de materiales fósiles; tenemos así la utilización de la bakelita (Case, 1925) y el acetato de vinilo (Davidson, 1933).

A principios del siglo XX se inician los primeros intentos para despojar algunos fósiles de incrustaciones minerales y de la matriz que envolvía algunos de ellos. Aunque Hermann en 1909 mencionó que el ácido clorhídrico había sido utilizado para rebajar matrices carbonáticas, es un trabajo de Bather de 1908 el que registra experimentos con varios productos químicos, encaminados a experimentar ayuda en la preparación de fósiles, invertebrados y vertebrados. Bather, distinguido paleontólogo de invertebrados en el British Museum of Natural History consultó a especialistas de la industria química, quienes recomendaron la utilización del *hypo-acetine* “que mostró poseer una acción más pareja. El proceso es particularmente adecuado en el caso de huesos que poseen fosfatos de calcio, al no ser atacados por el ácido como lo es la matriz de carbonato de calcio”. Bather sugirió la posibilidad del uso de otros ácidos, como el acético.

Bulman (1931), preparó el enigmático pez devónico *Palaeospondylus*, utilizando ácidos minerales, pues el ejemplar al éstar carbonizado relativizó el ataque ácido. En 1938, Harry Toombs, empleado en el British Museum fue

desafortunado cuando utilizó ácidos minerales en una colección de ostracodermos. Los huesos fueron destruidos, así como la matriz. Después de considerables experimentaciones, Toombs descubrió que el ácido acético diluido brinda los mejores resultados. El método fue aplicado por Parrington y Kermack a los reptiles del Karoo. White en 1946 mencionó la utilización del 20% de solución de ácido acético en agua en la preparación de especímenes de *Traquaraspis (Phialaspis) pococki*. En 1948, Toombs publicó su técnica al utilizar goma (*Bostick*), como cemento para resguardar el reverso de las frágiles lajas durante la preparación con ácido.

Arthur Rixon (1949) describió sus resultados en el uso de ácido acético diluido sobre una vasta variedad de vertebrados fósiles, incluyendo mamíferos hallados en brechas de cavernas, e incrustaciones de carbonatos en huesos humanos y artefactos arqueológicos. Rixon también experimentó con ácido fórmico diluido sobre ostracodermos, obteniendo igualmente buenas preparaciones.

Otro método de conservación química es el tratamiento de los fósiles pirritizados y un ejemplo de ello corresponde al de los dinosaurios iguanodontes de Bernissart. Dichos fósiles tuvieron que ser protegidos antes de ponerlos bajo vidrio. Para ello fueron cubiertos con goma laca, depositada en cubetas o bien con pistolas de aspersión. La humedad dentro de las vitrinas fue controlada, así como la temperatura mediante termostatos. Una variante de conservación consistió en tratar las piezas con hidroquinona y recubrirlas luego con barniz de acetato de celulosa.

## Levigado de sedimentos en el campo

Una de las técnicas de campo más extendidas es aquella del levigado de sedimentos en búsqueda de restos de pequeños invertebrados y vertebrados, tareas que pueden llevarse a cabo en medio húmedo o seco. Algunos antecedentes de la aplicación de dichas técnicas provienen de finales del siglo XIX. Uno de éstos corresponde a Inglaterra, donde Charles Moore, de la localidad de Bath, recuperó, en medio húmedo, restos de moluscos y vertebrados, después de procesar alrededor de tres toneladas de sedimentos que le brindaron unos 30 dientes de *Haramiya* en terrenos fisurados del Jurásico. Otra mención de la aplicación de la técnica proviene de 1891, en Norteamérica. Aquí, J. L. Worton, trabajando para Osborn, procesó con buenos resultados, sedimentos eocenos de yacimientos de Bighorn, en Wyoming (Savage, 1960).

A mediados del siglo XX fueron descubiertos en una mina de lignito de la localidad de Guimarães, Portugal, sedimentos que rellenaban un sistema de fallas. El sedimento de las fisuras tenía una antigüedad Jurásico tardío y portaba innumerables restos de mamíferos de ese período. El paleontólogo alemán Kühne, ideó un

método de lavado y filtrado de los sedimentos con el fin de recuperar los dientes y pequeños huesos de los mamíferos. El sedimento depositado en toneles con agua alcalina se agitaba con una sonda, adoptando consistencia barrosa, filtrándose luego a través de un sistema de tamices superpuestos. El concentrado se secaba, examinaba y seleccionaba bajo lupa (Kühne, 1946). El procedimiento permitió recuperar innumerables restos de drioolestidos, multituberculados y docodontes. Desde 1973 la mina es operada exclusivamente por paleontólogos y el aporte del yacimiento debe cuantificarse en muchos miles de especímenes (Martin, 2001).

Siguiendo los resultados obtenidos por Kühne en Portugal, Hibbard (1949) ideó un sistema de levigado de sedimentos para la obtención de pequeños restos de vertebrados. Sus trabajos se desarrollaron en yacimientos del Plioceno y Pleistoceno de Kansas. La tarea consistió en depositar el sedimento -arcillas o limos arenosos- en cajas de madera con fondo de tejido de alambre fino. El sedimento bien podía ser cernido en seco o en medio húmedo. El concentrado debería luego ser examinado bajo lupa. McKenna (1962), al explotar los yacimientos del Eoceno de Colorado, modificó el sistema de Hibbard proponiendo solamente el empleo de un gran número de cajas lavadoras. Las cajas se colocaban con una porción de sedimento en un curso de agua, sujetas a tierra; el movimiento natural del agua realizaba el trabajo. Las cajas se retiraban y se dejaba secar en su interior el concentrado, que luego se transportaba para su examen en el laboratorio. La cantidad de cajas flotantes fue importante y el resultado muy bueno; McKenna recogió 11.000 dientes completos de mamíferos, correspondientes a 58 especies diferentes.

Cuando la ganga es esencialmente arcillosa, el método de lavado no resulta satisfactorio; para éste caso se debe recurrir al lavado con tetracloruro de carbono o agua oxigenada. En el caso de matrices cementadas con carbonato de calcio, se depositan los sedimentos portadores de restos en cubetas con agua y ácido fórmico o acético diluido.

## Moldes

La fabricación de moldes en un laboratorio de paleontología no solamente es interesante para hacer un duplicado del espécimen, sino también un medio de estudio; diversos fósiles solo conservan su forma de moldes externos, donde el molde restituye su verdadero aspecto; los moldes endocraneales son de un particular interés.

Se intentaron producir moldes utilizando diversos materiales: a) la aleación de Darcet (bismuto, estaño y plomo); b) la gutta percha; c) arcilla; d) gelatina; e) agar - agar (León, 1932). Nopcsa (1932) propuso utilizar una mezcla en partes iguales de gelatina, cola de carpintero, con glicerina y óxido de zinc

en polvo. Posteriormente, el látex de caucho se empleó profusamente (Quinn, 1947; Rixon y Meade, 1956), en muchos casos teñido con tinta china. También se empleó el plástico en lugar del látex (Stahl, 1961). También se emplearon los productos de moldes dentales.

La reproducción galvanoplástica da excelentes resultados, las reproducciones de fósiles obtenidas son muy fieles, hasta en los menores detalles, pero altamente costosos (Zangerl, 1957).

## El arte en la paleontología

Desde el advenimiento de los trabajos de Cuvier y posteriores, diversos artistas trataron de dar vida a los animales que éstos investigadores reconstruían. En 1830 Henry de la Beche publica un dibujo sobre ictiosaurios al que tituló “Awful Changes”. Otro dibujo es “Duria Antiquior” donde aparece una variada fauna de plesiosaurios, ictiosauros, cocodrilos, peces, terodáctilos, tortugas y amonites. De la misma época se corresponden otras ilustraciones de Emile Boblaye en el libro “Illustrated Dictionary of Natural History”. John Samuelson Templeton ilustró el libro “Extinct monsters of the Ancient Herat”. Posteriormente, la obra de Rudwick (1992) ilustra pinturas de De la Beche (1830), Pfitzer (1834), Samuelson (1834), Martín (varias figuras entre 1828 y 1853), Volliner (1855) y Figuier (1862).

Durante el siglo XX varias instituciones y museos de ciencias naturales de Norteamérica se desarrollaban espléndidamente, contando con técnicos y artistas que montaban esqueletos y reconstruían escenas del pasado con notable capacidad. Uno de éstos artistas fue el pintor Charles Robert Knight (1874-1953). Nacido en Brooklyn, produjo frescos y esculturas de diversos animales del pasado, que adornan los grandes museos estadounidenses de historia natural. Knight fue un pintor de la fauna silvestre. Durante su vida llegó a crear casi 1000 retratos de animales vivos de 800 especies diferentes, producción que asombra. Acompañó durante varios decenios al paleontólogo Henry Fairfield Osborn, en el American Museum of Natural History, lugar donde creó algunas de sus más conocidas obras. Knight sufrió ceguera durante gran parte de su vida adulta. Pintaba al óleo pequeños bocetos muy detallados a escasos centímetros de sus ojos, que sus ayudantes transcribían luego minuciosamente a las paredes del museo. Por último, se subía al andamio y añadía los toques finales (Milner, 2012). En 1942 Knight dibujó para la revista *National Geographic*, una serie de láminas que ilustraban en forma cronológica la historia de la vida, desde la aparición de los animales pluricelulares hasta el *Homo sapiens*. Dicha publicación se convirtió en motivo de coleccionismo.



Charles Robert Knighth (1874-1953)

En 1913, el paleontólogo Berriman Scott publicó “A history of land mammals in the Western Hemisphere”, libro que fue magníficamente ilustrado por Bruce Horsfall.

La reconstrucción de las facciones humanas a partir de restos óseos fue también motivo del desarrollo de técnicas depuradas por parte de numerosos investigadores, artistas y técnicos. Uno de ellos, Mijail Mijailovich Guerasimov (1907-1970) desarrolló sus tareas en el Instituto de Etnografía de la Academia de Ciencias de la URSS, hasta su muerte en 1970. Cuenta que en 1937 propuso un método que luego demostró su eficacia para reproducir la fisonomía humana (Gerasimov 1955). Los estudios con rayos X le permitieron establecer correlaciones complejas entre los músculos y tegumentos del rostro y cráneo. En 1960 se celebró en la Casa de la UNESCO, en París una exposición de sus famosas reconstituciones del hombre prehistórico, tales como las del Pitecántropo, Sinántropo, tipos neandertaloides y el hombre de Cro-Magnon.

Es digna de destacar la labor de ilustración efectuada por Marianne Collins, del Royal Ontario Museum de Toronto, Canadá. Dicha profesional efectuó reconstrucciones de la fauna precámbrica de Burgués Shale, que ilustraron el libro de S. Jay Gould “La vida maravillosa”.



Mijail Mijailovich Guerasimov (1907-1970)

En Argentina, a pedido de su amigo paleontólogo Rusconi, el paisajista de la Pampa y costumbrista campero, Paul Magne de la Croix, nacido en 1875, ilustró gran parte de la fauna mesozoica y cenozoica del país.

### **La consolidación de los estudios paleontológicos en la Argentina durante la primera mitad del siglo XX**

Desde fines del siglo XIX y ya consumado un nuevo pacto colonial, Argentina vivió un momento de prosperidad que creció rápidamente bajo un régimen político que se asentaba en las clases terratenientes y los amos extranjeros del comercio y el transporte. El proyecto panamericanista de Estados Unidos iba a ser contradicho por Argentina, presidida por Saenz Peña, aunque lo que sí se defendía era la estrecha dependencia comercial y financiera con Gran Bretaña. Pese a esto, Estados Unidos asume el papel de gendarme al servicio de las relaciones financieras internacionales.

Ya a principios de siglo, el comercio cerealero es dominado por un oligopolio formado por escasas firmas exportadoras, siendo éstos productos primarios desfavorecidos en el intercambio con bienes industriales. Se produjo un aumento vertiginoso de la inmigración. La alocada prosperidad produjo desestabilización monetaria, la que finalmente estalló con la crisis económica de 1890 y junto con ésta un despertar político de amplitud: en 1912 se puso en vigencia el sufragio universal y en 1916, apoyado por sectores populares y de clase media asume Hipólito Irigoyen, quién no pudo practicar una política muy innovadora ni muy coherente. Intentó poner fin al predominio conservador en la Universidad Pública y procuró administrar el país sin innovar demasiado en materia económica. El movimiento obrero organizado tuvo trágicos enfrentamientos con el gobierno. Un golpe militar puso término al gobierno radical, intentando reactivar la economía agropecuaria y secundariamente la expansión industrial, construyendo caminos y elevadores de granos.

Las experiencias democráticas son afectadas por la crisis de 1930 y el mundo, económicamente en ruinas, ve surgir movimientos ideológico-políticos que proponen un nuevo orden tales como el fascismo a la vez que ideologías antioligárquicas, manifiestadas en la Reforma Universitaria de Argentina se convierten en escuela de futuros políticos, algunos decididamente revolucionarios. La economía industrial exhibió avances tecnológicos de producción masiva, como la aplicación del motor a explosión al transporte automotor, a la vez que se desarrolló una creciente explotación carbonífera y petrolera. El mundo se precipitó en una guerra de dimensiones globales. Terminada la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), la reconstrucción se efectuó en forma más breve y menos trabajosa de lo que se había temido, mientras que el esquema económico, parecido al período anterior, fue comandado por Estados Unidos. Varios países latinoamericanos, con gobiernos militares de corte nacionalista, contaron con gran apoyo popular, exhibiendo proyectos industrialistas que se desarrollaron en forma modesta.

En Argentina, la industrialización impuesta por el aislamiento que produjo el conflicto contribuyó a desarrollar una producción limitada, que contribuyó al superavit económico. Posteriormente se desarrollará la industria siderúrgica, basada en la producción de bienes de consumo, en particular la industria automotriz en instalaciones de empresas extranjeras, permitiendo que el campo laboral se acreciente con puéstos más calificados y mejor remunerados. Las industrias textil, química y farmacéutica inician un modesto despliegue productivo (Halperin Donghi, 1999).

Finalizada la Segunda Guerra Mundial, la política internacional mostró a dos grandes bloques enfrentados en una llamada Guerra Fría. Uno de los bloques, comandado por la URSS apoyó el proceso de descolonización de Asia

y África, mientras el otro bloque, liderado por Estados Unidos y los países de Europa Occidental, se expandió mundialmente a través de pactos regionales (Halperín Donghi, op. cit.).

El advenimiento en Argentina del gobierno constitucional de Juan D. Perón en 1946, exhibiendo ideas nacionalistas y desarrollando políticas sociales populares, inicia un período de desarrollo e incipiente industrialización. Se nacionalizó el Banco Central y se crearon mecanismos de control del comercio exterior, canalizando la inversión extranjera en la industrialización y explotación petrolera. El cambio social mostró gran dinamismo con el crecimiento rápido de la población que, pese al desarrollo de planes gubernamentales de vivienda, se instaló en la periferia de las grandes ciudades, en casas de emergencia, carentes de servicios de agua, sanidad y electricidad. La educación pública mostró un fuerte avance y la vida política incorporó una gran cantidad de afiliados sindicales y las mujeres. Finalmente, Perón fue destituido por un golpe militar en 1955. Luego de varios años de gobierno militar se eligió presidente por votación a Arturo Frondizi, aunque con la proscripción del mayoritario partido peronista. El país se precipitó en huelgas generales y la decadencia económica se hizo cada vez más acelerada, con la intervención de las fuerzas armadas en el campo político. En Argentina y Brasil se apagaron los últimos ecos del populismo que las gobernó.

Los últimos decenios del siglo XX muestran en Latinoamérica el agotamiento del proyecto desarrollista, mientras que la influencia de la Revolución Cubana comienza a crear focos de resistencia, inclusive armada, a la organización política y económica comandada por Estados Unidos, a través de su política de Alianza para el Progreso, en el marco de la Organización de Estados Americanos, mientras las economías nacionales pasan a depender de empresas multinacionales. El esquema imperial fracasa y la resistencia a los planes de explotación desemboca en la imposición de numerosas dictaduras militares que, encuadradas en la Doctrina de Seguridad Nacional llevan a cabo innumerables actos de represión y barbarie. Su esperado agotamiento y retirada dejan lugar a gobiernos democráticos que comienzan a recuperar muchas de éstas sociedades devastadas. La etapa finaliza con la ascendente hegemonía de los Estados Unidos en el mundo (Halperín Donghi, op. cit.).

## Los Ameghino, Florentino, Carlos y Juan

El advenimiento de Florentino Ameghino (1854-1911) y sus dos hermanos entraña un acontecimiento histórico de gran valor en el desarrollo de la paleontología de los vertebrados en la Argentina. El único antecedente científico autóctono en la materia es el anterior trabajo de Muñiz.



Florentino Ameghino (1854-1911)

A la caída del gobierno de Rosas se inició en la Argentina una gran inmigración proveniente de Europa. Entre miles de ellos, durante el primer semestre de 1854 arribaron al país, después de un azaroso viaje, los italianos Antonio Ameghino y María Dina Armanino. Con parientes en la villa de Luján, se instalaron allí y el marido comenzó tareas de zapatero. El 18 de septiembre de ese año nació el primogénito Florentino. No hay registros del nacimiento de Florentino en Luján, por lo cual, y ante otras evidencias, se ha propuesto como alternativa su nacimiento en Italia –Moneglia, próxima a Génova- en el mismo mes, pero de 1853. Sus hermanos declararon posteriormente que, al igual que ellos, Florentino había nacido en la Argentina. Más allá de las primeras enseñanzas impartidas en el hogar, Florentino fue educado en forma precaria, primero por un vecino inglés, Don Guillermo, que lo alecciona en escritura y cuentas, y luego en la pequeña escuela municipal, por un preceptor de apellido García. La inteligencia precoz de Ameghino fue reconocida en Luján donde el monitor Tapie le dio clases gratuitas de francés. En 1867 ingresó en la Escuela Normal de Preceptores en Buenos Aires, donde cursó durante dos años, luego la escuela es cerrada por falta de alumnos. La desertión de la juventud a raíz de la guerra con el Paraguay y las sucesivas epidemias de cólera y fiebre amarilla en la ciudad fueron la causa de ello.

En 1869 ingresó como docente a la Escuela Elemental e Infantil de Mercedes, siendo subpreceptor, luego ayudante primero y posteriormente director del establecimiento, cargo al que accedió en 1877. Ameghino supo de las experiencias de Muñiz en el río Luján y comenzó a interesarse por los libros que trataban

el tema. Ya en la Escuela Normal accedí a la obra de Lyell y entonces sus excursiones al río y arroyos de la zona fueron tomando vuelo intelectual. La colección de fósiles, así como las observaciones geológicas, comenzaron a transformarse en trabajos. En 1875 apareció en el *Journal de Zoologie* de París fragmentos de una carta donde refiere el descubrimiento de restos humanos y culturales asociados a fauna extinguida en la zona de Mercedes. Florentino tenía veinte años. Anteriormente, el Dr. Giovanni Ramorino, profesor de Ciencias Naturales en la Universidad y el Colegio Nacional de Buenos Aires, fue testigo de las excavaciones y el hallazgo de restos, y alentó al muchacho a publicar los resultados. Desgraciadamente, éste generoso docente enfermó y viajó a Italia de donde no volvió. También recibió apoyo del profesor de mineralogía Juan Kyle del Colegio Nacional y del preparador del Museo Público Antonio Pozzi. En 1878 decidí presentar en París, con motivo de la Exposición Internacional, su colección de fósiles, además de exponer sus ideas sobre los mismos. Es alentado a viajar por dos amigos de Mercedes que deciden hacerse cargo de los gastos del viaje, son ellos Casimiro Nogaró y Camilo Salomone. Ya en París publicó, junto a Paul y Henri Gervais, un catálogo de los vertebrados fósiles de América Meridional. Vendió al paleontólogo norteamericano Edgard Cope parte de su colección por la que recibió 120.000 francos, lo que le permitió vivir en Europa dos años y editar su obra *La Antigüedad del Hombre en el Plata*. Canjeó algunos otros materiales por objetos prehistóricos de Europa y Norteamérica; visitó centros de investigación en Inglaterra, Bélgica y Dinamarca y se contactó con personalidades como De Mortillet, Cope, Capellini, Quatrefages, Schmidt, Gaudry y Flower. Tejió un romance con Leontine Poirier, hija del dueño del hotel donde paraba, y se casó con ella, quién lo acompañaría a su patria al regreso, a mediados de 1881. Retornado a Buenos Aires, con el pequeño capital que le resta decidí abrir una librería en la calle Rivadavia (número actual 2339) a la que bautizó con el singular nombre de *El Gliptodon*. Dicha librería fue administrada por su hermano menor Juan, quién se encargó de los cuidados de su madre. Invité a su hermano Carlos Ameghino (1865-1936) a acompañarlo, ya que éste se encontraba desocupado, y lo incité a estudiar el método creado por él mismo de taquigrafía, para luego conseguirle empleo en el Congreso Nacional. Pese haber editado un folleto con éste método, el mismo no tuvo éxito. En 1883, después de publicar un trabajo sobre la clasificación de los gliptodontes, dió a conocer los hallazgos fósiles efectuados por Pedro Scalabrini en las barrancas del Paraná. Ésta serie de publicaciones aparecieron en el Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. La Academia le ofreció a Ameghino el apoyo y reconocimiento a su labor y lo invitó a dictar un curso en la Universidad de Córdoba, la que le confirió el grado de Doctor *honoris causa*. Ameghino, se trasladó a esa ciudad y permaneció durante los años 1885/86.



Carlos Ameghino (1865-1936)

En 1886 fue invitado por Moreno a ocupar la Subdirección del Museo de La Plata y su hermano Carlos fue nombrado Naturalista Viajero de esa institución. Interesado en los fósiles que Moreno había coleccionado en 1876-77, remontando el río Santa Cruz, consiguió que se comisione a su hermano en la exploración de dichos territorios. Luego de una tarea de nueve meses, Carlos regresó con una espléndida colección, que es estudiada y publicada a fines de 1887. El viaje de Carlos a Patagonia iniciaba una serie que demandaría varios años y aportaría descubrimientos prodigiosos, así como observaciones geológicas de gran importancia.

Por la misma época, y alentado por los hallazgos del joven hijo de Burmeister, Carlos Ameghino viajó a Monte Hermoso, donde recogió materiales e información geológica que volcaría en sucesivos trabajos.

Habiendo renunciado a su cargo en el Museo de La Plata, emprendió una gran obra que reuniese todos los datos recogidos hasta ese momento sobre paleontología argentina. Éste gran esfuerzo de catorce meses de labor tuvo como fruto un volumen de 1.060 páginas más un atlas de 96 láminas conteniendo más de dos mil figuras. Se trata de su "*Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina*". Las 111 especies fósiles mencionadas en el catálogo publicado en 1880 aumentaban aquí a 570 en éste, de las cuales 450 fueron creadas por Florentino.

Los años siguientes son pródigos en trabajos. Algunos de ellos están dedicados a los mamíferos fósiles de Tucumán y Catamarca, que le permitieron crear un nuevo “horizonte” estratigráfico entre aquellos de Monte Hermoso y Paraná. Otro notable trabajo se refiere a los monos fósiles de Patagonia. En 1894 apareció su enumeración sinóptica de los mamíferos de las formaciones de Patagonia, donde registró 440 especies. Al año siguiente apareció un detallado informe de las aves fósiles de la Patagonia y la primera noticia sobre la fauna de las capas con *Pyrotherium*. Carlos Ameghino descubrió varios yacimientos con réstos de éste y otros mamíferos, reptiles y aves gigantes, relacionadas con *Phororhacos*. En 1896 dio a conocer sus ideas sobre la evolución de los dientes de los mamíferos. Los hallazgos efectuados por Carlos Ameghino en la Patagonia durante los años 1896-99 brindaron al estudio de Florentino, un material vasto y variado. Aparecieron así tres nuevas memorias. En la primera fundó el orden de los Protoungulata y uno de los géneros principales pasará a denominarse *Caroloameghinia*, en homenaje a su hermano. En la segunda hizo el anuncio preliminar de nuevos hallazgos, mientras que en la tercera enumeró la fauna mamalógica del horizonte con *Colpodon*. El trabajo conjunto de Carlos en el campo y Florentino en el laboratorio cristalizaría en la descripción y estudio de más de 1000 especies nuevas. Con todo éste rico material en su colección particular, Ameghino encaminaría su labor como filósofo naturalista, encarando problemas filogenéticos. Publicó una serie de monografías sobre la filogenia de los Proboscídeos (1902); el origen de los roedores y Polimastodontes (1903); el desarrollo morfológico y filogenético de los molares superiores de los ungulados (1904); sobre la perforación astragaliana (1904-1905); sobre la carencia de valor como carácter primitivo de la faceta articular del astrágalo (1905); sobre el arco escapular de edentados y monotremas y el origen reptiloide de éstos dos grupos de mamíferos (1908), revelando sólidos conocimientos y criterios para trabajar los distintos temas. Otro aspecto de la fecunda labor de Ameghino, y como corolario de la labor paleontológica, son sus trabajos de estratigrafía. Desde el inicio de sus estudios paleontológicos, trató de ordenar la cronología de su “Formación Pampeana”: primero un ensayo (1875), luego un libro (1880) y otro al corto tiempo (1880-81) fueron el resultado de sus primeros estudios. Coincidió con Bravard al asignar la “Formación Pampeana” al Terciario superior. En 1882, Doering propuso en el informe geológico adjunto al Informa Oficial de la Expedición al Río Negro un esquema estratigráfico que es aceptado por Ameghino, quién lo transcribe en su obra “Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina” con el siguiente comentario: “Catorce horizontes geológicos, en vez de dos o tres que se admitía según el viejo sistema”.

Con los datos que fue disponiendo posteriormente, modificó el esquema de Doering agrupando nuevos “pisos” u “horizontes”, llegando al número de veinte. Cada uno de ellos fue descrito sintéticamente. Además de los fósiles de vertebrados aportados por Carlos Ameghino, se sumaban colecciones de invertebrados. Los moluscos fueron remitidos a su amigo el Dr. Hermann von Ihering (1850-1930) y otros grupos repartidos entre varios especialistas europeos. La coincidencia de opiniones con Ihering fue, en cuanto a la temática paleogeográfica, realmente sorprendente. Como respuesta a la controversia surgida acerca de las distintas observaciones efectuadas por extranjeros sobre la geología de la Patagonia, publicó *“L'Age des formations sédimentaires de Patagonie”* (1903) y luego su monumental *“Les Formations sédimentaires du crétacé supérieur et du tertiaire de Patagonie”* (1906). Terminó éste trabajo con una sinopsis de los pisos de origen subaéreo, que en 1899 había sumado veinte y ahora ampliaba a treinta y ocho. El último trabajo importante de estratigrafía fue el referido a las barrancas costeras de Mar del Plata y “Chapalmalan” (1908), que dio como resultado la creación del “horizonte Chapalmalense” de la “Formación Araucana”, al cual ubica entre el “piso Hermosense” y el comienzo de la “Formación Pampeana”. A la muerte de Carlos Berg, en 1902 fue nombrado director del Museo Nacional de Buenos Aires. Dividió al mismo en secciones, creando un taller de modelado, convocando a colaborar a todos los estudiosos, muchos de los cuales respondieron al llamado. Pero en ese vetusto edificio de la Manzana de las Luces no había como moverse. Ameghino gastó muchísimo tiempo a favor del nuevo local. Un día escribió: “Mi predecesor, el doctor Berg, pasó diez años insistiendo en la necesidad de instalar el Museo decorosamente sin obtener ningún resultado...y murió sin tener la satisfacción de ver por lo menos empezado el nuevo edificio. Por mi parte sigo en el mismo camino, y de ir las cosas como van, también bajaré a la tumba sin ver principio de realización...cual sería la de ver decorosamente instalada la que debiera ser la primera institución científica del país”. El pensamiento de Ameghino sobre filosofía natural –menos conocido en el mundo científico que sus doctrinas paleontológicas y antropológicas- estuvo contenido en tres artículos acerca de los “infinitos”, publicados en La Pirámide de La Plata en 1899. Pero en donde mejor se explicitan es en la conferencia *Mi Credo* pronunciada en la Sociedad Científica Argentina el 4 de agosto de 1906.

El estudio de los vertebrados mesozoicos recibió durante éste período escasa atención por parte de los paleontólogos argentinos y de las expediciones extranjeras. Los vertebrados cretácicos fueron estudiados por Lydekker (1849-1915), quien publicó en 1893; Smith Woodward (1864-1944) dio a conocer sus estudios en 1896 y 1901 y von Heune en 1929, todos propiciados por el Museo de La Plata.

## Técnicas de los Ameghino

La temprana juventud del curioso Florentino y sus primeras excursiones al próximo río Luján fueron guiadas por su padre, quién mostró en las barrancas de éste, niveles donde se observaban pequeños moluscos. Dichas observaciones despertaron en el joven la pasión por recuperar, reconocer y preservar los distintos objetos que aparecían en distintos niveles de los afloramientos. Las barrancas del río y algunos de los pequeños arroyos tributarios comenzaron a mostrar algunos de los fósiles que albergaban. Sumados a los niveles con conchillas, fueron apareciendo réstos de peces, reptiles y mamíferos de pequeño tamaño a los que se fueron sumando de tanto en tanto huesos de mayores dimensiones y en los niveles superiores fragmentos de cerámica indígena y objetos de piedra. Los museos de La Plata y Buenos Aires guardan en sus colecciones hojas de carton grueso donde se sujetaban con hilos los huesos de pequeños vertebrados, anudándose los mismos en la cara posterior de dichas hojas. También se conservan cajas de distinto tamaño y forma, algunas con tapa, donde se despositaban los fósiles y en el interior de éstas aparecen etiquetas con la denominación científica del espécimen de puño y letra del paleontólogo.

Al observar los distintos yacimientos de la Formación Pampeana, Ameghino corroboró que el estado de conservación, la forma de depositación de los fósiles- cuando esqueletos completos- y su forma de enterramiento concluyendo si habían muerto en un pantano o trampas naturales y en tierra firme. Inicia así, siguiendo a otros autores de la época como Bravard a utilizar ideas y términos que luego se convertirán en una especialidad de la paleontología: la tafonomía.

A través de los muchos años que dedicaron a la paleontología, los hermanos Ameghino debieron emplear su inventiva para poder recuperar muchos de los fósiles que hallaban en sus correrías de coleccionistas e investigadores. Debe tenerse en cuenta que durante la época de sus actividades (finales del siglo XIX y principios del siglo XX) la existencia de productos químicos, así como de herramientas era escasa o nula y recién en esos momentos se intentaba desarrollar algunas ideas con respecto al cuidado y la protección de los fósiles. Durante las primeras excursiones paleontológicas, Florentino halló réstos humanos fósiles en el arroyo Frias y escribió pidiendo opinión de éstos al Sr. Manuel Eguía, a D. Antonio Larroque y al Dr. Juan Ramorino, quienes aconsejaron al joven la utilización de algunos productos para la conservación de los réstos óseos, tales como la goma laca disuelta en alcohol y el mastic para pegar roturas, además de indicarle sobre ciertos cuidados en la extracción y manejo de los despojos fósiles.

A la escasa o nula disponibilidad de productos y herramientas disponibles, debe agregarse el inconveniente primordial, tal la falta de solvencia económica

para cubrir la presencia de personal técnico asistente, tanto en tareas de campo como de laboratorio. Las tareas de apoyo técnico sólo fueron posibles cuando sus investigaciones se desarrollaron en instituciones como los museos de La Plata y Buenos Aires. Gran parte de los prolongados años de trabajo de Carlos Ameghino en Patagonia, fueron solventados particularmente y la disponibilidad de acompañamiento en esas tareas siempre estuvo reducida a un par de peones y algún baqueano, llegando a desarrollar sus tareas en total soledad durante períodos de tiempo prolongados. Las tareas de laboratorio, casi en su totalidad, fueron desarrolladas durante los años fuera de las instituciones por Florentino, con la ayuda del hermano menor Juan. Durante su permanencia en el Museo Nacional, Carlos Ameghino fue acompañado por el preparador de esa institución Emilio Gemignani, quién acompañó a Florentino en su único viaje a Patagonia cuando su encuentro con Tournouer, viajando juntos en el transporte Guardia Nacional. Gran parte de los datos utilizados en el presente trabajo fueron elaborados a partir de la prolífica y extensa obra de Florentino, las publicaciones de Carlos y las anécdotas y comentarios transmitidos al autor por el preparador de la División Paleontología Vertebrados del Museo de La Plata, don Lorenzo Parodi, quién fue colaborador de Carlos Ameghino en el Museo de Buenos Aires.

Los Ameghino, durante sus tareas en la comarca de Luján pusieron en práctica algunas técnicas –al parecer propias- como la recuperación de vaciados de restos vegetales y cocones de dípteros fósiles con azufre derretido, además de



Vaciados de restos vegetales con azufre derretido.

la inmersión de piezas frágiles en cera líquida para su fortalecimiento. Pensamos que, durante su estadía en Europa, si Florentino Ameghino hubiera recibido alguna recomendación técnica, escrita o por observación directa, la hubiera adoptado a sus tareas, cosa que no ocurrió. En la revisión de la biblioteca Ameghino, depositada en el Museo “Bernardino Rivadavia”, el autor encontró la separata de un trabajo técnico de Victor Lemoine de 1896 (“De l’application des rayons Rontgen á l’étude des ossements fósiles des environs de Reims”). Enterado del descubrimiento de los rayos X, inmediatamente imaginó Florentino su aplicación al estudio de los fósiles, quedando como testimonio de su interés la carta de diciembre de 1896 enviada al autor mencionado comentando los posibles beneficios del descubrimiento (Carta N° 1222 del volumen 21 de las Obras Completas y Correspondencia Científica). Otra técnica usada profusamente por Carlos Ameghino durante las prolongadas campañas en Patagonia consistía en la utilización de “mastic”. Dicha sustancia provenía de la combinación por partes iguales de yeso, cera de abejas y resina, elementos que se combinaban en caliente en los mismos recipientes donde originalmente se preparaba la cola de carpintería. El “mastic” fue utilizado para pegar fragmentos de huesos y cubrir superficies deterioradas. Algunos de los preparadores del Museo de La Plata de esa generación, relataron al autor las dificultades de mantener fuego encendido durante las tareas de campo en Patagonia para permitir la fluidez del “mastic”. Más de una vez, todo el equipo fue arrastrado y desperdigado por una fuerte ráfaga de viento, tan común en el sur argentino.

El autor también fue receptor del comentario que le brindó el Sr. Manuel Barbero, vecino de La Plata en momentos en que vivía en la misma Florentino Ameghino. Relataba Barbero que, siendo un niño de diez años, llevó en un par de ocasiones ramos de flores al ilustre paleontólogo. No recordaba éste desaparecido ferroviario, si el envío correspondía a un día de festejo en particular o simplemente a una expresión de afecto. Si, agregaba a sus recuerdos, que sus tíos –militantes socialistas- lo enviaban, ya que eran fervientes admiradores del paleontólogo. Durante éstas visitas, fue invitado a pasar al interior de la casa, donde había un gran patio rodeado en parte de una galería en arcadas poblada de plantas. En el centro del patio ardía un fogón donde se calentaba un gran recipiente. Ameghino vestía sobre una camisa gruesa un guardapolvo gris arremangado y estaba acompañado en sus tareas por otro hombre. ¿Sería el momento en que el cráneo de *Phorusrhacos* estaba siendo sumergido en cera líquida, para su fortalecimiento? Probablemente la persona acompañante de Florentino era uno de sus hermanos. El sabio, muy halagado por el envío de las flores, convidó al niño con una manzana, hecho que se repitió en igual forma cuando la segunda visita, en la que el dueño de casa también estaba trabajando con materiales sobre una mesa instalada en la galería.

## El nuevo Museo Nacional

Muerto Florentino Ameghino, la jefatura del Museo Nacional queda en manos de Ángel Gallardo, quien ofrece la dirección de la Sección Paleontología Vertebrados a Carlos Ameghino. Posteriormente éste reemplazará a Gallardo en la jefatura de la institución al ser nombrado presidente del Consejo Nacional de Educación. Carlos permanecerá en ese cargo hasta 1923, cuando lo reemplaza Martín Doello Jurado quien asume el 31 de diciembre de ese año. El Museo Nacional seguiría funcionando todavía en el vetusto inmueble de la calle Perú 208. Doello Jurado se convertirá en el primer profesor que dictará en forma independiente la materia de Paleontología en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Durante su mandato, en 1925, comenzó la construcción del nuevo edificio del Museo en Parque Centenario (Aguirre-Urreta y Camacho, 2010).

## Enrique de Carles. La colección Botet

Enrique De Carles (1861-1934) fue discípulo de Vilanova, naturalista y profesor del Colegio Nacional de Buenos Aires, y mostró verdadero entusiasmo por las tareas de exploración y recolección de restos fósiles. Inició sus labores preparando colecciones de minerales para las escuelas de la época. Muy joven aún, y por encargo del gobierno de Portugal, realizó una expedición geológico-minera a la región del Matto Grosso, no explorada por entonces.

Luego se desempeñó como profesor de Ciencias Naturales en el Colegio Inglés de Buenos Aires. Por cuenta propia, inició trabajos de recolección de fósiles en la provincia de Buenos Aires, recorriendo las barrancas del Río de La Plata, el Salado y sus afluentes, el Samborombón, el Luján, etc. Formó importantes colecciones que preparó él mismo. Tales expediciones lo relacionaron con el director del Museo Público de Buenos Aires (que a partir de 1883 se denomina Museo Nacional), Hermann Burmeister, quien le ofreció el cargo de ayudante técnico de dicha institución. Fue enviado entonces al valle de Tarija, en Bolivia. De Carles trabajó en la zona reuniendo una valiosa colección de fósiles. Parte de los materiales colectados sirvieron de estudio a Burmeister, quien publicó notables trabajos sobre los caballos y mastodontes fósiles. Las observaciones geológicas, publicadas en 1888, determinaban la existencia de dos niveles con faunas distintas, datos que corrobora luego Florentino Ameghino.

Las excavaciones del Puerto de Campana, al norte de la provincia de Buenos Aires, pusieron al descubierto numerosos restos de vertebrados fósiles que entusiasmaron al encargado de dichas obras y director de la empresa constructora: Rodrigo Botet y Compañía. Decidido a coleccionar dichas antigüedades, Botet, que disponía de una gran fortuna, contrató a De Carles. Éste coleccionó

numerosos réstos a los que agregó gran parte de su colección particular. Botet ofreció dicha colección al alcalde de Valencia (España), su ciudad natal, y después de obtener el permiso del gobierno argentino, partió hacia allí en compañía de De Carles. Por encargo del gobierno de Valencia, permaneció en la ciudad durante casi un año desembalando y montando algunos esqueletos, a la vez que organizando el Museo Paleontológico Municipal, para volver luego a Buenos Aires. En el año 1964 se publicó un extenso catálogo de ésta importante colección, que es la más representativa de los fósiles del Cuaternario de Argentina en Europa.

De nuevo en la Argentina, se incorporó definitivamente al Museo, realizando exploraciones en Salta y Bolivia. Exploró luego una extensa y desierta área situada al sudéste de la provincia de Mendoza, conocida desde antiguo como Huayquerías de San Carlos, donde coleccionó fósiles y realizó observaciones geológicas que luego publicó. Visitó las barrancas de los ríos Paraná, Salado de Santa Fe, Dulce de Santiago del Éstero y el Uruguay, desde Colón, en cuyas proximidades descubrió réstos de dinosaurios, hasta más arriba de Concepción. Falleció en Buenos Aires el 17 de mayo de 1934.

## **Lucas Kraglievich en el Museo de Buenos Aires**

Lucas Kraglievich (1886-1932) abandonó la carrera de ingeniería mecánica que tenía casi terminada para dedicarse a la paleontología. En 1912, seis meses después de la muerte de Florentino Ameghino, y en compañía del ingeniero Juan Carlos Ortúzar, realizó una expedición a Chubut y Santa Cruz, donde efectuó abundantes hallazgos paleontológicos. En 1916 ingresó en el Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires (nombre que recibió el Museo Público a partir de 1911) para trabajar bajo la dirección de Carlos Ameghino. A los tres años se lo nombró ayudante técnico en paleontología, reemplazando en varias ocasiones a Carlos Ameghino en la jefatura de la Sección Paleontología. En uno de sus trabajos menciona la labor del preparador del Museo, el señor Juan Merani, que recorría las barrancas del Río de La Plata entre las calles Rivadavia y Anchorena coleccionando importantes réstos paleontológicos.

Como señalaron Tonni, Cione y Bond en su síntesis de 1999, Kraglievich es uno de los actores de un hecho mal conocido. Es común en el ambiente paleontológico argentino asumir que la actividad de Kraglievich y sus colegas en el Museo de Buenos Aires fue interrumpida por el golpe militar de 1930. Sin embargo, ello no es del todo correcto. El zoólogo Martín Doello Jurado (1884-1948) era el director del Museo de Buenos Aires desde 1923. En 1928 el gobierno de Hipólito Irigoyen confirmó a Doello Jurado como director, cargo al que Kraglievich se consideraba con méritos suficientes como para desempe-

ñarlo. Producido el golpe de 1930, Kraglievich y sus colaboradores hacen una presentación formal, con severos cargos contra Doello Jurado, ante el Ministro de Instrucción Pública y Justicia del dictador José Felix Uriburu. El ministro desecha los cargos y confirma a Doello Jurado, lo cual provoca la renuncia de Kraglievich, quién migra a Uruguay, donde sienta las bases de la paleontología de los vertebrados en éste país. Enfermo, regresa para fallecer en Buenos Aires en 1932. Sus estudios recibieron rápido reconocimiento internacional, tanto que, en 1923, parte de ellos son incluidos en el *Handbuch der Paläontologie* de Karl A. von Zittel.

Kraglievich creó 21 familias y subfamilias de vertebrados fósiles y 74 géneros de mamíferos y aves. Al igual que Florentino Ameghino, fue por sobre todo un investigador de gabinete y su trabajo de campo fue limitado si se lo compara al de Carlos Ameghino y Santiago Roth.



Lucas Kraglievich (1886-1932)

### **Alfredo Castellanos, Carlos Rusconi y Lorenzo Parodi**

Alfredo Castellanos (1893-1975), Carlos Rusconi (1898-1969) y Lorenzo Julio Parodi (1890-1969), dieron los primeros pasos en su carrera científica junto con Kraglievich. La mala relación con Martín Doello Jurado, director del Museo de Buenos Aires, no sólo determinó la radicación de Kraglievich en Uruguay, sino también la de Castellanos en Rosario y Rusconi en Mendoza donde crearon importantes centros paleontológicos. Parodi, por el contrario, luego de un período en que se desempeñó en el Jardín Zoológico, se incorporó

Historia de las técnicas paleontológicas y su desarrollo en la Argentina



Carlos Rusconi (1898-1969)



Lorenzo Julio Parodi  
(1890-1969)

en 1937 a la Sección Paleontología del Museo de La Plata como preparador. Parodi provenía de una familia en la que había varios aficionados a la paleontología: su padre Lorenzo fue colaborador de Carlos Ameghino cuando éste se desempeñaba como jefe de la Sección Paleontología en el Museo de Buenos Aires. Nadie –posiblemente en el mundo- llegó a superar el nivel de conocimientos empíricos respecto a la fauna pampeana al que había llegado Parodi. Éstando en Buenos Aires hacía competencias con Kraglievich para ver quién reconocía un resto fósil más rápidamente. Una de esas competencias consistía en colocar las manos detrás del cuerpo e identificar un hueso al tacto. Contrastando con sus extraordinarios conocimientos empíricos, la producción científica de Parodi fue escasa.

Otro integrante de la familia Parodi, Rodolfo Parodi Bustos (1903-2004) ingresó hacia fines de la década de 1950 al museo y Facultad de Ciencias Naturales de Salta, donde se dedicó a la enseñanza y a la investigación paleontológica. Realizó, entre otras, contribuciones al conocimiento de los mastodontes, publicando en 1962 “Los mastodontes sudamericanos y su clasificación”. El Museo Regional de Ciencias Naturales de General Mosconi, Salta, creado en 1993, lleva su nombre. El Museo de Mendoza y el Instituto de Fisiografía de Rosario, ya se encontraban a comienzos de 1960 en una etapa de declinación que no pudo ser revertida en los años subsiguientes.

Castellanos, que había creado un centro de investigaciones sobre paleontología de vertebrados en el Instituto de Fisiografía de la Universidad del Litoral, en Rosario, realizó importantes labores de campo en las provincias de Córdoba, Catamarca, Tucumán y Santa Fe, en las que descubrió nuevos yacimientos de vertebrados del Cenozoico. La producción de Castellanos estuvo dedicada especialmente a los edentados acorazados –armadillos y gliptodontes- a la estratigrafía y a la paleoantropología.

Desde 1930, año en que se alejó del Museo Nacional en solidaridad con Lucas Kraglievich, Rusconi no volvió a tener contacto con ésta institución, tampoco con el Museo de La Plata. Creó la revista *Ameghinia*, y luego el *Boletín paleontológico de Buenos Aires*. En el tomo X de las Actas de la Academia Nacional de Ciencias, impreso en 1937, publicó “Contribución al conocimiento de la geología de la ciudad de Buenos Aires y sus alrededores y referencia de su fauna” basado en un extenso trabajo de campo realizado entre 1918 y 1936 en las obras portuarias, en excavaciones para las líneas de subterráneos, de centrales eléctricas, de Obras Sanitarias de la Nación y de grandes edificios y la rectificación del Riachuelo. En 1937 se trasladó a Mendoza, donde fue nombrado director del Museo de Historia Natural “Juan Cornelio Moyano”. A partir de entonces realizó una importante actividad científica en la que dio a conocer la existencia de faunas de vertebrados mesozoicos y cenozoicos de la

provincia de Mendoza. Los hallazgos de vertebrados triásicos y jurásicos que efectuó en Mendoza hicieron que se dedicara principalmente al estudio de los peces, anfibios y reptiles terrestres y marinos que poblaron la región cuyana.

El aporte a los estudios geológico-paleontológicos en Argentina fue desarrollado en numerosos casos por investigadores extranjeros. Entre ellos podemos mencionar a Wilhel (Guillermo) Bodenbender quien durante los años 1887 y 1890 realizó dos viajes, el segundo de ellos en compañía de Fritz Kurtz. Durante el primero de ellos, de 300 leguas de recorrido, investigó y coleccionó fósiles de los terrenos mesozoicos de la región comprendida entre los ríos Diamante, de Mendoza y Limay, en Neuquén. Las colecciones fósilíferas permitieron a éste investigador caracterizar en forma global la geología de la Cuenca Neuquina, ubicando y nominando distintos horizontes, constituyendo el primer antecedente de unidades litoestratigráficas clásicas de la cuenca (Leanza, 2010). Tiempo después, durante la década de 1920, otro geólogo extranjero, en éste caso el norteamericano Charles Weaver estudio la evolución estratigráfica y paleontológica del Mesozoico de la Cuenca Neuquina, publicando en 1931 la monografía *Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of west-central Argentina*. En dicho trabajo Waver nominó unidades litoestratigráficas jurásicas y cretácicas que aún siguen en vigencia. En los aspectos paleontológicos describió alrededor de trescientos taxones incluyendo corales, serpúlidos, bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, briozoos, braquiópodos, equinodermos y restos de vertebrados, entre ellos dientes de peces y vértebras de ictiosaurios. La colección efectuada está depositada mayoritariamente en el Burke Museum of Natural History and Culture de Seattle (Lazo, 2010).

Hacia 1907, el Museo de La Plata es incorporado a la Universidad Nacional del mismo nombre como Instituto Científico, integrado por cinco escuelas: Ciencias Biológicas, Antropológicas, Geológicas, Químicas y Geográficas. La nueva situación del Museo produjo el alejamiento de su fundador, Moreno, quién fallecería en noviembre de 1919. Florentino Ameghino se hizo cargo, por un período muy breve, de la Escuela de Ciencias Geológicas y Roth ocupó en la misma escuela el cargo de profesor de paleontología y de jefe de sección. Para ésta época, las aguas estaban aquietadas y los contendientes nuevamente amigos.

En 1921 la Sección Paleontología fue dividida en dos: una dedicada al estudio de las plantas y los invertebrados y la otra a los vertebrados. Sin embargo, durante un tiempo más siguió funcionando unificada, primero bajo la dirección de S. Roth hasta su muerte (1924) y luego por Ángel Cabrera. En 1934 se suma al Museo Joaquín Frenguelli y fue entonces cuando se concreta la división del Departamento de Paleontología en dos, uno de Vertebrados, con Ángel Cabrera a la cabeza y otro de Paleozoología Invertebrados y Paleobotánica, contando como jefe a Frenguelli. Posteriormente se sumaron al Depar-

tamento de Paleozoología Invertebrados, H. Harrington (desde 1937 a 1942) y A. F. Leanza (entre 1947-48). En 1966 se concretó la partición de la División Paleozoología Invertebrados y Paleobotánica en dos divisiones: Invertebrados pasaría a depender de la jefatura del Dr. A. J. Amos y Paleobotánica a cargo del Dr. Sergio ArchÁngelsky.



Museo de La Plata.

Se realizaron estudios de tesis sobre faunas y estratigrafía del Paleozoico y desde los años 60' comenzaron en el Museo investigaciones sobre la bioestratigrafía del Jurásico y Cretácico, así como del Cenozoico. Ello dio como resultado que durante los años siguientes se catalogaran más de 23.000 taxones y unos 250.000 ejemplares (Riccardi, 2010).

En 1915, fue incorporado Eduardo Carette como profesor adjunto de paleontología. Su contribución al estudio de los vertebrados fósiles se centró en el estudio de los cérvidos actuales y extintos, sobre lo que publicó unas pocas contribuciones. En 1924 se produjo el fallecimiento de Roth. El entonces director, Luis María Torres, contrató a Lucas Kraglievich para catalogar las colecciones de vertebrados fósiles. La labor de Kraglievich en el Museo de La Plata fue breve. Sin embargo, su fugaz paso por la institución significó el ordenamiento de las colecciones de vertebrados fósiles, ya que por primera vez utilizó el ingreso ordenado de especímenes por numeración correlativa y en libros *ad hoc*, llegando a ingresar 10.000 piezas. Para ésta labor contó con la colaboración del técnico Antonio Castro, que durante varios años más fue el único preparador de vertebrados fósiles en dicha institución. Kraglievich no

aceptó el ofrecimiento del director del Museo para hacerse cargo del Departamento de Paleontología y regreso al Museo de Buenos Aires.

Casi coincidiendo con la labor de Kraglievich en el Museo de La Plata, el alemán Friedrich von Huene fue convocado por Torres para estudiar los restos de dinosaurios coleccionados en territorio patagónico por Carlos Ameghino y Santiago Roth. Huene realizó sus propias expediciones entre 1923 y 1924, concluyendo con la publicación de *Los Saurisquios y Ornitisquios del Cretáceo Argentino*, dada a conocer en los *Anales del Museo de La Plata*.

A la muerte de Roth y el rechazo de sucederle por parte de Kraglievich, el director Torres contrató en 1925 al mastozoólogo español Ángel Cabrera y Latorre (1879-1960).



Ángel Cabrera y Latorre (1879-1960)

Éste madrileño se dedicó desde muy joven a los estudios de la zoología de los mamíferos, publicando numerosos trabajos sobre la fauna europea, sudamericana y Africana. Cuando se encontraba a cargo de la Sección Mamíferos del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, en julio de 1925, el director del Museo de La Plata, Luis María Torres, lo contrató para asumir la jefatura del Departamento de Paleontología y como profesor de la materia. Transcurrido el período de su contrato, Cabrera ganó el concurso de profesor titular de Paleontología y de jefe del departamento homónimo.

Cabrera impuso a los estudios paleontológicos un marcado sesgo biológico, con cierto detrimento de la temática geológica, particularmente la estratigráfica. Bajo su dirección realizaron sus tesis doctorales Dolores López Aranguren y Enriqueta Vinacci Thul, las dos primeras paleontólogas argentinas y sudamericanas. Cabrera fue el primero en mencionar (1943), la existencia de restos de un dinosaurio saurópodo jurásico en América del Sur. Vislumbró la importancia del estudio de los vertebrados fósiles no mamíferos y realizó los primeros estudios sobre restos de tetrápodos del Triásico de Mendoza y La Rioja (1944). Durante su actuación al frente del Departamento, se doctoraron con temas de tesis relacionadas con los vertebrados fósiles, Matilde Dolgopol de Sáez y Andreina Bocchino. En 1947 publicó sobre el saurópodo primitivo *Amygdalodon patagonicus* del Jurásico Medio de Chubut. Preocupado por la modernización de aspectos técnico-científicos relacionados con el ordenamiento de las colecciones, abrió un doble registro sistemático, manteniendo el libro de inventario y un libro de ingreso con todos los detalles de la procedencia. Se pusieron en exhibición importantes materiales.

Con Cabrera, los estudios paleontológicos en el Instituto del Museo (actualmente Facultad de Ciencias Naturales y Museo) adquirieron pleno estatus académico. A su muerte, el 7 de julio de 1960, fue publicada la lista de sus trabajos, que sumaban más de 250, entre libros y artículos de revistas y enciclopedias, publicados en numerosos países. En la especialidad de la Paleontología de Vertebrados sus contribuciones suman 41.

### Gioacchino Frenguelli

En 1934, el médico italiano Gioacchino Frenguelli (1883-1958), Joaquín Frenguelli en nuestro medio, se incorporó al Museo, donde se dedicaría de pleno a su vocación: la geología y la paleontología. Su primer cargo en la institución platense fue como bibliotecario y secretario, concluyendo como director en dos ocasiones: desde 1935 a 1946 y desde 1953 a 1955. Contrariamente a Cabrera, los estudios de Frenguelli tomaron un claro sesgo geológico y estratigráfico.

Realizó numerosas campañas geológicas, en muchas de ellas acompañando a sus alumnos de tesis doctoral. De éstas campañas surgieron las importantes colecciones de vertebrados fósiles, principalmente mamíferos, del Cenozoico tardío de la provincia de Buenos Aires, provenientes en su mayoría de los yacimientos de la costa atlántica. Frenguelli era un asiduo veraneante en Miramar y, a partir de ésta localidad, realizaba sus incursiones en el área reuniendo una valiosa colección con muy buen control estratigráfico. En 1943, Frenguelli decidió visitar la hoyada de Ischigualasto, en las provincias de San Juan y La Rioja, en búsqueda de plantas fósiles de las que tenía noticias a través de

colecciones previas realizadas por otros geólogos. Pero no sólo obtuvo restos de vegetales, sino que recolectó los primeros ejemplares de tetrápodos sinápsidos que, estudiados por Ángel Cabrera, representan el paso inicial para el reconocimiento de uno de los más importantes yacimientos de vertebrados mesozoicos del mundo.



Gioacchino Frenguelli (1883-1958)

En su obra de 1950 “Rasgos generales de la morfología y geología de la provincia de Buenos Aires”, estableció un esquema estratigráfico que, basado en el de Ameghino, lo actualiza y adecúa a los marcos teóricos de la época. Cabe destacar que, en trabajos previos, Frenguelli había desarrollado un esquema estratigráfico crítico con respecto al ameghiniano, lo cual había generado un profundo desacuerdo con los fundamentalistas defensores de la idea de Florentino Ameghino.

Durante el primer mandato como director del Museo de La Plata, Frenguelli creó, en 1942, el laboratorio de fotografía de esa institución. Desde el primer momento estuvo a cargo de Luis Ferreyra, quién ejercería sus funciones en el mismo durante 60 años. Hacia fines de la década de 1990 Ferreyra realiza las primeras tareas de rescate y organización del archivo fotográfico con el aporte de un subsidio. Luego, la Dirección del Museo incorporó nuevo equipamiento y personal especializado. En principio se puso a salvo la colección de cinco mil placas de vidrio que abarcan desde la fundación del Museo hasta el año 1930, revelándose en forma analógica y digital gran cantidad de negativos, previo al proceso de limpieza y preservación. Las tareas prosiguieron luego bajo la dirección de Xavier Kriscautzky, proyectándose el reconocimiento de todas las imágenes que cuenta el Museo y que no se encuentran en el laboratorio (Museo, 3 (19): 57-58).

## Los estudios geológicos en Patagonia

Los estudios geológicos relacionados con la explotación petrolera permitieron ampliar el conocimiento de las distintas regiones geológicas de Patagonia, agregando importantes datos bioestratigráficos con el descubrimiento de nuevos yacimientos paleontológicos. Uno de éstos descubrimientos fue realizado en 1930 por el ingeniero José Brandmayr realizando tareas de campo para YPF en la faja costera al norte de Comodoro Rivadavia. Descubrió en la localidad de Bajo Palangana dos importantes niveles fósilíferos, cuyos mamíferos correspondían a faunas de edad Paleoceno. La formación fue denominada Río Chico y posteriormente se la reconoció en distintos afloramientos de Patagonia. Estudios posteriores señalaron que los ambientes de esa época correspondieron a llanuras aluviales, con climas subtropicales, frecuentes bosques y cuerpos de agua. Como antecedente de éstos descubrimientos, una pequeña colección de fósiles de esa antigüedad ya estaba depositada en el Museo de La Plata desde el año 1896. La misma había sido recogida por Santiago Roth en el Cerro Pan de Azúcar, localidad próxima a Gaiman, sobre la ribera norte del río Chubut. La colección, integrada por algunos fragmentos de mandíbulas de mamíferos y pocas placas de dasipódidos, tortugas y escudetes óseos de cocodrilos recién fue integrada al conocimiento casi un siglo después.

Por la misma época y también al servicio de YPF comenzaban los trabajos del Dr. Egidio Feruglio (1897-1954). Sus estudios comprenden contribuciones geológicas regionales y estratigráficas, paleontológicas (de invertebrados, vertebrados y paleobotánica), geomorfológicas y de la geología del Cuaternario, así como geográficas referidas a la orografía y glaciología del territorio argen-



Dr. Egidio Feruglio (1897-1954)

tino. Sus trabajos incluyen prácticamente a todos los períodos geológicos. Su obra más trascendente fue sin duda la *Descripción Geológica de la Patagonia*, encargada tempranamente por el General Mosconi desde la Dirección General de YPF. Elaborada entre 1940 y 1945 en tres tomos, fue publicado por la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales en 1949-50. Ésta obra excepcional es uno de los aportes más significativos sobre el conocimiento geológico de nuestro país publicado por un único autor (Spalletti, 2008).

Durante éste período en Argentina, la paleontología desarrolla en sus principales especialidades un fuerte impulso. Las investigaciones sobre invertebrados se plasman en numerosas publicaciones. La fundación de la Asociación Paleontológica Argentina (APA) el 25 de noviembre de 1955 y la aparición de la revista *Ameghiniana* en enero de 1957 sirven de apoyo a las investigaciones que se realizan. La creación del CONICET en 1958 contribuyó a la estabilidad laboral de investigadores y continuidad en la publicación de sus estudios. Se destacan las numerosas publicaciones del Museo de Historia Natural de Mendoza, dirigido por Carlos Rusconi, sobre faunas paleozoicas. También se inician los estudios sobre foraminíferos del Cretácico-Terciario. A partir de la década del 70' se acrecentó el número de profesionales incorporados al estudio de los invertebrados fósiles, incluyendo grupos que habían permanecido ignorados. Asimismo, se incrementó el enfoque biológico en aspectos taxonómicos y sistemáticos, y los estudios de índole ecológica, paleobiogeográfica y evolutiva (Riccardi, 2005).

También la paleobotánica incrementó el número de sus trabajos por el prolífico y continuo aporte de Frenguelli, Feruglio, Fossa Mancini, Harrington y Orlando. Frenguelli dejó una muy buena colección de más de 10.000 ejemplares de plantas e invertebrados fósiles que fue catalogada y cuidada por el excelente curador del Museo de La Plata, Augusto Lanussol. Otra importante colección se creó en el Museo Rivadavia, creándose luego la División Paleobotánica. Alberto Castellanos formó varios discípulos que desarrollaron las primeras tesis en la especialidad y apoyaron investigaciones y docencia en Buenos Aires, La Plata y Fundación Lillo de Tucumán. Ellos son: Pedro Stipanovic, Carlos Menéndez, María Bonetti y Juan C. Gamero. El desarrollo institucional, como la fundación de la APA y su revista *Ameghiniana*, llevó a un ritmo de desarrollo sostenido de la especialidad. En 1970 apareció el primer texto de Paleobotánica publicado en español en el Museo de La Plata. Se agregaron luego especialistas en distintos temas, trabajando junto a extranjeros y logrando la utilización de nuevo instrumental en el desarrollo de técnicas modernas (Archángelsky, 2005).

## Expediciones extranjeras en Argentina

Pedro Bondesio, citando a Ángel Cabrera, señaló que todo país nuevo en busca de su independencia científica y del desarrollo de una ciencia nacional transcurre por cuatro etapas. Durante la primera etapa el país está cerrado a los científicos; en la segunda es visitado y explotado por académicos y expediciones científicas que se apropian del patrimonio fáctico y producen nuevos hechos en el extranjero, beneficiando secundariamente al país de origen; en la tercera etapa se asiste a una preocupación genuina por el adelanto científico nacional y se procura atraer al investigador extranjero para favorecer el desarrollo científico; finalmente, en la cuarta y última etapa, el país desarrolla una ciencia autónoma y procura que los investigadores extranjeros sean especialistas en temas que no se cultivan o tienen escaso desarrollo en el país.

Justamente, como parte de esa segunda etapa, entre fines del siglo XIX y comienzos del XX, la Argentina recibió a expediciones y científicos extranjeros. Entre las expediciones se destacan aquellas financiadas y organizadas por instituciones científicas de los Estados Unidos de América. Ya en la segunda mitad del siglo XX, las expediciones y el arribo de científicos extranjeros responde a los intereses esbozados en la tercera y cuarta etapa de desarrollo científico. Es posible que durante ésta época, alguna de las expediciones extranjeras que visitaron el Museo de La Plata haya donado alguna herramienta moderna. Lo dicho surge del hallazgo efectuado por el autor en el interior de un mueble de dicho museo, junto a materiales fósiles de Patagonia. Se trató de un martillo de Parrington con muestras de un uso prolongado.

Se mencionan a continuación las más importantes expediciones paleontológicas que visitaron la Argentina en el lapso indicado.

En 1903 Hendel T. Martin, acompañado por S. Adams de la University of Kansas, recorrieron Santa Cruz, incluyendo Río Gallegos, Cabo Buen Tiempo y la costa atlántica

En 1911, los integrantes de la Eighth Amherst Expedition de Estados Unidos, luego de visitar el Museo de La Plata y sus autoridades, embarcaron en el vapor presidente Quintana con destino a Patagonia (Puerto Madryn). El equipo estaba integrado por Frederic B. Loomis (1873-1937) como jefe-director del Departamento de biología, sus ayudantes Waldo Shumway y Philip T. Turner y William Stein a cargo del transporte y la cocina. Durante sus actividades de campo utilizaron como medio de transporte los típicos “wagoons” norteamericanos. Loomis menciona las herramientas de campo empleadas, al tiempo que relata que utilizaron engrudo en la protección de réstos vegetales fósiles en la zona de Puerto Visser. Posteriormente regresó desde Comodoro Rivadavia, permaneciendo en la zona William Stein, quien rodeará el lago Colhué Hua-

pi coleccionando huesos de dinosaurios y del mamífero terciario *Notostylops*. Visitará luego la Sierra de San Bernardo al noroeste del lago Musters. El viaje, que durará veintisiete días, se realizó en primavera y los viajeros comentan las enormes bandadas de patos y gansos que pueblan los lagos. Visitaron tres localidades fósilíferas, hallando un cráneo casi completo de *Pyrotherium*. Las publicaciones sobre el resultado del viaje se dan a conocer en 1913-1914.

En 1922, una expedición del Field Museum de Chicago, compuesta por J.B. Abbott, F.F. Sternberg y dirigida por Elmer Samuel Riggs (1869-1963) desembarcar en Buenos Aires. Visitaron el Museo Nacional y el de La Plata. Su objetivo era trabajar en la Formación Santa Cruz y recorrer los sitios donde la expedición Amherst de 1911 colectó fósiles de *Pyrotherium*, recorriendo el Río Chico. Ya en Patagonia tuvieron problemas con el suministro de caballos de carga. Visitaron la estancia Coyle sobre el río homónimo y pasaron el invierno en Comodoro Rivadavia. Comentan: “Un nuevo suministro de yeso de París, nos facilitaba ahora sacar un raro espécimen de ave fósil y otros descubiertos aquí”. Acamparon en las nacientes del río Chico y se aprovisionaron en Colonia Sarmiento. Descubrieron dinosaurios y la presencia anterior de coleccionistas (algunos huesos envueltos, con marcas de sus propietarios). Buscando evidencias de quién y en qué año se coleccionó ese material, encontraron un círculo de piedras de una protección semejante al tipo de toldo de los indios de la región, donde hallaron una éstaca para vientos de carpa, una pala y dos martillos, materiales cuya procedencia de fabricación era Sheffield en Inglaterra, más un candado y unas manijas de hierro de un cofre. Muchos años debieron pasar desde que fueron olvidadas éstas herramientas. Posteriormente se instalaron en una casa de adobe a orillas del Colhué Huapi, vecina a un habitante, pescador ítalo-argentino. Reconstruyeron una antigua senda que les permitió acercarse a las barrancas, donde hallaron huesos de *Astrapotherium* y *Pyrotherium*. Visitaron luego el cerro Madre e Hija donde coleccionaron gran cantidad de material. Mencionaron también en sus diarios una historia muy en boga en ese momento en Patagonia: la presencia del *Mylodon* vivo en los bosques sudcordilleranos. Regresan a su país en 1924. Realizaron una segunda expedición durante los años 1926-27 a yacimientos del Terciario superior del noroeste de Argentina (valle de Santa María) y la región pampeana (río Quequén Salado), entre otros. Comandaba ésta expedición Riggs (líder y fotógrafo) y los técnicos Robert C. Thorne, y Rudolf Stahlecker, norteamericanos, participando también el sanjuanino Felipe Méndez como peón.

George G. Simpson, del American Museum of Natural History (New York), dirigió dos expediciones al Paleógeno de Patagonia, ambas financiadas por el banquero Horace S. Scarritt. La primera, durante los años, 1930-31, momento en que Simpson contaba con 28 años. Su asistente de campo fue Coley S. Wi-

Williams. Acompañado por dos geólogos argentinos de YPF, Piatnitzky y Conci y dos peones: Martín Laurencia y Justino Hernández. Colecciona materiales en la barranca sur del Lago Colhué Huapi, flanco oeste de la Sierra de San Bernardo, Cañadón Vaca, Cañadón Hondo, Cabeza Blanca (yacimiento conocido desde la expedición de Frederick Loomis en 1911). Además, visitaron Golfo San Jorge, Puerto Visser, Bahía Bustamante y Puerto Deseado. Coley Williams se embarcó con las colecciones mientras él estudiaba las colecciones del Museo de La Plata y del Museo Nacional. La preparación de los materiales coleccionados demandó dos años de trabajo y fue realizada por el técnico Carl Sorensen en el American Museum de Nueva York (Simpson, 1933).

Durante la segunda expedición (1933-34), acompañado por el mismo asistente, exploran el Cretácico de Neuquén y luego, acompañado por Alejandro Bordas, ya en Chubut, exploran la zona de Paso del Sapo. En el centro de Chubut, descubren la Rinconada de los López, sitio que es bautizado como Scarrit Pocket donde trabajan durante dos meses. En éste yacimiento, de edad Deseadense, Simpson extrajo un esqueleto completo de *Scarritia canquelensis*, tarea que servirá de ejemplo para una publicación técnica (en la misma aparecen fotografías de Justino Hernández y Coleman Williams extrayendo el material) (Simpson, 1937). Dicho material fue remitido a Estados Unidos y luego vendido al American Museum. Durante las dos expediciones, las observaciones geológicas fueron notables; se levantaron 54 perfiles estratigráficos. Recolectaron centenares de piezas fósiles de mamíferos, peces, anuros, cocodrilos, tortugas, serpientes y aves, actualmente depositados en el American Museum of Natural History de Nueva York.



# Segunda mitad del siglo XX

## Avances en los estudios paleontológicos

A partir de los años 50' surge en el mundo la "Guerra Fría" entre Estados Unidos y la URSS. La situación de posible conflicto comenzó a modificarse durante la década de los 60' con la escisión en los bloques y el progreso en la liberación de los pueblos coloniales, algunos efectivamente liberados y otros mantenidos bajo sujeción económica con formas políticas aparentemente independientes. Finalizando el siglo, el bloque socialista se desmembró, alterando el equilibrio político mundial, desarrollándose numerosos conflictos armados locales. El mundo islámico vive un período de reacomodamiento social, político y religioso importante, mientras numerosos países del Tercer Mundo, especialmente en Latinoamérica, concurren a conformar bloques independientes en el manejo político-económico de sus sociedades.

El progreso de las ciencias y la tecnología durante éste siglo, en muchos casos alentados por los conflictos bélicos que se desarrollaron, fueron enormes. El crecimiento de la industria química en el desarrollo de los plásticos, la ingeniería de los distintos sistemas de propulsión, incluyendo la cohetaría, las comunicaciones y las técnicas de computación que han transformado la producción de manera radical, el desarrollo de la bioquímica con el aporte de numerosos medicamentos que transforman la ciencia médica y la utilización de la energía nuclear. Las transformaciones sociales desarrolladas en éste período son numerosas, tales como el reconocimiento de los derechos laborales, a la educación, la vivienda y la salud. Pero la incorporación a la actividad social plena brindada a la mujer es el acontecimiento social más importante del siglo. A mediados del siglo XX es el momento en que comienzan a incorporarse a los centros de estudio e investigación las mujeres interesadas en las ciencias geo-paleontológicas. A partir de ese momento su número se incrementa, haciéndose mas frecuentes y numerosas sus publicaciones y su participación

–y en ocasiones– de la dirección de planes de exploración e investigación en diversas líneas (Burek y Higgs, 2015).

## Europa

En 1987 se dio a conocer el primer dinosaurio español. Se trataba de *Aragosaurus*. El yacimiento de Las Hoyas en Cuenca fue excavado en reiteradas oportunidades, aportando importante información paleontológica. Recientes hallazgos en el mismo ponen en la escena internacional dicho yacimiento. Se trata de los restos de *Iberomesornis*, que brinda importante información sobre la evolución temprana de las aves del Cretácico Inferior (Sanz, 2007). Con anterioridad habían sido hallados restos de dinosaurios en Lérida merced a prospecciones efectuadas por W. Kuhne y Emiliano Aguirre y luego por Laparent y el mismo Aguirre.

En 1960 se hallaron huellas de dinosaurios en el Cretácico inferior de la isla Spitzbergen, dentro del actual círculo polar ártico y en 1961 fueron moldeadas con látex por geólogos noruegos, identificándose posteriormente como pertenecientes a iguanodóntidos.

## Norteamérica

Entre los mamíferos mesozoicos se hallaron formas de mayor tamaño como *Fruitafossor* (del Jurásico superior de Colorado) similar en su dentadura a los armadillos y tubulidentados.

En 1984 se descubrió en el Parque Provincial de los Dinosaurios en Alberta un depósito de huesos de *Styracosaurus*.

Durante los años 1962 a 1966, un equipo de paleontólogos del Museo Peabody (Universidad de Yale) realizó excavaciones en el Cretácico Inferior de Montana y Wyoming, dirigido por John H. Ostrom. El resultado fue el descubrimiento de dos nuevos dinosaurios: *Tenontosaurus* y *Deinonychus*. Posteriormente, Ostrom halló nuevos materiales de *Deinonychus* en Montana. Éste dinosaurio, poseedor de una garra formidable, fue minuciosamente estudiado por el mismo Ostrom quién le asignó las características de un notable depredador. Además, poseía características anatómicas que lo emparentaban a las aves. La idea de la relación estrecha entre dinosaurios y aves llevó, al paleontólogo R. Bakker, junto a Ostrom a sostener que los dinosaurios, poseedores de endotermia, sobrevivían en un grupo al que llamamos aves y que *Deinonychus* debería estar cubierto de plumas. La propuesta, formulada en 1986, en la actualidad es ampliamente verificada, y las ideas de Bakker y Ostrom fueron apoyadas por otros autores como Peter Galton y Armand Ricqlés.

En el Cretácico superior de Alaska fueron hallados restos de ceratopsios y terópodos. La flora fósil asociada encierra evidencias de plantas con flores y los paleobotánicos estimaron que las temperaturas medias eran de 13°C a 2,8°C, contradiciendo las ideas de habitats de marismas y selvas tropicales.

## Asia

En 1959 y 1960 las academias de ciencias de China y Rusia organizaron expediciones conjuntas a Mongolia bajo las direcciones de Rozhdestvensky y Chow, donde realizaron valiosas colecciones de dinosaurios y mamíferos terciarios, luego estudiados por ambos grupos.

Una tercera serie de expediciones paleontológicas a Mongolia fueron organizadas por la Academia de ciencias de Polonia con la participación de Kielan-Jaworowska y Kowalski y de la República de Mongolia. Se realizaron ocho expediciones entre 1963 y 1971. La expedición de 1965 fue una de las mayores por el número de participantes (23). El hallazgo más famoso de todas las expediciones se produjo en la localidad de Tögrög. Se trata del hallazgo de dos esqueletos de dinosaurios pertenecientes a un *Protoceratops* y un *Velociraptor* en actitud de lucha, en la que ambos perecieron. Durante éstas campañas se identificaron 24 especies de dinosaurios cretácicos, 19 de ellas nuevas, además de restos de tortugas, lagartos y cocodrilos. Los mamíferos cretácicos están representados por 170 especímenes, 14 de ellos nuevos, tales como *Volaticotherium*, similar a una ardilla voladora (por el rastro de patagio hallado) y *Castorocauda*, similar a un castor.

Éstos últimos hallazgos convirtieron a Zofía Kielan-Jaworowska (1925-2015) quién estudió los materiales, en una de las mayores autoridades en mamíferos mesozoicos. La líder del grupo polaco de paleontólogos comenta sobre las tareas de campo efectuadas en los diversos yacimientos del Gobi. Anota que los micromamíferos, así como los pequeños reptiles del yacimiento de Bayn Dzak aparecen en una capa de areniscas que cubre una enorme área. La arenisca erosionada deja sueltos un sinnúmero de nódulos y debido al pequeño tamaño de los fósiles, así como su escasez, la búsqueda debe realizarse examinando los nódulos y superficies con lupa. La técnica de lavado y cernido en éstas regiones no es viable debido a los limitados medios de transporte y la falta de agua. También la excavación de grandes esqueletos de dinosaurios tuvo sus particularidades. Delimitada la extensión de los restos, se cavaba una trinchera en derredor y el avance de desbastamiento era en dirección al centro. Aconseja que el espesor del bloque no sobrepase los 2 a 3 metros y que los huesos descubiertos, se rocíen con poliestireno diluido, incluyendo la roca circundante. Debido al prolongado transporte por caminos abruptos es conveniente que una parte del sedimento

acompañe los restos. Cuando el esqueleto está descubierto, aconseja necesario hacer un esquema de éste, enumerando los huesos, tanto en el ejemplar como en el dibujo. Luego, construían un armazón de madera alrededor del bloque; el espécimen se cubría con una lámina plástica u hojas de papel mojado, revisitando las superficies y rellenando los huecos con yeso. Cuando éste se secaba, clavaban una tapa de madera, separaban el bloque del terreno y lo giraban 180°. Sobre ésta otra cara del bloque se repetía el procedimiento. Luego, el fondo y el tope se marcaban convenientemente, dejando el ejemplar listo para su transporte. Algunos de los bloques contruidos pesaban 2,5 toneladas. Cuando los bloques se construían en lugares inaccesibles al transporte automotor fue necesario construir sendas y en otros casos los bloques fueron transportados sobre maderas o improvisados trineos contruidos con tambores de combustible. Las expediciones polaco-mongolas reunieron fósiles con un peso de alrededor de 35 toneladas (Kielan-Jaworowska y Dovchin, 1968).



Zofía Kielan-Jaworowska (1925-2015)

En 1959 en China, Yang Zhong-Jian fue nombrado director del Instituto de Paleontología de Vertebrados y Paleoantropología, año en que comenzaron las campañas chino-soviéticas en Mongolia Interior. Se hallaron en la región noroeste (provincia de Sicuani) restos del dinosaurio *Mandschurosaurus* y en terrenos del Jurásico inferior se halló a *Lufengosaurus*. Desde 1990, en Liaoning se comenzaron a recuperar restos de dinosaurios cretácicos con cubierta de plumas como *Sinososauropthery*, *Microraptor* y *Caudipterix*. En 2009 se ha-

lló un heterodontosaurio que presenta una cubierta de protoplumas y al que se denominó *Tianyulong*. Recientemente se conoció a *Anchiornis huxleyi*, pequeño dinosaurio carnívoro de 34 cm de largo quizá el pariente más cercano de las aves que vivió hace 120 Ma.

En 1928 el geólogo norteamericano A. Grabau denominó “Fauna de Jehol” a sedimentos del Cretácico Inferior de la provincia de Liaoning, en el noréste de China. En la actualidad el Grupo Jehol está constituido por dos formaciones, cuya biota tiene una extraordinaria extensión geográfica, abarcando Asia Central y Occidental. Integran la biota de Jehol vertebrados e invertebrados, plantas y restos de algas de agua dulce. En la localidad típica se han hallado restos que presentan un estado de preservación extraordinario. Así, aves y ancestros dinosaurianos de las mismas, preservan plumas y dentro de algunos especímenes se hallaron huevos, gastrolitos y el contenido estomacal de algunos ejemplares conserva semillas y restos esqueléticos de lagartos y mamíferos. Éstos yacimientos proporcionaron restos, de al menos, una docena de ejemplares de dinosaurios con plumas

En cuanto a los mamíferos mesozoicos, actualmente se conocen una docena de yacimientos con sinodontidos, morganucodontidos, triconodontes, multituberculados, simetrodontes suotéridos y euterios (Wang *et al.* 2004). De sedimentos del Cretácico inferior es *Repenomamus*, similar a un perro es el mamífero mesozoico de mayor tamaño conocido, depredador, se halló restos de la cría de *Psittacosaurus* en su estómago.

En 1985 se firmó el Proyecto de Dinosaurios Chino – Canadiense intervinando por el primer país el Instituto de Paleontología de Vertebrados y Paleoantropología de Pekín, representado por el paleontólogo chino Dong Zhiming el Museo Tyrrell y el Museo Canadiense de la Naturaleza de Ottawa, representado por Philip Currie y Dale Russel. En 1986 comenzaron los trabajos de prospección y excavación en el noroeste de China y en el territorio de Alberta e islas canadienses del Ártico. En el Jurásico medio y superior de China se hallaron restos del terópodo *Sinraptor* y del saurópodo *Mamenchisaurus*, de 26 metros de longitud, hallado en 1987 y terminada su extracción en 1990. La campaña de 1987 produjo notables resultados en Alberta, al descubrirse en la localidad de la Garganta del Diablo, los primeros embriones de hadrosaurios. En 1988 se encontró en la cuenca de Ordos uno de los ejemplares más completos de terópodos troodontidos, que recibió el nombre de *Sinornithoides*. La campaña de 1990 produjo el hallazgo, en Mongolia Interior, de un esqueleto fragmentario de *Oviraptor* sobre un nido con huevos. En 1991 se realizaron las últimas operaciones del proyecto en Alberta. Una de las principales conclusiones del proyecto fue la semejanza de las faunas del Cretácico superior entre Asia y Norteamérica (Sanz, 2007).

En 1990 comenzó la primera prospección en las Flaming Cliff y la cuenca del Nemegt en Mongolia una comisión integrada por personal del Museo de Nueva York (Michael Novacek, Mark Novell y Malcolm McKenna) y la Academia de Ciencias de Mongolia (Demberelyin Dashzeveg, Perle Altangerel y Richen Barsbold). Las campañas regulares comenzaron en 1991 y durante ese año y el siguiente tuvieron problemas en el abastecimiento. En 1993 descubrieron en capas del Cretácico Superior de la localidad de Ukhaa Tolgod una enorme concentración de fósiles. Dicha localidad aportó más de 300 cráneos de mamíferos y lagartos, 20 esqueletos de terópodos (oviraptóridos juveniles y adultos) y gran cantidad de esqueletos de *Protoceratops* y anquilosaurios (Sanz, *op. cit.*). Además, fueron hallados numerosos huevos de varios tipos, algunos en sus puestas; en una de éstas, en huevos semejantes a los hallados en la década de 1920, fueron hallados restos de un embrión de oviraptórido, contradiciendo la asignación anterior a un nido de *Protoceratops*.

Otro gran proyecto de investigación paleontológica fue el desarrollado entre 1995 y 2000 en Asia Central por el Museo de Mongolia Interior y el Instituto Real de Ciencias Naturales de Bruselas. Sus integrantes descubrieron al ornitópodo *Bactrosaurus* y una nueva especie de *Pinacosaurus*, representado por un esqueleto de preservación excepcional.

## África

En 1965, uno de los discípulos de Lapparent, Philippe Taquet, concurre en ayuda de los geólogos franceses que buscaban uranio en Nigeria. El propósito era precisar la edad de los sedimentos en los que se encontraban fósiles en la región de Gadoufaoua, en la región de Teneré, en el Sahara. El sitio era un verdadero osario de dinosaurios y la edad de las rocas correspondían al Cretácico. En 1966, organizada una expedición para tal fin, se instaló un campamento en el lugar y se dio comienzo a las tareas de excavación de dos de los esqueletos de dinosaurios hallados. Se despejó todo el sedimento suelto que cubría parcialmente los restos con ayuda de pinceles. Los huesos sueltos fueron nuevamente colocados en su posición y se excavó el sedimento compacto con cinceles y martillos, previo dibujo de un plano detallado de la totalidad de los esqueletos. El primero en ser extraído fue un ornitópodo bautizado *Ouranosaurus* y luego de extraer el segundo, hallaron el enorme cráneo de 1,70 m de un cocodrilo, al que denominó *Sarcosuchus imperator*.

A partir de la década de los 90' el paleontólogo de la Universidad de Chicago, Paul Sereno efectuó varias expediciones a Níger y Marruecos. En 1995, halló en Marruecos, en sedimentos de 130 millones de años un enorme cráneo de *Carcharodontosaurus* de unos 2 m de largo. Luego, durante los años 1997,

2000 y 2003 excavó en Níger, hallando dinosaurios a los que estudio y bautizó con el nombre de *Suchomínus* y *Jobaria*.

El yacimiento de Tendaguru fue motivo de proyectos de reactivación en 1978 pero razones políticas frustraron el mismo. En el año 2000 el Museo de Berlín realizó estudios adicionales del yacimiento para recabar información adicional sobre invertebrados, estratigrafía y sedimentología.

Otros yacimientos Áfricanos con réstos de dinosaurios aparecen muy dispersos. Abarcan desde los afloramientos sureños del Triásico y Jurásico inferior, que brindaron réstos de prosaurópodos, como *Messospondylus* y *Anchisaurus* y ornitisquios como *Lesothosaurus* y *Heterodontosaurus*. También se han hallado recientemente réstos de dinosaurios en los depósitos cretácicos del Sahara central, Níger y Marruecos, con saurópodos como *Ouranosaurus* y el carnívoro *Spinosaurus*.

## Australia

A finales de 1980 el matrimonio de paleontólogos Thomas Rich y Patricia Vickers-Rich descubrieron en la costa victoriana, en sedimentos del Cretácico inferior, réstos de vertebrados inidentificables. Bautizaron el lugar como Dinosaur Cove, hallándose nuevos réstos en 1981. La posibilidad de excavar los acantilados costeros planteó la necesidad de construir un túnel. Las primeras labores, durante 1984, dieron como fruto el hallazgo de algunos huesos y un diente aislado de dinosaurio. Los dos años siguientes fueron fructíferos, coleccionándose tres veces más réstos que en los años anteriores. Se decidió la utilización de explosivos para acelerar la extracción de las rocas fósilíferas y las campañas, desde 1989, se realizaron cada dos años. La fauna de dinosaurios de dicho yacimiento, de 110 millones de años, aportó réstos de diversos hipsilofodóntidos y ornitópodos relativamente pequeños, de los que los Rich describieron: *Leaellynasaura amicagraphica*, del que posteriormente descubrieron un cráneo y *Atlascopcosaurus loadse*. Las rocas del yacimiento muestran evidencias de permafrost, como indicativo de las bajas temperaturas de ese momento geológico.

## Sudamérica

Entre los anfibios, los laberintodontes son relativamente escasos en América del Sur. Son interesantes los hallazgos en el Pérmico del nordeste de Brasil, publicados por Price y más recientemente por Barberena y otros del sudeste de ese país.

Los primeros mamíferos mesozoicos fueron descubiertos en 1965 por una comisión de paleontólogos franceses comandada por Granbast. Tal descubrimiento se produjo en Laguna Umayo, departamento de Puno, Perú. Entre los mamíferos hallados se encuentran réstos de didelfidos y condilartros.

## Técnicas desarrolladas durante la segunda mitad del siglo XX

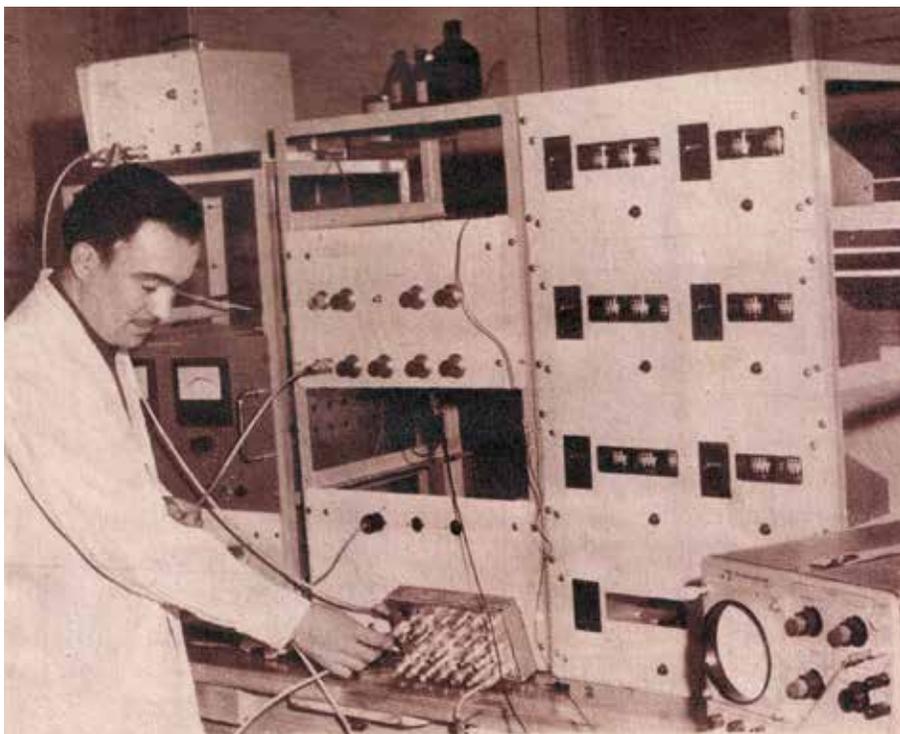
### El manejo del factor tiempo

La necesidad de ordenar el calendario geológico universal hizo que se desarrollaran a lo largo del tiempo, varios métodos de datación de las rocas, tanto relativas como absolutas. Los métodos pueden ser estratigráficos, como la sucesión de estratos (varves); biológicos, como el estudio dendrocronológico y crecimiento de anillos de los corales y geofísicos, por la medición de determinados elementos radioactivos de la naturaleza, tales como el Rubidio-Estroncio, Potasio-Argón y Carbono 14. Éste último es aplicado muy frecuentemente en el estudio de réstos biológicos de hasta 30.000 años de antigüedad. El descubrimiento del Carbono 14 en la naturaleza fue hecho por J. R. Arnold y W. F. Libby en 1946. En 1948, Merrill anunciaba sus posibles aplicaciones a la arqueología y dos años después aparecían las primeras listas de fechados.

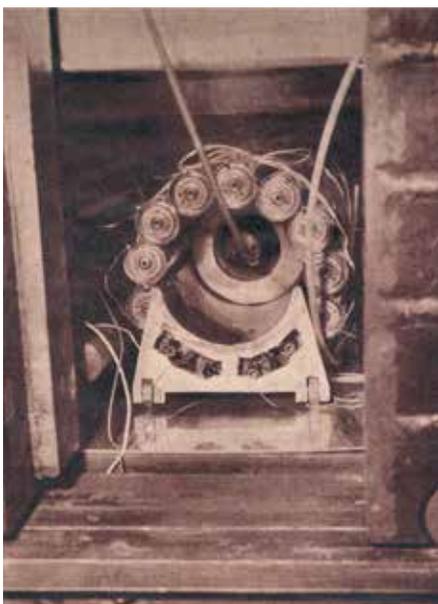
El origen del actual laboratorio de Carbono 14 del Museo de La Plata puede tener sus antecedentes en una larga conversación mantenida por el Dr. Bernardo Houssay y el Dr. Alberto Rex González en la Blair House, en Washington, hacia fines de 1958. Tiempo después Houssay planteaba en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas que presidía, la posibilidad de instalar en la Argentina un laboratorio de radiocarbón. Finalmente, el Consejo decidió establecer un convenio con la Universidad Nacional de La Plata. Para montar éste laboratorio fue designado el Dr. Horacio Cazeneuve, egresado que se trasladó becado a Suecia, para realizar su práctica en el laboratorio de radiocarbón de Upsala, permaneciendo durante dos años. Luego visitó otros laboratorios similares en Holanda y Francia. Finalmente, el laboratorio de La Plata fue inaugurado en 1965. Artículo publicado en el periódico "La Prensa" por el Dr. Alberto Rex González.

### La química en el laboratorio de paleontología

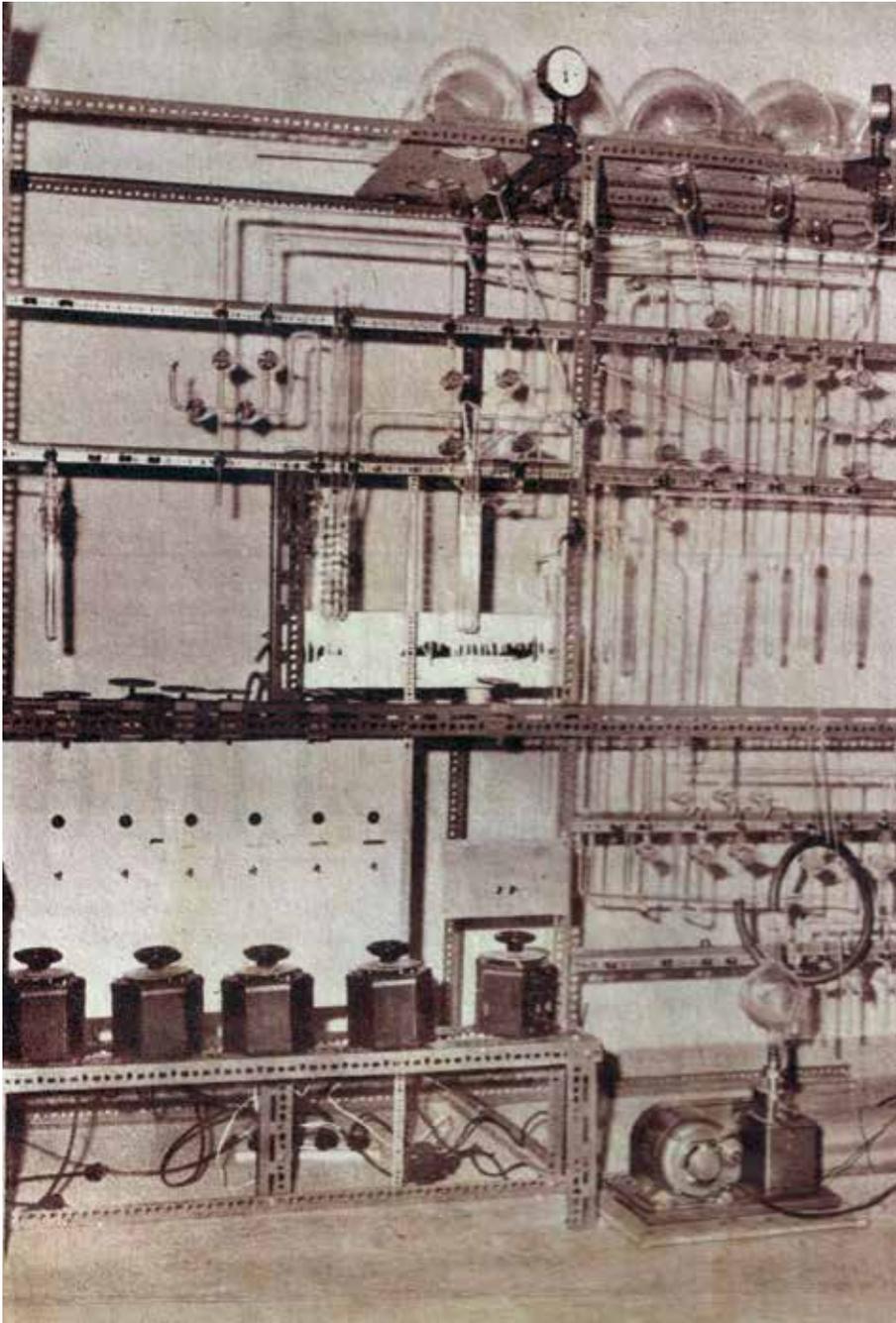
Con posterioridad a la II Guerra Mundial, el desarrollo de la industria petroquímica proveyó de innumerables productos, algunos de los cuales fueron adoptados por los preparadores de fósiles de las distintas instituciones. En 1865 la nitrocelulosa se transformó en el primer plástico artificial. En 1869 John W. Hyatt mejoró las condiciones de creación del plástico (piroxilina) y obtuvo el celuloide. Éste tipo de celulosa modificada fue sustituida químicamente, convirtiéndose en acetato de celulosa, un producto químico probablemente originado en Alemania que comenzó a utilizarse en el fortalecimiento de espe-



Dr. Horacio Cazeneuve



Vistas del equipo.



Vistas del equipo.

címenes fósiles del Eoceno. Las peligrosas cualidades de la película de nitrato de celulosa (Celuloide) fue reemplazado por el acetato de celulosa, conocidos comercialmente como Duco y Durofix, utilizados hasta la actualidad en las labores de campo. En 1937, las resinas polivinílicas fueron producidas primero a partir de la destilación de los gases del petróleo, proceso que brindó el grupo de los acetatos de polivinilo, de los cuales el Alvar 1570 es conocido por todos los paleontólogos. El producto probó ser superior a las colas animales y vegetales, así como también al fortalecedor de celulosa. Alvar fue utilizado desde los años 40, luego reemplazado por Butvar, producto procedente del grupo de los butiral polivinilo. Las emulsiones de acetato de polivinilo con base acuosa se utilizan como consolidantes de especímenes húmedos.

Durante los años 60 se producen dos avances en las técnicas de colección de grandes huesos fósiles. Ron Croucher (del British Museum of Natural History) excavando los pubis largos, planos y muy finos de un pliosaurio en las capas de la Oxford Clay en 1963, decidió que podía utilizar fibra de vidrio empapada en la solución viscosa de Alvar 1570 disuelto en cloroformo. Varillas de madera fueron aplicadas con la misma solución, logrando una protección ligera y fuerte. En el laboratorio fue tarea simple el disolver el Alvar, remover la fibra de vidrio y las varillas para proceder a preparar el espécimen. Una solución de Butvar en acetona es el producto que sustituye hoy día al anterior (Croucher y Woolley, 1982). Otro de los materiales utilizados a partir de ese momento es el de los acrílicos (polimetilmetacrilato). Muy aconsejado en la reparación de partes faltantes de piezas. Se lo suele trabajar con piedras o fresas aplicadas a tornos y luego pulido. También irrumpen en el mercado los acrílicos adhesivos (cianocrilatos) cuyo poder de adherencia es importante, permitiendo la reparación de piezas muy pequeñas (en Argentina se lo conoce con el nombre comercial de Loctite).

En 1966 John Carreck del Queen Mary College de Londres, cuando encaró la tarea de remover un elefante del Pleistoceno de una cárcava de arcilla de Essex, experimentó con espuma de poliuretano (Carreck y Adam, 1969). La técnica, cara y azarosa debido al tóxico que exhalan los gases de isocianato durante el estadio de espuma (se hace necesario la utilización de máscara protectora durante la aplicación) puede ser mucho más rápido que el convencional yeso con vendas. Más recientemente el Museo Británico, utilizó ésta técnica al coleccionar parte de la pelvis de un *Iguanodon* en las arcillas de Surrey.

Las tareas de moldeo se ven favorecidas con la utilización de materiales como el P.V.C. así como el poliéster, permitiendo éstas últimas resinas (Crystic) la inclusión de objetos de estudio y exhibición. Para reforzar piezas endebles se recomienda la utilización de resinas epoxi. Otro producto de aplicación en laboratorio es el de los polietilenglicoles, conocidos en el mercado como Carbowax, que

comenzó a utilizarse desde los años 60' (Rixon, 1965) producto soluble en agua. La goma de siliconas se emplea en la confección de moldes de piezas.

Uno de los últimos productos aplicados a la replicación y soporte de fósiles es el ciclododecano. Éste producto es un cíclicohidrocarbón, sustancia semejante a una cera que pasa de estado sólido a vapor en ambiente y temperatura normal, desapareciendo sin dejar traza virtual. Puede ser utilizado como consolidante temporario, sellador, barrera repelente al agua y capa de separación (Stein *et al.* 2000, Arenstein *et al.* 2004, Muros e Hirx, 2004, Brown, 2004).

Diversas instituciones y laboratorios prosiguieron desarrollando y experimentando con técnicas químicas en la preparación de diversos especímenes de fósiles, provenientes de distintos yacimientos. A partir de los años 50' Toombs y Rixon, en colaboración con colegas del Departamento de Zoología del British Museum embebieron especímenes anatómicos en plásticos (Purves y Martin, 1950) que permitieron poner en práctica la idea de proteger con resinas transparentes el reverso de las lajas en lugar del cemento de goma opaco utilizado anteriormente. El método se denominó como "transfer technique". A las publicaciones técnicas de la época se agrega una referida a la preparación química de réstos fósiles de vertebrados incrustados en yeso (Harris, 1971).

Prosiguiendo a los trabajos ya citados sobre ácidos, Braillon (1973) publica un trabajo donde se describe un detallado proceso de ataque químico a las rocas fósilíferas. Paso a paso se mencionan los procedimientos de disolución de rocas carbonáticas con ácido acético, más la adición de clorhídrico. Describe una serie de pasos donde se menciona la variedad de rocas, su manipulación, lavado, secado, impregnación de plástico, fortalecimiento de las rocas por impregnación, eliminación de sulfatos, eliminación de arcillas y recuperación de microfósiles. Describe los pasos necesarios para la eliminación de sulfato y el carbonato de calcio. Eliminación de la sílice con líquidos pesados y su recuperación. Agrega consejos prácticos y también de equipamiento.

Más recientemente, la remoción de hematita de los especímenes de vertebrados, uno de los problemas mas difíciles, fue resuelto por F. Howie (1974). El resultado se debe a la utilización del ácido tioglicólico sobre un pez mioceño y reptiles triásicos y es comparable al éxito obtenido por el ácido acético, aunque el proceso es lento. Varios autores se han referido al tema: Blum *et al.* 1989, Rixon, 1976, Rudner, 1972, Toombs, 1948, Toombs y Rixon, 1959, Weller, 1980, Lindsay, 1987, Cornish y Doyle, 1983, 1984.

En nuestro país fue el laboratorio de preparación de Vertebrados del Museo de La Plata el que primero empleó la técnica del ácido tioglicólico con réstos de *Pelorocephalus* procedentes del Triásico de Ischigualasto. Dichos materiales fueron parte de la tesis doctoral de la Dra. Claudia Marsicano, de la Universidad de Buenos Aires.

Posteriormente, investigadores y técnicos del Instituto Lillo, de Tucumán, prepararon fósiles triásicos procedentes de la Formación Puesto Viejo, utilizando ácido tioglicólico (Abdala e Hidalgo, 1992).

El estudio de los fósiles permineralizados dispuso durante mucho tiempo de la técnica de secciones longitudinales y transversales de láminas delgadas y de cortes seriados. Sin embargo, la aplicación de la misma necesita considerable preparación previa y supone un gasto importante de material, muchas veces irremplazable, por lo que actualmente se aplica la técnica del “peel” (Stewart y Taylor, 1965) con numerosas ventajas en preparaciones más delgadas que las láminas finas, facilitando además, la observación microscópica.

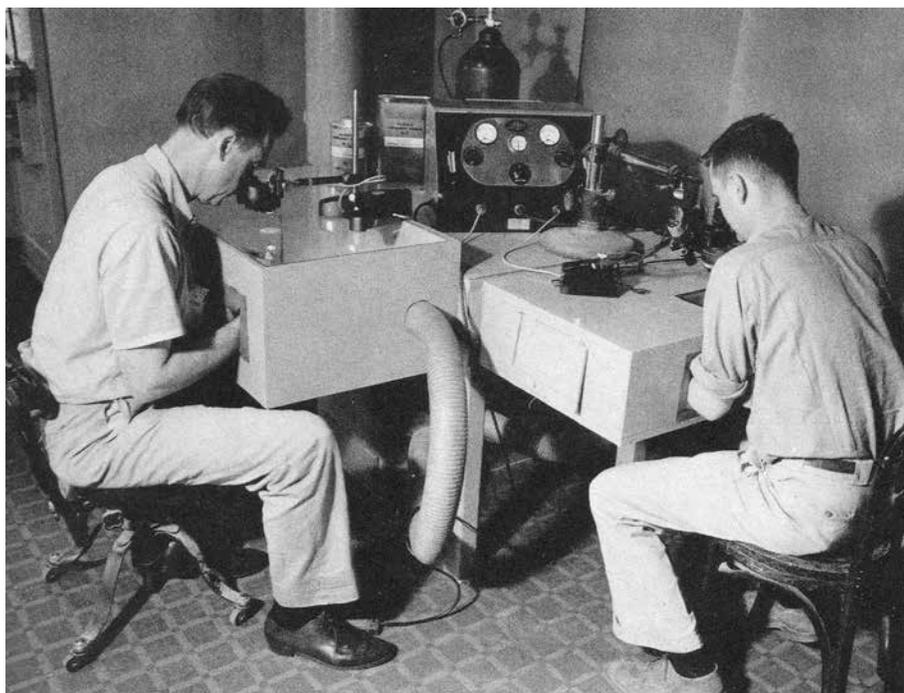
Recientes estudios de laboratorio han permitido identificar el sexo de un dinosaurio. Se trata de un ejemplar de *Tyrannosaurus* de la Formación Hell Creek (Montana), excavado por Horner en 2003. Un corte en un hueso permitió la identificación de una capa de tejido, característico de las aves hembra, emparentándola con una hembra de dinosaurio. Analizado también mineralógicamente la composición del tejido óseo del ejemplar, al disolverlo con un ácido débil, apareció una estructura orgánica compuesta por una red microscópica de conductos (fragmentos de vasos sanguíneos). Se obtuvieron además células encargadas de depositar el fosfato cálcico del hueso. Dichos hallazgos abren la probabilidad de encontrar biomoléculas originales (Schwitzer *et al.* 2005).

## Las herramientas de laboratorio

Una de las técnicas desarrolladas durante éste período corresponde a la utilización de aparatos disparadores de abrasivo, entre ellos el popular “Air Dent”. Heredero de las técnicas aplicadas a principios de siglo en instituciones de Estados Unidos para el desbastamiento de sedimentos portadores de fósiles (Osborn, 1904). Producido por la empresa S.S. White, fue adoptado por el Museo de Zoología Comparada de Harvard y luego por el American Museum of Natural History, uno de cuyos integrantes da a conocer los beneficios de la técnica. Éste microdisparador de abrasivos, utiliza desde polvos metálicos hasta bicarbonato de sodio en sus distintas aplicaciones, siempre efectuadas dentro de un contenedor éstanco para evitar la dispersión y agresión a la salud. El accionar del aparato es manual y se controla bajo lupa binocular. Originalmente los distintos polvos abrasivos fueron impulsados por dióxido de carbono, luego reemplazado por aire comprimido. Las distintas labores de desbastamiento de sedimentos se efectúa con eficacia y suma precisión, permitiendo preparaciones delicadas. En Argentina, durante el año 1965, el autor, junto al señor Jorge García, contratado en el Museo de La Plata, recibimos noticias de que, en

un depósito del Ministerio de Marina de la Nación, existía un equipo de éstas características. Solicitada y autorizada su donación, el equipo fue montado en la División Paleontología Vertebrados donde fue adaptado para su utilización, prestando servicio durante varios años. En la actualidad se utiliza en La Plata, otro equipo más moderno, así como en varios otros museos de Argentina. Posteriormente, se dio a conocer el uso de una nueva herramienta de esas características, pero de costos más reducidos (Gunther *et al.* 1979).

En la misma época comenzó la utilización de otras herramientas, se trata de las sondas ultrasónicas (Macadie, 1967). Diseñadas, patentadas y fabricadas especialmente para el Museo Británico. Utiliza los mismos principios que los tanques ultrasónicos (Firth. J. 1960). La sonda posee un extremo que vibra a muy alta frecuencia y causa cavitación. Cuando el cristal es hecho resonar se trasmite al extremo, causando la limpieza del fluido, por ejemplo, agua, que cavita o rompe en microburbujas, las que son propulsadas a alta velocidad sobre el espécimen. La sonda ultrasónica Simas fue utilizada por primera vez en la Sección Peces del British Museum para la limpieza de bloques de roca que contenían restos de peces que habían sido tratados con ácido acético, así como también la limpieza de las capas de acetato previamente aplicadas (Toombs y



Stucker, 1961 accionando el equipo.

Rixon, 1959: 310). Asimismo, los fósiles tratados con el Método de Transferecia, (Toombs y Rixon, 1950) al final de éste presentan la superficie impregnada en la resina. Ésta puede ser fácilmente removida con la sonda. Además, la sonda puede modificarse agregando una micro-aguja para la preparación bajo microscopio, o bien en el pulido de secciones delgadas, utilizando polvo *carborundum* (Fishlock, 1960).

A la variada gama de herramientas manuales adquiridas durante éste período, se agregaron aquellas accionadas eléctricamente, como tornos manuales y martillos picadores. Otra vía de desarrollo de dichas herramientas manuales fue la de las herramientas neumáticas (Jones, 1969). Uno de éstos modelos (Air Scribe) fue modificado en beneficio del manejo prolongado y el logro de una mayor eficacia. Se le agregó un capuchón forrado en gomapluma que amortigua el sonido, a la vez que la herramienta se prolonga (Lewis y Crady, 1978). Asimismo, se presentó una innovación sobre la utilización de una herramienta pequeña impulsada por aire comprimido. La misma consiste en la adopción de un pedal para el control del paso de aire, semejante al utilizado por los dentistas (Davidson, 1998).

También los líquidos presurizados se convierten en elementos útiles para la colección de piezas fósiles. En algunos casos se utilizaron equipos para trabajar en el campo, combinando agua caliente con ácidos. Otros equipos de menor tamaño fueron utilizados en laboratorio (Jacobsen, 2003, Nielsen y Jakobsen, 2004).

El paso del tiempo aporta nuevos equipos, herramientas y productos. En un artículo, Whybrow (1978) comenta la adopción de elementos técnicos para la mejor observación de los fósiles, cuando son manipulados bajo lupa binocular éstereoscópica. El profesional sostiene que los mismos proporcionarán al proceso de preparación mayor precisión, control y confort. Primero, menciona la adopción de un equipo de iluminación compuesto por dos fibras ópticas flexibles, que posibilitan, sin inconvenientes, la iluminación total del campo de trabajo, el manejo del material fósil y herramientas. Segundo, la instalación de un pequeño servomotor adosado al control del zoom de la lupa binocular. Dispositivo que es accionado mediante la utilización de un pedal y su utilización permitió mantener en forma constante el foco de trabajo, facilitando las tareas.

Mencionar con cierto detalle un trabajo de preparación efectuado por J.P. Whybrow (1982) quizá sea un ejemplo de la utilización de las técnicas de ese período, por la importancia del material tratado, así como la diversidad de elementos técnicos que requirió el trabajo.

Durante la década de los años 70' se desarrollaron distintas teorías sobre el origen de las aves. Así, el estudio de réstos de aves fósiles hizo imprescindible que el cráneo del holotipo de *Archaeopteryx lithographica*, de las colecciones del British Museum debía ser quitado de su plancha y preparado para reve-

lar su lado izquierdo. Tal preparación fue realizada por Whybrow en 1980. El ejemplar fue descubierto en la Cantera Ottman, cerca de Pappenheim, Baviera, en 1861. No se sabe si las dos losas que forman un bloque en el que se conserva el fósil, fueron divididas antes de encontrarse o después, pues no concuerdan exactamente. También falta la parte que corresponde al final de las impresiones de las plumas de la cola, probablemente la primera en ser vista por los cavadores de la cantera que reconocieron las impresiones.

El primer preparador que trabajó en el ejemplar ha sido F.O. Barlow que entre 1916 y 1921 preparó en gran parte el pubis y el coracoides derecho. Posteriormente, y a lo largo de quince años, L.E. Parsons preparó los huesos de los miembros posteriores, algunos de los miembros anteriores, los elementos pelvianos y pectorales, y el cráneo. Utilizando pequeños cinceles y agujas empujadas, preparó también la losa por el lado anverso para mostrar el coracoides izquierdo, las vértebras cervicales y un metacarpo. Ninguna preparación fue hecha después del trabajo hasta 1973, cuando Whybrow preparó la cara inferior de la fúrcula. En 1966, M.J. Meade del laboratorio de Paleontología del Museo, hizo nuevos moldes del espécimen, utilizando caucho de silicona y resina reforzada con lana de vidrio para el calco. Éste presenta detalles delicados, tales como las plumas, reemplazando los calcos menos detallados de yeso de comienzos de siglo. A excepción del cráneo, la mayoría de los huesos conserva una posición próxima a aquella que habrían ocupado el ave en vida. Además, las impresiones conservadas de las plumas se irradian fuera de los elementos del esqueleto y se extienden a tres márgenes de la losa ocupando una gran superficie. Fue necesario antes de la preparación, proteger las áreas delicadas, para que los antebrazos y las manos del preparador descansaran sobre la plancha sin deteriorarla. Las zonas fueron cubiertas con papel de seda y una capa de espuma de goma, mantenidos en su posición con cinta adhesiva pegada a los costados del armazón de madera que sostiene la plancha. La irregularidad de la plancha hizo que debieran rellenarse los huecos con yeso y una mezcla de arena y cemento, formando un bloque de 60 x 40 cm. aproximados y un espesor de casi 6 cm. El bloque pesa unos 40 kgr., haciéndose difícil su orientación bajo una lupa. Los huesos aparecen incluidos en el sedimento unos 6 mm., algo menor en algunos otros, como los de los miembros y el cráneo. Así, la lupa debía ser fuertemente inclinada para poder preparar debajo de los huesos.

Al considerar métodos alternos de preparación, quedó descartada la preparación química, por la delicada impresión de las plumas y los depósitos de calcita dentro de algunos huesos, optándose por la preparación mecánica.

La primera medida fue examinar con rayos X la zona correspondiente al cráneo, con el fin de determinar la posible existencia de otros huesos asociados. En 1916 ya habían sido realizadas radiografías del material. Se realizaron

dos nuevas exposiciones, la primera de 60 segundos a 70 Kv, utilizando películas Ilfor BB 54, que localizó un hueso no identificado a 7 mm de la parte posterior del cráneo. La segunda, utilizando película Kodak Industres "R" con una exposición de casi una hora.

Adyacente al cráneo, un espacio obturado con un tapón de madera, fue quitado para facilitar el área de trabajo. Se decidió retirar el cráneo cavando desde el lado donde estaba expuesto, cortando alrededor y por debajo, un pequeño bloque. Para esto se utilizaron varios instrumentos: un disco dental con bordes de diamante montado en un rotor manual. El corte se realizó inclinando el disco hacia abajo del cráneo y refrigerando el campo de trabajo con una pipeta y agua. Terminados los cortes alrededor y debajo del cráneo, se utilizó, para extender la entalladura, un taladro con distintas puntas de diamante (0,5 – 1,5 mm) refrigerando siempre con agua. El trabajo de discos y brocas dejó como remanente una pequeña columna que unía el cráneo al bloque. Se intentó seccionar ésta columna con una cinta diamantada, tarea que no dio resultado. Finalmente se decidió separar la pieza con cincel y martillo, tarea que se realizó con éxito. La tarea posterior se realizaría bajo lupa binocular.

Durante ésta etapa de la preparación, el equipo –lupa con servomotor para accionar el foco y dispositivo de iluminación empleado- es el descrito con anterioridad. Según el autor, debió trabajar ampliando el foco 40 veces.

El instrumento utilizado para preparar el cráneo fue una varilla de carburo de tungsteno de 1,5 mm afilada en forma de cincel, montada en un martillo dental a percusión de velocidad variable.

La técnica fue eficaz para exponer las superficies lisas de los huesos frontal izquierdo, parietal, lateroesfenoides y paraoccipital. Para despejar la parte posterior del cráneo, con desniveles y forámenes, debió utilizarse manualmente, una aguja de acero al carbono. Hasta ese momento el fósil había sido manipulado, haciéndose necesario incluir la zona derecha de éste en material de sostén. Antes de esto, se efectuó una réplica en resina epoxi, utilizando para el molde, caucho de siliconas. El medio utilizado para servir de apoyo fue la cera Carbowax 4000, derramada alrededor del cráneo contenido en una bandeja. Terminada la tarea la cera se disuelve con agua fría. Finalmente, la pieza fue reforzada con una mano de cianocrilato y la parte derecha del cráneo fue sumergida en Carbowax. Por primera vez fue posible ver en su posición natural la línea media del cráneo y así, estudiar y comparar la pieza con los ejemplares deteriorados de Berlín y Eichstatt.

Otra implementación técnica derivada de la industria minera fue utilizada. Se trata de la desagregación de rocas mediante impulsos eléctricos de alto voltaje, desarrollada por diversos países de Europa y Norteamérica. Basándose en dichas experiencias, los autores desarrollaron una técnica de aplicación de

hasta 100 Kv. La misma se utilizó con sedimentos fósilíferos cretácicos de los cuales se recuperaron abundantes dientes de tiburones, así como gran número de microfósiles piritizados. La separación de los fósiles de la matriz fue excelente (Saini-Eidukat y Weiblen, 1996).

## Paleobotánica y sus modernas técnicas

Durante la última década del siglo XX, el conocimiento de las semillas de las angiospermas se incrementó notablemente debido al descubrimiento de la bien preservada y rica paleoflora en el Cretácico tardío (90 Ma.) en New Jersey, USA. Los hallazgos incluyen gametófitos de musgos, rizomas, pecíolos y pínulas estériles y fértiles de helechos, follaje, conos y maderas de gimnospermas y flores, órganos florales completos, frutas, hojas y maderas de angiospermas. Los fósiles están carbonizados y en tres dimensiones y la extraordinaria preservación incluye caracteres celulares. Extraer los fósiles de la matriz de sedimentos no consolidados se realiza disolviendo en agua caliente y tamizando sucesivamente en finos cedazos. El concentrado orgánico logrado, se limpia con detergente activo para remover el exceso de arcilla. La arena se remueve con ligeros batidos que la separan de los fósiles y luego se procede a decantar el material orgánico. Otros minerales adheridos fueron removidos, tratando los fósiles con ácido fluohídrico seguido de sucesivos lavados con agua destilada. El secado es al aire y la separación del material bajo estéreo microscopio. La preparación para el examen se realiza con microscopio electrónico (SEM: Scanning Electron Microscopy) y los ejemplares seleccionados se montan en tacos y cubiertos con oro-paladio (Crepet *et al.*, 2001).

**Ámbar y copal:** Las resinas fósiles fueron conocidas por el hombre desde siempre, utilizándolas como adornos. Posteriores observaciones llevaron a identificar en muchos casos las inclusiones que se podían identificar. Los yacimientos principales son: en las costas del Mar Báltico, con una antigüedad de 60 a 40 Ma; en Chiapas, Méjico, con una antigüedad de 25 Ma.; en la Rep. Dominicana, de 20 Ma. de antigüedad; en New Jersey USA, con una antigüedad de 70 a 92 Ma; en España, con 110 Ma.; 120 Ma. en el Líbano; 54 Ma. en Francia y 50 Ma. en China. En Europa produce la resina el *Pinus succinifera*, en América la leguminosa *Hymenaea protera*. En América (Colombia) la *Bursera simaruba* produce el Copal, que en muchos casos tiene muy poca antigüedad (siglos); algo similar acontece en otras regiones con distintos vegetales, registrándose yacimientos en Madagascar, Kenia, Zanzíbar, Sierra Leona, Congo, Indonesia y Filipinas.

El estudio de las inclusiones llevó al desarrollo de diversas técnicas. Grimaldi *et al.*, (1994) menciona que Kornilowitsch en 1903 fue el primero en repor-

tar sobre la estructura de tejidos preservados en ámbar. Mierzejewski (1976 a), realizó los primeros estudios en SEM (Scanning Electrón Microscopy). Cada espécimen fue primero fotografiado con luz micrográfica, utilizando un Zeiss SV-8. El ámbar fue seccionado, dejando 3 a 4 mm en derredor de la inclusión. Luego se efectúa una muesca de 1,5 mm en la línea media del espécimen, utilizando una sierra circular montada en un torno manual. El polvo producido por el corte se limpia con soplete de aire comprimido. La muesca forma un círculo menor a 1 mm desde la inclusión. Con una herramienta de acero se hace presión para separar la pieza de ámbar en dos. Para la observación con SEM el extremo intacto de la pieza fue montada sobre un taco utilizando una generosa cantidad de pintura de plata. Se aplica 5 Å de oro-paladio. Se utiliza un Zeiss DSM (Digital Scanning Microscope).

Los ejemplares preparados para el microscopio electrónico de transmisión pasan por dos protocolos. Algunos ejemplares se embeben directamente en resina por inmersión durante 8 horas. En el segundo, los tejidos se rehidratan y deshidratan antes de su embebimiento en resina. Los ejemplares embebidos se polimerizan a 50° C en gelatina durante una noche, en cápsulas de gelatina. Las secciones ultrafinas se cortan del bloque polimerizado con el micrótopo, utilizando una cuchilla de compresión libre a 35°. Las secciones son teñidas. Todos los ejemplares fueron observados y fotografiados con un Zeiss TEM 10 microscopio de transmisión electrónico a 60 kv.

Otra técnica empleada más recientemente consiste en superar la opacidad de algunos ejemplares de la antigua savia. Dicha técnica fue desarrollada en el European Synchrotron Radiation Facility. Consiste en obtener imágenes del sincrotrón, técnica de rayos X más potente que las tomografías computadas y más precisa que los cortes por desgastamiento. Los paleontólogos franceses Malvina Lak y Paul Tafforeau la emplearon con ámbar de 100 Ma. del sudoeste de Francia. Localizados los ejemplares en la resina fósil, son reconstruidos como modelos computacionales y reproducidos tridimensionalmente en plástico.

Otra técnica desarrollada recientemente consiste en la disolución del ámbar para la recuperación de restos vegetales y de insectos (Azar, 1997). Asimismo, el estudio de hongos microscópicos.

## **Segunda mitad del siglo xx. Extensión de las investigaciones paleontológicas en Argentina**

Durante éste período, los estudios paleontológicos en Argentina se desarrollan con mayor asiduidad, pese a inconvenientes político-sociales. Participan grupos de investigación formados en distintas universidades del país, así como museos y otras instituciones nacionales, provinciales y hasta municipa-

les. La participación de distintos especialistas contribuye a formar cada vez con mayor claridad un esquema, dentro del cuadro mundial, del desarrollo de la vida en tiempos pretéricos en América del Sur y especialmente en el territorio de nuestra patria.

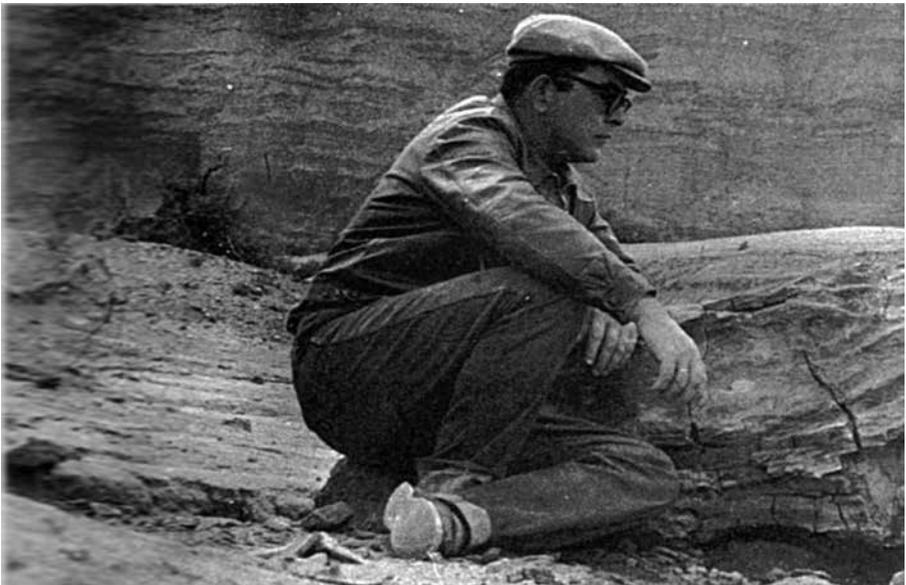
El 28 de diciembre de 1923, el Museo Nacional de Buenos Aires pasó a llamarse Museo Nacional de Historia Natural “Bernardino Rivadavia”. Los comienzos de éste período se caracterizaron por dos aspectos fundamentales. En primer lugar, la notable actividad de los aficionados, que superaban en número y empuje (y vehemencia generadora de no pocas estériles controversias) al incipiente grupo de paleontólogos con formación académica. En segundo lugar, es una etapa donde casi todo está por descubrirse. La acumulación de la información a través de las descripciones y la sistematización de las evidencias superaban en mucho a la generación de nuevas teorías. A principios del predominio del aspecto descriptivo por sobre el teórico, decía Reig “...si una ciencia continúa creciendo sólo en superficie, terminará por paralizarse por carecer de ideas”. Y terminaba parafraseando una frase de William James aplicaba como queja a la psicología de su época: “This is no science, it is only the hope of a science” (Esto no es ciencia, es solamente la esperanza de una ciencia). Próximo a comenzar la década de 1950, en el Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” se retiraría Alejandro Federico Bordas y comenzaban sus actividades Jorge Lucas Kraglievich, el hijo de Lucas, y Osvaldo Alfredo Reig (1929-1992).



Museo Nacional de Historia Natural “Bernardino Rivadavia”.

En 1948, Reig se instaló en un centro del interior, el Museo de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata, que sobre la base de la colección realizada por Lorenzo Scaglia y bajo la dirección de su hijo Galileo Juan Scaglia (1915-1989), se constituyó en “...pieza fundamental del impulso que recibió nuestra disciplina en los últimos años”, como bien señalara Reig en un artículo histórico.

La labor de Galileo, un extraordinario coleccionista y uno de los mejores preparadores con los que ha contado la paleontología de vertebrados de Argentina, se centró en los yacimientos del Cenozoico tardío de la costa atlántica, entre Mar del Plata y Miramar, pero también incursionó en los de la Patagonia



Osvaldo Alfredo Reig (1929-1992)

y Cuyo, donde en años posteriores se encontraba abocado a la colección y preparación de tetrápodos triásicos y cretácicos.

En 1952 apareció la primera entrega de la “Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata”, un ejemplar que reunía en sus 131 páginas el aporte de jóvenes paleovertebradólogos argentinos como Jorge Lucas Kraglievich, quien, siguiendo a su amigo Reig, se había instalado en el museo marplatense. Jorge Lucas dio a conocer aquí su trabajo preliminar (que lamentablemente se transformaría en definitivo) sobre el perfil geológico de Chapadmalal, un clásico para los estudiosos de la paleontología y estratigrafía de la zona. La revista recogió también el aporte de un investigador



Galileo Juan Scaglia (1915-1989)

extranjero de reconocida trayectoria: Bryan Patterson. A comienzos de la década de 1970, la “Revista” deja lugar a una nueva publicación, que en entregas individuales, publicaba investigaciones principalmente sobre los yacimientos cenozoicos de su área de influencia; allí dio a conocer en más de una oportunidad sus estudios el reconocido biólogo teórico y paleontólogo estadounidense George Gaylord Simpson.

Otro hito significativo a fines de la década de 1950 fue la creación del Laboratorio de Vertebrados Fósiles del Instituto Miguel Lillo en Tucumán, especialmente en lo que se refiere a los inicios de los modernos estudios paleoherpetológicos. Ese fue el destino de Osvaldo Reig luego de su paso por el Museo de Buenos Aires.

Cuando ya comenzaba el período actual de desarrollo de la paleontología de los vertebrados en la Argentina, se concreta la expedición de Alfred Sherwood Romer (Museum of Comparative Zoology, Harvard University) a los yacimientos triásicos. A comienzos de la década de 1930, Romer había sido informado por Huene de la riqueza fósilífera de Ischigualasto, en la provincia de San Juan. A fines de la década de 1950, cuando comenzaba el período actual de desarrollo de la paleontología de los vertebrados en la Argentina, el ya prestigioso paleontólogo norteamericano realizó un convenio con el Museo de Ciencias Naturales de Buenos Aires para la exploración conjunta de los yacimientos triásicos del oeste argentino. En esos años, Romer, acompañado por el joven paleontólogo Edwin Colbert, visitó la Argentina para hacer un reconocimiento previo de varias localidades fósilíferas, entre ellas los yacimientos de Mendoza, en la zona de Cacheuta-Potreriños e Ischigualasto. En 1958, Romer organizó la primera expedición científica a Ischigualasto en busca de fósiles

de vertebrados. Lo acompañaban su esposa y los técnicos Jimmy Jensen y Ernest Lewis. A su llegada a Ischigualasto se ponen en contacto con quién sería el baqueano de la expedición, Don Martín Villafañe, oriundo de Balde del Rosario. El sitio escogido para acampar dentro de Ischigualasto fue a la entrada del cañón de Agua de la Peña. Hicieron un importante acopio de materiales fósiles que fueron llevados a Estados Unidos.

Posteriores a la extinción del Pérmico, los registros paleontológicos se manifiestan en la región sur del continente de Gondwana: Sudáfrica, Brasil y Argentina. Todos los grupos de tetrápodos modernos tuvieron su origen en el Triásico: tortugas, lagartos, serpientes, esfenodontes, cocodrilos y mamíferos, mientras la *Flora de Glossopteris* fue remplazada por la *Flora de Dicroidium*.

En éstos yacimientos se ha podido estudiar la historia del reemplazo de los terápsidos por los arcosaurios, el origen de los dinosaurios y posiblemente el de los mamíferos. En Argentina, éste momento está representado por siete formaciones geológicas, cuatro de las cuales brindaron fósiles de gran importancia: a) Los reptiles de la Formación Puesto Viejo revisten un significado paleogeográfico muy ponderable dado que entre ellos se ha registrado por primera vez, fuera de África, a los géneros *Kannemeyeria* y *Cynognathus*, género perteneciente a la Zona de *Cynognathus* de África del Sur. b) Sigue luego la Formación Chañares, que se correlaciona con la Formación Santa María, en el Estado de Río Grande Do Sul, Brasil, aún con grupos faunísticos distintos. Unas 15 especies de terápsidos forman parte de la fauna de la Formación Chañares, donde todavía no existían los dinosaurios. c) Luego comenzaron a depositarse los sedimentos de la Formación Ischigualasto cuya fauna está integrada por terápsidos y arcosaurios por partes iguales. Entre los primeros dinosaurios de éstos depósitos: *Saurischia* y *Ornithischia* se encuentran formas carnívoras (*Herrerasaurus*, *Eoraptor*), omnívoras (*Panphagia* y *Saturnalia*) y herbívoras pequeñas, tal *Pisanosaurus mertii*. Al decir de Apésteeguía y Ares (2010): “La Formación Ischigualasto es uno de los sitios de mayor importancia en el mundo para la comprensión de las sucesiones faunísticas y florísticas durante el Triásico. Los restos fósiles se los encuentran dentro de concreciones, generalmente subesféricas, con abundante óxido de hierro. d) Sucedió luego la Formación Los Colorados con depósitos sedimentarios portadoras de restos de terápsidos del tamaño de un ratón, seguramente nocturnos e insectívoros, a los que bien podemos considerar como ancestros inmediatos de los primeros mamíferos, que se habrían originado hace unos 230 Ma. También en la Formación Los Colorados, de la provincia de La Rioja, se hallaron más de 15 esqueletos articulados de la tortuga *Palaeochersis talampayensis* y los dinosaurios saurópodos *Coloradisaurus* y *Riojasaurus* y el terópodo *Zupaysaurus*.

Los primeros representantes de los grupos de tetrápodos que vivieron en Argentina se hallaron en rocas del Triásico de Cacheuta (Mendoza) y del Valle de la Luna (Ischigualasto) en San Juan; se trata de (*Pelorocephalus mendozensis*) y *Chigutisaurus ischigualastensis*. El conjunto de materiales descritos por Rusconi es de gran significado para el conocimiento de éstos laberintodontes, especialmente por cuanto entre ellos se cuentan ejemplares realmente excepcionales, muchos de ellos hallados por el Prof. M. Tellechea que colaboró intensamente con Rusconi en las tareas de campo.

En 1960 se organizó un viaje de exploración a la localidad de El Tranquilo, en la provincia de Santa Cruz. Antecedentes aportados por geólogos, señalaban la presencia de restos de vertebrados. El grupo estaba integrado por Galileo Scaglia, Rodolfo Casamiquela y Jorge Zetti, quienes lograron una importante colección de restos de dinosaurios prosaurópodos triásicos (Plateosauridae), acrecentada luego por un segundo viaje de Casamiquela, donde se descubren huellas de tetrápodos. Cuenta Casamiquela: “Nos perdimos al oeste de San Julián, en Santa Cruz, en una gran meseta y después de pasar por un bosque petrificado, nos topamos con una cantera llena de lajas con pisadas. Allí estaban las huellas fósiles de un dinosaurio bípedo del tamaño de una gallina, de otro pequeño y cuadrúpedo y de algo más que resultó ser un mamífero primitivo al que luego bauticé como *Ameghinichnus patagonicus*. Todas esas huellas tenían 140 millones de años. La colección de lajas portando huellas de varios tipos de vertebrados es extraordinaria y se encuentra depositada en el Museo de La Plata. Rodolfo Magín Casamiquela (1932-2008) nació en Jacobacci, provincia de Río Negro. En 1949 creó el Museo de Jacobacci, estudiando de perito minero nacional. Una beca lo llevó a Bélgica, donde su interés por la paleontología se acrecentó, decidiéndolo a integrarse al Museo de La Plata y cursar la carrera de la especialidad. Carrera que abandonó en tercer año mientras ya publicaba trabajos sobre ranas fósiles y huellas de dinosaurios. También Casamiquela es partícipe de otra anécdota singular. La historia comienza con el descubrimiento en sedimentos de 150 millones de años, realizado por el paleobotánico Rafael Herbst junto al zoólogo Viera del Instituto Lillo de Tucumán, en territorio de Santa Cruz, del pequeño esqueleto de una rana de dos centímetros. Estudiados los restos por el especialista Osvaldo Reig colocaba a la rana *Vieraella herbsti*, en el comienzo de su filogenia en América del Sur. Un descubrimiento espectacular. Un par de años después, Herbst, Bonaparte y Casamiquela exploraban la misma región. Tras una jornada de búsqueda, Casamiquela halló una laja con la impresión de un esqueleto de rana. Una vez instalado en el Museo de La Plata, solicitó al Instituto Lillo el préstamo del material que poseía en sus colecciones y cuando lo tuvo en sus manos descubrió que ambas lajas coincidían perfectamente en dos partes que correspondían al



Rodolfo Magín Casamiquela (1932-2008)

mismo ejemplar. Tras el golpe militar de 1966, Casamiquela abandonó el país y se instaló en Chile, donde, con una tesis en paleontología obtuvo el título de doctor en biología. Tres años después, en 1970, volvió al país, y se hizo cargo de la dirección del Centro de investigaciones científicas de Río Negro, con sede en Viedma. En 1973 volvió a vincularse con el CONICET como investigador, pero en 1975 fue despedido por “razones de mejor servicio” y se fue a vivir a México. En 1984 fue convocado nuevamente por el CONICET, nombrado investigador principal, integrando el Consejo Directivo del Centro Nacional Patagónico de Puerto Madryn (Boido y Chiozza, 1988-89).

Alentado por los descubrimientos realizados por la expedición del Museum of Comparative Zoology (Harvard University) liderada por Alfred Romer, en Ischigualasto, Reig organiza dos expediciones a esos extensos y ricos yacimientos. El CONICET, creado en 1955, posibilitó dichas expediciones en 1959 y 1960, teniendo como punto de partida el Instituto Miguel Lillo de Tucumán, cuyo director, el Dr. Abraham Willink apoyó decididamente. La primera expedición contaba con la presencia de Galileo Scaglia, director del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata, José F. Bonaparte, fundador en 1947 del Museo de Ciencias Naturales “Carlos Ameghino” de Mercedes (Prov. de Bs. As.), el baqueano Victorino Herrera y su hijo, el coleccionista botánico, Sr. Cuezco y otro de zoología, el Sr. Gómez, el geólogo Dr. Rogelio Bellman, dos choferes y un cocinero. Todos ellos participaron en la búsqueda y extracción de fósiles (Bonaparte, 2010). Los nuevos materiales fueron publicados por Reig (1960), Casamiquela (1960) y Bonaparte (1962).

La segunda expedición a Ischigualasto se realizó con las universidades de La Plata y Buenos Aires. A los participantes anteriores se sumaron el técni-

co Orlando Gutiérrez y Martín Vince -quien se convertiría en un referente técnico de enorme valor por sus preparaciones y capacidad en el hallazgo de fósiles-, Casamiquela y el topógrafo Sr. Sisti. Durante éstas dos expediciones se colectaron abundantes materiales de cinodontes, de los cuales Bonaparte estudiaría los Travesodontidae y Chiniquodontidae, y los Rausuchidae y Aetosauria serían estudiados por Casamiquela y el mismo Reig. Luego, en 1961, Reig fue incorporado a la Universidad de Buenos Aires. De éste investigador,



Victorino Herrera.

se realizó un ajustadísimo resumen de su vida, logrado por Alberto Juan Solari en una carta de lectores dirigida a “Ciencia Hoy” (vol.10 (55), 2000) con motivo del décimo aniversario de su fallecimiento: “Reig fue probablemente el biólogo evolucionista argentino más importante del siglo que termina... Su dedicación a la evolución, genética evolutiva y la paleontología, en una sociedad cerrilmente oscurantista y clientelista, defendiendo principios democráticos y de equidad social, resultó desde el inicio una empresa quijotesca. Fue perseguido, dejado cesante, calumniado y silenciado durante más de treinta años, mientras realizaba aportes fundacionales a la paleobiología de los tetrápodos, a la evolución de los roedores y a la evolución cromosómica y enzimática de varios taxones. Exiliado en Venezuela y Chile, investigador visitante en los EE.UU., se autodenominó “científico itinerante”. Regresó a la Argentina en la

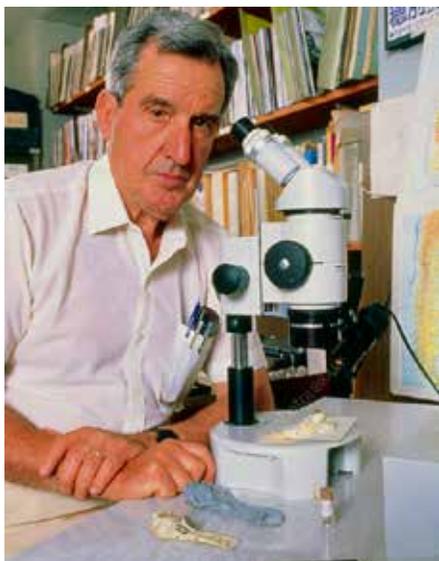
década de 1980, siendo designado profesor titular de Evolución en la Universidad de Buenos Aires. Tuvo tiempo aún para impulsar la constitución de una sociedad científica para el estudio de los mamíferos, la SAREM.

Retornando al Museo Argentino, Noemí Violeta Cattoi (1911-1965), que desde fines de la década de 1930 estaba integrada a la entonces Sección Paleozoología, se hizo cargo a comienzos de 1960 de la jefatura de la División Paleozoología (Vertebrados). Sus investigaciones pusieron énfasis en los mamíferos cenozoicos (notoungulados mesoterinos, tapiridos), incursionando asimismo en la paleornitología de ese momento del tiempo geológico. Fue docente de paleontología de vertebrados en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, cargo al que renunció para incorporarse a la carrera del investigador del CONICET, siendo la primera mujer paleontóloga integrada a ese organismo.

También concurría a la División Paleozoología del Museo Argentino, Guillermo del Corro, quien, producido el fallecimiento de Cattoi, se hizo cargo de esa División. Había realizado aportes sobre anuros cretácicos de Salta, pero su labor se centró fundamentalmente en tareas de investigación histórica sobre la geología en la Argentina o sobre el aporte a la biogeografía de la entonces reciente teoría de la tectónica global; publicó también un trabajo de investigación sobre los marsupiales microbioterios del Paleógeno de la Patagonia. Del Corro falleció en 1978.

En el Museo de La Plata, el retiro de Ángel Cabrera en febrero de 1947 generó un prolongado interregno en la actividad paleovertebradológica, el cual se rompería en 1957 cuando Rosendo Pascual (1925-2012) se hizo cargo interinamente de la cátedra de Paleontología y de la División Paleontología Vertebrados. Desde ese momento, Pascual, llevó adelante tareas de organización que le permitieron reunir un grupo docente, creando en 1959 la licenciatura en Paleontología de Vertebrados. En la actualidad son dos las Universidades que tienen incorporadas a sus planes de estudio aquellas de la Paleontología. Una es la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata y la otra la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Tonni, 2005).

En La Plata, los integrantes de ese grupo fundacional fueron Andreina Bocchino (1915-2001), paleontóloga discípula de Cabrera, y Pedro Bondesio (1920-2004), otro geólogo con vocación paleomastozoológica, y los primeros alumnos: Juan Arnaldo Pisano (muerto en 1967) un profesor de biología oriundo de Mercedes (provincia de Buenos Aires); otro mercedino, Jorge Zetti (1938-1974); el patagónico Rodolfo Casamiquela; dos extranjeros: el venezolano Oscar Odreman Rivas (muerto en 2015) y el boliviano Enrique Hortera Hinojosa (muerto en 1968); y solo un local, la platense Dolores Gondar.



Rosendo Pascual (1925-2012)

Acompañó a Pascual desde el laboratorio de la División Paleontología Vertebrados en esos primeros años, Lorenzo J. Parodi. Ingresado en 1937 como preparador de fósiles, Parodi, acompañado de sus dos hijas que realizaban tareas administrativas junto al ordenanza Juan José Moly, llevaba a cabo labores de mantenimiento de colecciones y de alguna pieza deteriorada de exhibición. Desde hacía años las labores paleontológicas en el campo de los vertebrados brillaban por su ausencia, así que el entusiasmo creado con la incorporación de alumnos y profesores avivó las actividades de los laboratorios. Comenzaron a realizarse salidas para coleccionar fósiles en los alrededores de La Plata y la provincia de Buenos Aires. A comienzo de los años 60' se hizo evidente la necesidad de dotar a los laboratorios de la División Paleontología de Vertebrados de personal y elementos de trabajo. Dos técnicos experimentados fueron contratados a través del CONICET e incorporados temporariamente a las labores de la División. Se trataba de Martín Vince, del Instituto Lillo de Tucumán y de Alberto García que había desarrollado tareas en el Museo Rivadavia, éste último trabajaría posteriormente en museos de Australia. Junto a ellos, y a modo de aprendiz colaboró el autor, quien y que concurría asiduamente a compartir tareas con Parodi. Se prepararon en esos momentos materiales de un dinosaurio excepcionalmente completos, (*Plateosaurus sp.* Casamiquela, 1964) provenientes del yacimiento Triásico de El Tranquilo, en Santa Cruz. Se fueron incorporando paulatinamente a las herramientas manuales tradicionales, los tornos y un martillo picador de Hoffmann. También se montó una piedra de corte, utilizada para desbastar rocas y se instaló un equipo Air-dent, cedido

por la Secretaría de Marina. Los productos para protección de los especímenes fueron remplazados, la laca a la piroxilina sustituyó a la laca en escamas diluida con alcohol. Muchas piezas continuaron reparándose con mastic, luego sustituido con diversos plásticos.

Posteriormente, en 1967, José Laza (el autor) fue incorporado a la Carrera del Técnico del Conicet y se sumó al equipo de la División Paleontología Vertebrados.

Pero el Museo de La Plata no es sólo un museo, es parte de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata. En 1968 culminaron su carrera como licenciados en Paleontología (vertebrados) el mencionado Oscar Odreman Rivas, Hebe Elisa Herrera, Hilda Delupi y Juan José Bianchini. En 1963 comenzó sus estudios Eduardo Pedro Tonni y, antes de finalizar la década, María Guiomar Vucetich y Zulma Nélica Brandoni de Gasparini. Éste grupo inicial en poco tiempo daría lugar al desarrollo y profundización de la tradicional temática paleomastozoológica y al surgimiento de nuevas líneas de investigación (icnología, paleoherpetología, paleornitología, paleoictiología, por citar algunas). Es notable el contraste de ese activo y numeroso grupo, con el siempre pequeño núcleo del Museo Argentino. Sin dudas que a ello contribuyó el hecho de que el Museo de La Plata forma parte de una unidad académica universitaria, motivo por el cual siempre existe personal disponible.

La jefatura de la División Paleontología Vertebrados llevada adelante por Rosendo Pascual desde 1957 se caracterizó por la libertad intelectual que imprimió, permitiendo la diversidad de líneas temáticas, logrando de ésta manera romper –como él mismo señaló– “...la longeva tradición del estudio de los mamíferos pampeanos”. Ello generó el surgimiento de un notable y diversificado grupo de especialistas que abrieron nuevos campos de investigación más allá del tradicional paleomastozoológico. Pascual se dedicó casi exclusivamente al estudio de los mamíferos del Terciario, especialmente de la Patagonia y, más recientemente, a los del Mesozoico. Su contribución al ordenamiento biocronológico del Cenozoico continental sudamericano es asimismo sumamente significativa; en 2005 se cumplieron 40 años de su obra sobre las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, realizada con un grupo de sus alumnos. Sus extensas jornadas de campaña lo llevaron a impactantes descubrimientos, tal el caso del mamífero de abelongo gondwánico *Sudamerica ameghinoi*, del Paleoceno de la Patagonia y del monotremata *Monotrematum sudamericanum*, el primer ornotorrico hallado fuera de Oceanía, también del Paleoceno de la Patagonia. Prosiguió investigando activamente sobre el recambio de mamíferos del Cretácico al Terciario y sobre el posible origen vicariante de la tribosfenia en Gondwana hasta su muerte en 2013.

En 1959, José Fernando Bonaparte, se incorporaba a la Universidad Nacional de Tucumán, en el recientemente creado Laboratorio de Vertebrados Fósiles, junto a Reig y Galileo Scaglia, constituyendo el grupo fundacional. Con el alejamiento de Reig en 1961, Bonaparte, acompañado por Scaglia y Martín Vince, como técnicos preparadores, se convierte en el organizador de los prolongados viajes de campaña a Ischigualasto y otras localidades con rocas mesozoicas del Oéste y Norte de Argentina. Éstos viajes de exploración se extendieron desde 1960 a 1975, fueron financiados por el CONICET y el aporte logístico de la Fundación Miguel Lillo. Permitieron descubrir una fauna de arcosaurios y terápsidos en la Formación Los Colorados y el mas antiguo dinosaurio ornitiquio en la Formación Las Lajas, próximo al cerro homónimo de La Rioja; la asociación de peces ganoideos y pterosaurios en el Cretácico Infe-



José Fernando Bonaparte (sentado, al frente) junto a su equipo en el Museo de Buenos Aires, 1989. De izquierda a derecha: L. Chiappe, J. Gomez, F. Novas, P. Puerta, A. Bonaparte, G. Rougier, O. Gutierrez y R. Vacca.

rior de San Luis, así como la fauna de terápsidos de la Formación Puesto Viejo y los terápsidos de la Formación Río Mendoza en Potrerillos. Lograron reunir las colecciones de tetrápodos triásicos más importantes del hemisferio Sur. Los estudios de Bonaparte sobre éstos vertebrados abrieron el camino a una nueva y promisoría línea de investigaciones que cobraba así impulso definitivo.

Después del viaje inicial dado en 1958 a través de la expedición conjunta entre el Museo de Buenos Aires y la Universidad de Harvard, dirigida por Alfred Romer a Ischigualasto -expedición que seguía los pasos de Frenguelli, quien más de una década atrás había puesto de relieve la importancia de esos yacimientos-, se organizó una segunda en el año 1964. Para ello se firmó un convenio entre el Museo de La Plata y el Museum of Comparative Zoology.

Después de infructuosas exploraciones en terrenos pérmicos, Romer inició exploraciones en el sector oriental de la cuenca triásica Ischigualasto-Villa



José Fernando Bonaparte y Martín Vince durante la extracción de un fósil.

Unión. Las tareas llevaron al hallazgo en la Formación Los Chañares de una fauna de arcosaurios y terápsidos numerosos y muy bien conservados. Romer contaba en su equipo con dos ayudantes de gran valor como los técnicos Jimmy Jensen y Arnie Lewis. La difusión periodística de los hallazgos llevó al gobernador de La Rioja a incautar los materiales fósiles y después de intensas gestiones a través del Rotary Club Internacional, del que el gobernador era socio, los materiales incautados fueron enviados a Harvard. De los más de 150 ejemplares colectados, solo regresaron al país 14 especímenes, los tipos, remitidos al Museo de La Plata y luego a la Universidad Provincial de La Rioja.

Con posterioridad el Instituto Lillo organizó a Los Chañares varias expediciones en los años 1965, 1966, 1968 y 1969. En años siguientes, en colaboración con el área de Paleontología del Museo Antropológico de la universidad riojana, el profesor José Pumares y ayudantes lograron ampliar la colección de tetrápodos en las dos instituciones intervinientes. La colección del Instituto Lillo, que iguala en importancia a la efectuada por Rommer, fue hábilmente preparada por el técnico Martín Vince, secundado por los hermanos Juan y Jorge Leal.

El Jurásico medio de la provincia de Chubut proveyó de abundantes restos de saurópodos como *Patagosaurus* y *Volkheimeria* y saurópodos como *Piatnit-*

*zkysaurus* y *Condoraptor*. También las rocas jurásicas de Santa Cruz proporcionaron huellas de *Delatorrichnus goyenechei*, así como las de *Sarmientichnus scagliaia*, que evidencian la presencia del grupo de los pequeños dinosaurios carnívoros celurosaurios y las de pequeños mamíferos como *Ameghinichnus*. De la misma edad, la rana *Notobatrachus digiustoi*, de Santa Cruz, es uno de los fósiles mejor documentados del grupo. Durante el Mesozoico, varios grupos de reptiles se desarrollaron en el mar: El primero fue el de los ictiosaurios, el segundo, el de los plesiosaurios. Los hubo de dos formas, una con cabeza pequeña y cuello largo y otro con cabeza grande y cuello reducido. Un ejemplar de éstos últimos es *Aristonectes parvidens* de Patagonia.

Los reptiles voladores se diversificaron en dos grupos: pterosaurios y aves. Los pterosaurios, primeros tetrápodos voladores, presentes desde finales del Triásico hasta el Cretácico, brindaron formas y tamaños muy variados. La mayor parte de sus réstos se han hallado en sedimentos marinos, indicación de la vecindad de sus habitats; entre las excepciones se halla el lacustre *Pterodaustro guñazui* del Cretácico inferior, descubierto por Scaglia y Bonaparte en 1970 en la Formación Lagarcito de San Luis y luego en Chile.

A principios de los años 60', la incorporación de alumnos a la reciente creación de la carrera de Paleontología alienta a la División Paleontología de Vertebrados del Museo de La Plata a la realización de nuevas tareas de campo. El jefe de dicha División, Dr. Rosendo Pascual y los alumnos Enrique Ortega Hinojosa y Eduardo Tonni, exploran en sedimentos del Mioceno superior de Salinas de Hidalgo de la provincia de La Pampa. A la rica colección de réstos de mamíferos fósiles obtenidos, se agregaron réstos de un ave voladora de enormes proporciones. Se trataba de un buitre Teratornítidae al que Tonni y Campbell llamaron, tiempo despues, *Argentavis magnificens*. Se estima que tenía una envergadura alar de 7 m con 8 m<sup>2</sup> de superficie y un peso superior a 70 kg. Réstos de formas emparentadas con *Argentavis*, fueron hallados en los yacimientos asfaltíferos pliocenos de Taima-Taima (Perú) y Rancho La Brea (California, Estados Unidos).

Alentados por los descubrimientos, Bonaparte y su grupo decidieron extender sus exploraciones en el Mesozoico continental de Argentina, deseosos de coleccionar materiales de dinosaurios y microvertebrados, especialmente mamíferos. Para ello contaban con los antecedentes efectuados por Casamiquela y Scaglia en 1961 cuando en areniscas del Jurásico de la localidad de Jaramillo descubrieron huellas fósiles de mamíferos y pequeños dinosaurios, durante una expedición conjunta entre el Museo de La Plata y el Instituto Lillo de Tucumán. El extenso estudio de las icnitas elaborado por Casamiquela en 1964, fue visto con indiferencia por los investigadores en general. *Ameghinichnus patagonicus* corresponde a icnitas de un pequeño mamífero, probablemente un multituber-

culata con características de andador-saltador. Hallazgos posteriores de réstos mamalianos en sedimentos de igual antigüedad corroboraron lo dicho por Casamiquela en forma inobjetable. Por la misma época, Casamiquela junto a Scaglia exploran el yacimiento triásico de El Tranquilo, hallando numerosos réstos de dinosaurios plateosauridae. La colección fue transportada desde Santa Cruz al Museo de La Plata, lugar de trabajo de Casamiquela. Para la preparación de los réstos fue contratado Martín Vince, del Instituto Lillo. El autor del presente trabajo hizo sus primeras prácticas en el laboreo con rocas compactas junto a Vince, quién le brindó múltiples enseñanzas.

A fines de la década de 1960, Tonni comenzó sus investigaciones sobre aves del Cenozoico de la Argentina, tema que desarrolló casi exclusivamente hasta la década de 1980 y sobre el cual dirigió tesis doctorales, aportando discípulos que continúan con las investigaciones paleornitológicas. Dirigió en la década de los 70' un plan de investigaciones geológico-paleontológicas en la región de la Laguna Chasicó, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Durante el mismo, desarrolló tareas numeroso personal, que publicó diversos trabajos relacionados con los estudios bioestratigráficos y la descripción de nuevos taxones de vertebrados fósiles. Actualmente trabaja fundamentalmente sobre bioestratigrafía del Cenozoico superior continental argentino y sudamericano, así como sobre aspectos climáticos del Pleistoceno y Holoceno y su relación con la biogeografía de distintos grupos de mamíferos y aves. Al jubilarse el Dr. Pascual, asumió como jefe de la División Paleontología Vertebrados del Museo de La Plata.

En 1967, Bonaparte da a conocer el hallazgo de réstos del cinodonte *Cynognathus* en la Formación Puesto Viejo del sur de Mendoza. Se extiende así la zona de *Cynognathus*, reconocida en principio para la cuenca del Karoo de Sudáfrica y posteriormente en el sur de Brasil.

Las exploraciones del Instituto Lillo, dirigidas por José Bonaparte, se extendieron a las provincias del norte donde se hallaron en sedimentos del Cretácico de la localidad el Brete, en Salta, numeroso material de dinosaurios saurópodos (utilizados para la tesis doctoral de Jaime Powell), terópodos y abundantes réstos de aves enantiornites. Los participantes fueron R. Cei, E. Pantorrilla, J.M. Chani y el chofer T.H. Fasola.

A fines de los años 60' se produce el descubrimiento de réstos de mamíferos en la secuencia sedimentaria denominada "Margas Multicolores" del norte argentino. La División Paleontología Vertebrados del Museo de La Plata organizó entonces un viaje a la zona: Cerro Campanorno, en el departamento de Guachipas, Salta. Posteriormente se visitó el yacimiento cretácico de la Formación Las Curtiembres coleccionando una importante cantidad de réstos de anuros, adultos y renacuajos, muchos de ellos articulados. La comisión estuvo integrada por Rosendo Pascual, Ana María Báez, (tesista del primero), y como técnico,

José Laza, el autor. A modo de anécdota, he narrado aquí sobre las condiciones de los organismos de investigación durante esa etapa. La economía del país estaba en malas condiciones, tanto que no existía posibilidad de adquirir herramientas e insumos. El técnico Laza no disponía de nada más que una pequeña caja con herramientas manuales de su propiedad. El material fósil hallado –cráneo de un mamífero- se encontraba engastado en un trozo de roca lo suficientemente dura como para impedir su desbastamiento con herramientas manuales. El torno manual que utilizaba, junto a un martillo picador de Hoffman, propiedad de Casamiquela, fueron retirados cuando éste viajó al exterior. Laza, decidido a preparar el material, que en ese momento se creía mesozoico, acudió a una vieja máquina de afeitar. Se trataba de un modelo Remington, con dos peines de corte de desplazamiento lateral. Desmontó uno de los peines y sobre el otro introdujo la pata de un enchufe eléctrico que soldó con resina plástica. La pata de enchufe poseía un tornillo lateral para la sujeción de cables, dispositivo que sirvió para asegurar una pequeña púa de fonógrafo de acero. La tarea demandó largo tiempo, pero dio resultado.

Tiempo después, Pascual desarrollaba un plan de investigaciones sobre los mamíferos del Terciario Inferior de Patagonia. Junto a un grupo de alumnos de la carrera de paleontología, viajó a las localidades de La Curandera y Cerro Guacho en Chubut. Localizado el yacimiento de La Gran Hondonada, descubierto por Roth a fines de siglo XIX en la provincia mencionada, establecieron campamento, realizando una extensa campaña. Trabajaron en sedimentos del Eoceno superior y la colección efectuada fue numerosísima. El grupo estaba integrado por Pascual, Odreman, Tonni y Gondar y contaban con herramientas apropiadas, como martillos picadores con motor a explosión adosados, lo que les permitió remover importantes cantidades de sedimentos.

En 1969 se produjo el fallecimiento de Lorenzo Parodi. El técnico Laza, interinamente a cargo de los laboratorios de preparación, diseñó un plan de remodelación y modernización de ambientes que, llevado a cabo, permitieron contar a la División Paleontología Vertebrados de cuatro laboratorios, uno de ellos adecuado a la preparación de fósiles con ácidos. Además de instalarse aire comprimido en todos ellos, iniciando posteriormente, la utilización de herramientas neumáticas. En 1970, personal de esa División, durante un viaje a Patagonia, sufrió un accidente automovilístico en proximidades de Bahía Blanca. Los integrantes del grupo, Pascual, Odreman, Tonni y Laza sufrieron heridas (los dos primeros de importancia). Durante los dos años siguientes, la dotación de esa institución se vería reducida y los trabajos de campo tendrían como único participante a Laza, quien participaría en el desarrollo del “Plan Patagonia”. Dicho Plan consistió en el estudio integral de una extensa área en la provincia de Chubut, con intención de actualizar a ese momento, los estudios geológicos

(sedimentológicos), y la bioestratigrafía del Terciario Inferior de Patagonia. Participaron del mismo, especialistas de todas las ramas de la paleontología y los resultados fueron ponderables.

A comienzos de la década de 1970, Zulma Nélica Brandoni de Gasparini estudio un cocodrilo marino fósil de Mendoza, con lo que dio comienzo a una línea de investigación que perdura hasta el presente, con el apoyo financiero de instituciones nacionales e internacionales. En la actualidad, encabeza un equipo interdisciplinario de investigadores y técnicos, que reúne a paleontólogos, sedimentólogos y geoquímicos. La búsqueda sistemática durante más de tres décadas le ha permitido reunir la colección de reptiles marinos titoniamos más importante del mundo y los restos más completos de los últimos mosasaurios y plesiosaurios que habitaron los mares del hemisferio sur. Es posible mencionar que gran parte de los materiales coleccionados, así como la totalidad de aquellos preparados, fue realizado por el personal de la División Paleontología Vertebrados, entre los que se encontraban O. Molina, jefe de preparadores, el técnico V. Melemenis y el autor. La preparación de éstos numerosos materiales requirió de diversas técnicas, desde las clásicas herramientas manuales a las neumáticas, tornos y ataques con ácidos. Gasparini, a comienzos de la década de 1990, coleccionó en sedimentos correspondientes a la base del Jurásico medio de Neuquén, los restos de un ictiosario que, estudiado por su discípula Marta Fernández, es denominado *Stenopterygius cayi*. Éste ictiosaurio es el único conocido de esa antigüedad, característica que comparte con *Maresaurus coccai*, un pliosaurio descubierto y descrito por Gasparini en 1997.

También a comienzos de la década de 1970, Gustavo J. Scillato Yané centraba sus estudios en los xenartros fósiles, un grupo extensamente representado en el Cenozoico de América del Sur, pero que desde los aportes de Ameghino y posteriormente de Kraglievich, había recibido poca atención. Sus investigaciones pronto adquirieron relevancia y reconocimiento internacional, siendo aceptados sus nuevos arreglos sistemáticos que incluyen entre otros, la jerarquía de Superorden para Xenarthra y el reconocimiento de los Pleiodonta como Orden. Éstos primeros estudios incluyeron también el de los más antiguos xenartros, unos dasipódidos del Paleoceno medio-tardío de Brasil. En relación con éstos, es curiosa la anécdota sobre su descubrimiento: durante un viaje realizado a Brasil por los Dres. Pascual y ArchÁngelsky, visitaron, en compañía del paleontólogo brasileño Paula Couto el yacimiento de Rio Chico. El Dr. ArchÁngelsky cargó dos pequeñas bolsas de sedimento del yacimiento con el fin de estudiar en La Plata, la posible aparición de polen fósil. Una vez en Argentina, las bolsas con sedimento fueron depositadas provisoriamente en el laboratorio donde trabajaba el autor. Pasados los días, el trabajo de in-

vestigación proyectado fue desechado por Archángelsky. Laza, en lugar de deshacerse de los sedimentos y enterado de los hallazgos de pequeños réstos de vertebrados en el yacimiento brasileño, decidió lavar éstos con un tamiz. El resultado fue fantástico, pues aparecieron numerosos dientes de mamíferos y las primeras placas del armadillo que luego estudiaría y publicaría Scillato-Yané (1976). Posteriormente, fueron hallados nuevos réstos.

A partir de sus estudios sobre la sistemática del grupo, Scillato enriquecería sus trabajos con información paleoclimática, paleoambiental, paleoecológica y paleobiológica. La exhaustiva revisión y descripción de nuevos taxones le permitió sentar las bases para la utilización bioestratigráfica de los xenartros, tan frecuentes en los yacimientos paleontológicos, especialmente de la región pampeana y que eran poco utilizables bioestratigráficamente dado su desactualizado estado sistemático.

María Guiomar Vucetich, al decir de Pascual "...una paleontóloga de extracción arqueológica... que muy buenamente podríamos calificar como triunfo sobre los arqueólogos, que no cedían en su empeño de retenerla", es una reconocida especialista en roedores caviomorfos. Sus aportes al conocimiento de la filogenia de éstos mamíferos, así como a las implicaciones climáticas, biogeográficas y bioestratigráficas derivadas de su estudio, fueron y son relevantes. Su primer discípulo, Diego Héctor Verzi, continúa con gran solvencia en una línea similar de investigación. Otro de sus discípulos, Carolina Vieytes, estudia la microestructura del esmalte de los roedores caviomorfos, incluyendo fósiles y vivientes.

Desde fines de la década de 1970, Alberto Luis Cione dio un impulso decisivo a los estudios paleoictiológicos, interesándose no sólo en los aspectos sistemáticos sino también en los filogenéticos, climáticos y bioestratigráficos. Su principal proyecto de investigación actual se refiere a la evolución de la ictiofauna de Sudamérica austral desde el Jurásico. Son importantes las colecciones efectuadas en el Cretácico de Salta y Jujuy, así como aquellas del Terciario inferior de Chubut, en las cuales participó, en tareas técnicas, el autor. A principios de la década de 1990, comenzó a desarrollar –en conjunto con Tonni– un esquema cronológico para el Cenozoico superior continental del extremo sur de América del Sur con fuerte base bioestratigráfica.

En el Laboratorio de Paleontología Vertebrados del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Ana María Báez es el núcleo de un grupo de jóvenes especialistas en paleoherpetología. Báez concluyó su tesis doctoral sobre anuros pípidos del Cretácico superior de Salta en 1975, bajo la dirección de Rosendo Pascual. A partir de la designación de Reig como profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Báez lo acompañó desarrollando una

significativa tarea en docencia e investigación. Realizó perfeccionamientos en el exterior y publicó con reconocidos investigadores, destacándose sus trabajos sobre herpetofaunas del Cretácico tardío y del Cenozoico de América del Sur y del Norte. Sus aportes a la filogenia de los más antiguos anuros del Jurásico de la Patagonia han recibido asimismo reconocimiento internacional.

Báez continuó con la formación de biólogos en el campo de los anuros actuales y fósiles y es uno de sus discípulos, Claudia Marsicano, quien se especializará en una nueva área, el estudio de los tetrápodos e icnitas del Triásico.

En 1975, las exploraciones del personal del Museo de La Plata se extendieron a los afloramientos Eoceno-Oligoceno de las formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera, en Pampa Grande, Salta, donde se coleccionaron numerosos materiales de mamíferos, astrapoteros y notoungulados, algunos de ellos estudiados por Rosendo Pascual.

En enero de 1975, Larry G. Marshall de la University of California junto al preparador del Museo Nacional Orlando Gutiérrez realizan tareas de recolección en sedimentos terciarios de las provincias de Santa Cruz y Chubut.

En Corrientes, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste, Blanca Beatriz Álvarez trabajó sobre mamíferos cuaternarios durante la década de 1970. Actualmente, estas investigaciones han sido retomadas por Alfredo Zurita y un pequeño grupo de alumnos.

En el Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de Diamante, Entre Ríos, se encuentra Jorge Ignacio Noriega, quién, luego de defender en La Plata su tesis doctoral sobre aves del Mioceno, continúa con la investigación paleornitológica en éste centro, involucrándose asimismo con el estudio de mamíferos neógenos de la Mesopotamia.

En la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, Jaime Powell comenzó trabajando sobre dinosaurios. A Powell se deben uno de los primeros estudios sobre huevos de dinosaurios en la Argentina. En años recientes amplió su interés a los mamíferos cuaternarios, especialmente en cuanto indicadores paleoambientales. El Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO) de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo es lugar de trabajo de Norma Nasif, Graciela Ésteban y Pablo Ortiz, que investigan principalmente sobre mamíferos cenozoicos.

En el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRI-CyT) de la ciudad de Mendoza, la investigadora española Esperanza Cerdeño, radicada en Argentina, trabaja activamente con mamíferos del Cenozoico de la región cuyana. En la misma institución, Bernardo González Riga, discípulo de Bonaparte, se especializa en dinosaurios saurópodos. En el Museo de San Rafael se encuentra desde 2003, Marcelo de la Fuente, actualmente a cargo de éste.

En el Instituto y Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, Oscar Alcocer y Ricardo Martínez, realizan estudios sobre tetrápodos mesozoicos, especialmente del Triásico, incluyendo aspectos taxonómicos.

En Universidad Nacional de San Luis, Andrea Arcucci continúa con sus estudios sobre tetrápodos del Triásico –entre ellos, los más antiguos tetanuros- y dinosaurios del Cretácico temprano.

En la provincia de Córdoba, Adan Tauber, doctorado en la Universidad Nacional de Córdoba, se ocupa del estudio de los mamíferos cuaternarios de la provincia.

En la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires, sede Olavarria, otro agredado de La Plata, José Luis Prado, trabaja sobre équidos y proboscídeos gonfotéridos. Junto al arqueólogo Gustavo Gabriel Politis dirigen el programa de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA), que incluye estudios sobre paleobiogeografía y paleoecología de vertebrados cuaternarios y sus relaciones con el hombre que llegaba a poblar éstos territorios.

En la Universidad Nacional de Mar del Plata, una discípula de Gasparini, Adriana Albino, trabaja y dirige tesis doctorales sobre grupos de ofidios y lagartos, especialmente cenozoicos. En la misma unidad académica trabaja principalmente sobre roedores cenozoicos, Carlos Quintana.

Teresa Manera de Bianco y Silvia Aramayo, del Departamento de Paleontología y Geología de la Universidad Nacional del Sur de la provincia de Buenos Aires y Museo de Ciencias Naturales “Carlos Darwin” de Punta Alta, han dado un nuevo impulso al estudio de icnitas de mamíferos cuaternarios, como consecuencia de un extraordinario yacimiento descubierto en Pehuen-Co.

En la Universidad Nacional de La Pampa, Claudia Montalvo investiga sobre mamíferos neógenos y aspectos tafonómicos de los yacimientos.

En el Museo Egidio Feruglio de Trelew se desempeñó durante varios años Edgardo Ortiz-Jaureguizar, quien continúa estudios sobre mamíferos del Terciario y Cuaternario, ahora en el Museo de La Plata. En el CENPAT de Puerto Madryn desarrollan sus actividades la ya mencionada Teresa Dozo en paleoneurología de mamíferos cenozoicos y Ulises Franciso José Pardiñas sobre micromamíferos cuaternarios, especialmente cricétidos.

En el Centro Paleontológico Lago Barreales, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Jorge Calvo desarrolla investigaciones sobre reptiles fósiles continentales en general, mientras que en la Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Leonardo Salgado y jóvenes tesis egresados de la Universidad Nacional de La Plata, trabajan activamente en dinosaurios saurópodos, incluyendo los recientes hallazgos sobre nidadas de éstos y otros reptiles.

En el Museo Carmen Funes de Plaza Huincul, Neuquén, Rodolfo Coria realiza sus investigaciones sobre dinosaurios, especialmente del Cretácico de la Cuenca Neuquina; sus contribuciones involucran aspectos sistemáticos, filogenéticos y paleobiológicos.

Recientemente se incorporaron al museo dos tesis que investigan distintos aspectos de la evolución de los dinosaurios carnívoros. La labor de Coria, al igual que la de Calvo y Salgado, permitió construir el conocimiento que en la actualidad se posee sobre una buena parte de éstos reptiles y su evolución en el extremo sur de América del Sur.

En el Museo de La Plata, Juan Carlos Quiroga (1951-1988) le proporcionó a la paleoneurología una identidad renovada. Quiroga, recibido de médico, nunca ejerció la profesión. Desde un comienzo, los estudios neurológicos, histológicos y morfológicos lo atraparon y decidieron su vocación por la investigación científica. Su tesis doctoral sobre el origen del cerebro de los mamíferos presentada en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata constituye un avance singular en el conocimiento del origen del modelo cerebral mamaliano. Ingresado a la carrera del investigador del CONICET, realizó una intensa labor, altamente creativa y original. Sus investigaciones se centraron en la paleoneurología de marsupiales y ungulados nativos (litopternos) así como en la paleoneurología evolutiva de la transición terápsido-mamífero. Su trabajo póstumo sobre la cuantificación de la corteza cerebral en moldes endocraneanos de mamíferos es una muestra excelente de su constante búsqueda de novedosos y pertinentes procedimientos de investi-



Juan Carlos Quiroga (1951-1988)

gación. Fue asimismo un excelente dibujante y fotógrafo, actividad ésta última en la que pudo demostrar tanto su sensibilidad artística a través de exposiciones, como su faz técnica específica, con el desarrollo de métodos en macro y estérefotografía aplicados a la paleontología. La búsqueda de nuevos materiales de estudio lo llevó a montar prolongadas campañas a la Patagonia y a la región pampeana, convirtiéndose rápidamente en un notable conocedor de la problemática estratigráfica de ambas regiones; tanto que llegó a incursionar en la estratigrafía teórica, especialmente en aquella del Cenozoico superior continental. Sus viajes a Patagonia lo llevaron, junto a sus amigos Pérez y Laza, al descubrimiento de yacimientos eocenos de gran riqueza, donde se coleccionaron numerosos cráneos de mamíferos, luego estudiados a través de moldes endocraneales. Días antes de su fallecimiento, cuando la enfermedad que lo aquejaba había recrudecido, presidió las V Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados donde, además presentó dos comunicaciones sobre paleoneurología de mamíferos proterotéridos. El engorroso campo de la investigación paleoneurológica quedó definitivamente establecido, ya que actualmente continúa a través de su discípula, Teresa Dozo.

Ya en 1975, el Dr. Bonaparte disponía de materiales coleccionados en rocas de formaciones que abarcaban, desde la base del Triásico medio hasta el Triásico Superior y contabilizaban una abundante cantidad de cinodontes (carnívoros-insectívoros y herbívoros). Decidido a extender las exploraciones, Bonaparte, junto con el investigador W. Crompton de la Universidad de Harvard elaboraron un plan presentado, para su financiación a la National Geographic Society. Aprobado el mismo, en enero y febrero de 1976 se realizaron trabajos de exploración en diferentes niveles del Cretácico, Jurásico y Triásico de las provincias de Neuquén, Chubut y Santa Cruz. Los resultados, espectaculares, consistieron en el descubrimiento de restos de titanosurios, en el Cretácico, así como también del primer nido de dinosaurios prosaurópodos del Triásico superior con 11 pichones y dos huevos, además de un ejemplar de un metro de longitud (*Musaurus*). En 1977 realizó la segunda expedición y el lugar de trabajo fue Cerro Cóndor, en Chubut, donde en sedimentos del Jurásico Superior, coleccionó restos de dinosaurios terópodos y saurópodos. En 1978, prosiguieron las investigaciones en la provincia citada, coleccionando materiales de saurópodos del Cretácico de la Formación Gorro Frigio y el hallazgo en la Formación jurásica Cañadón Asfalto, de restos del gran saurópodo *Patagosaurus fariasi*.

En 1979 el Dr. Bonaparte pasa a dirigir la División Paleontología del Museo Argentino de Ciencias Naturales de Buenos Aires. Desde allí organiza la cuarta expedición a Patagonia, donde continuaron las tareas de extracción de los materiales descubiertos el año anterior, correspondientes a 4 o 5 individuos de *Patagosaurus* de diferente talla. También trabajó el grupo en la Formación

Bajo Barreal (Cretácico superior), coleccionando réstos de un terópodo, un pleurodira y parte de un surópodo, tarea que continuaría al año siguiente. Los partícipes del viaje fueron Vince, Powell, Gutiérrez y Bonaparte.

Hacia finales de los años 70' Edgardo Rolleri, geólogo de YPF invita a Rosendo Pascual a visitar posibles yacimientos de vertebrados en la zona de Cerro Lotena, Neuquén. Se confirman algunos hallazgos anteriores y la región proporciona abundantes réstos de ictiosaurios, plesiosaurios, quelonios marinos y peces. A partir de ese momento se inician trabajos de prospección detallados, lográndose reunir importantes colecciones de fósiles con la participación del personal del Museo de Zapala. Posteriormente, Gasparini *et al.* (2007) al referirse a las faunas marinas de vertebrados del Jurásico y Cretácico sostienen que las faunas de reptiles marinos del jurásico de Argentina y Chile corresponden a géneros registrados en el Tethys Occidental o vinculadas a formas europeas y de América del Norte. Dichos elementos faunísticos llegaron a habitar esas zonas debido a la ruptura de la Pangea y la conexión del Thethys Occidental con el Pacífico Oriental a través del Corredor Caribeño. En cuanto al Cretácico, las estrechas vinculaciones paleobiogeográficas durante el Cretácico superior entre las faunas marinas de Patagonia, Península Antártica, sur de Australia y Nueva Zelanda estaban basadas en evidencias aportadas por los invertebrados. Los recientes descubrimientos de plesiosarios y mosasaurios del norte de Patagonia y de Antártida han dado un nuevo marco a las discusiones sobre la biogeografía del Cretácico Superior de Gondwana.

La 5ta. expedición fue organizada en dos comisiones, una trabajaría en el Terciario Inferior de Cañadón Hondo, Chubut, integrada por M. Soria, J. Gómez, A. Fernández y F. Novas; la otra comisión, que desarrollaría su labor en sedimentos mesozoicos, estaba integrada por M. Vince, J.C. Quiroga y Bonaparte. El hallazgo de réstos de un titanosaurio en sedimentos de extrema dureza, llevaron a la decisión de tomar un molde -de una serie de vértebras dorsales y sacras articuladas-, en resina. El trabajo de taseado múltiple para ésta tarea es digno de mención. Powell denominó a éste dinosaurio como *Epachthosaurus*. Luego, la comisión extrajo réstos de *Argyrosaurus* en el Río Senguer, prosiguiendo hacia la zona de El Tranquilo en Santa Cruz donde coleccionaron parte del esqueleto de un prosaurópodo. Ya en Chubut, exploraron Sierra Cuadrada coleccionando réstos aislados de grandes saurópodos. Posteriormente se dirigieron a Cerro Cóndor, donde extrajeron materiales del terópodo *Piatnitzkysaurus floresi*, estudiado por Bonaparte en 1979, completando la carga de los vehículos de la expedición, un camión "guerrero" frontal modelo 1945 y un Ford V8 modelo 1950.

El hallazgo de fósiles en rocas del Cretácico se multiplica enormemente. El Cretácico inferior y medio está bien representado en Neuquén y Chubut, momento que se destaca como la época de los gigantes como *Argentinosaurus*

*huinculensis* de 35 metros de largo, *Puertasaurus* y *Futalongkosaurus* hallado en Lago Barreales. También habitaron los mayores dinosaurios carnívoros conocidos como *Tyrannotitan* de Chubut, cuyo linaje se continuaría en *Giganotosaurus* y *Mapusaurus* de Neuquén, que rondaban los 15 metros de largo y que convivieron con el saurópodo *Chubutisaurus*. Asimismo, se hallaron pequeños carnívoros, que darían origen a formas mayores como *Carnotaurus* o *Abelisaurus* y durante el Cretácico superior se diferenciarían los corpulentos *Aucasaurus* y *Skorpiovenator* de Neuquén, Río Negro y Chubut.

El discípulo de Bonaparte, Fernando Novas, luego de defender su tesis doctoral en la década de 1980, continúa trabajando especialmente en dinosaurios terópodos, siendo muy significativos sus aportes al conocimiento de los maniraptores. Su interés se ha diversificado asimismo hacia otros reptiles como los cocodrilos, esfenodontes y dinosaurios ornitisquios.

Miguel Fernando Soria (h) (1952-1990), egresado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, desarrolló una intensa labor, que se centró a lo largo de diez años en el Museo Argentino, en el estudio de la diversidad y la evolución de los ungulados fósiles sudamericanos. Sus trabajos se caracterizan por trascender la descripción de nuevos taxones, internándose en el desarrollo de hipótesis filogenéticas tan novedosas como provocativas. Durante la década 1980 – 1990, Soria trabajó en un plan conjunto con el equipo de la State University of New York at Stony Brook dirigido por el Dr. John Fleagle. Realizaron numerosas expediciones con numerosos participantes –argentinos y extranjeros-. En la patagónica provincia de Santa Cruz, trabajaron en las localidades de Monte Obsevación, Monte León, Cañadón Jack, Gobernador Gregores, Éstancia La Costa, Río Chalia, Lago Cardiel y Karaiken, coleccionando centenares de fósiles (Vizcaino *et al.* 2013).

La sexta expedición del doctor Bonaparte, se realiza a principios de 1982 dirigiéndose a la zona de Arroyo Verde en el sudeste de la Provincia de Río Negro, donde afloran sedimentos de la Formación Los Alamos. Integrantes del Servicio Geológico Nacional habían denunciado la presencia de restos de dinosaurios, los que correspondían al género norteamericano de hadrosaurios *Kritosaurus*, así como restos de tortugas, peces pulmonados y escasos restos de saurópodos. Dicha asociación, semejante a los descubrimientos realizados en Estados Unidos, donde se hallaron mamíferos, hizo abrigar esperanzas de hallazgos semejantes en ese yacimiento.

La expedición continuó trabajando en rocas del Jurásico Medio de Cerro Cándor donde extrajeron un segundo ejemplar de *Pianitzkysaurus floresii* y de *Patagosaurus fariasi*.

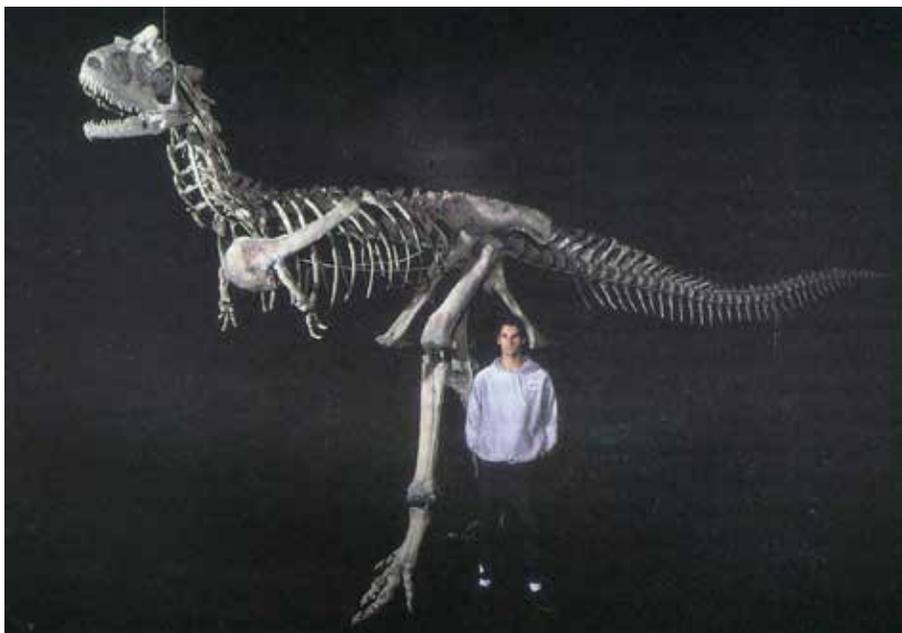
A principios de 1983 se realizó la séptima expedición a Patagonia. Durante enero se extrajeron restos del saurópodo *Patagosaurus* en sedimentos de Cerro

Cóndor, trasladándose luego la expedición a la Provincia de Río Negro, zona de Los Alamitos. Se intensificaron allí las tareas destinadas a la localización de restos de microvertebrados. Participaron de dichas tareas Marcelo Rougier, Adrián Bonaparte, Jaime Powell y José Bonaparte. El día 14 de febrero fue hallado el primer molar de mamífero mesozoico en Argentina, junto a centenares de vértebras de peces, ofidios, fragmentos craneanos y poscraneanos de anuros, dientes aislados de saurópodos, terópodos, hadrosaurios y probables cocodrilos, así como restos varios de tortugas quelidas. Muy próximo al yacimiento se extrajeron los restos del titanosaurio *Aeolosaurus*. El grupo expedicionario recibió la visita de los Dres. John Fleagle y Thomas Bown, de la Universidad de Nueva York y el becario del CONICET Lic. Oscar Donadío, grupo que estaba recolectando restos de primates en el Oligoceno-Mioceno de Patagonia. El hallazgo del resto de mamífero fue telegrafiado a la National Geographic Society y al Dr. G.G. Simpson, desde la localidad de Sierra Grande.

En enero de 1984 se inició la octava expedición a Patagonia, integrada por nueve personas. Los primeros días se exploró la zona de El Abra, al oeste de Valcheta, en Río Negro, viajando a continuación a la zona de la Estancia Los Alamitos. La búsqueda de mamíferos se desarrolló por medio de zarandas de malla fina. Se hallaron dientes del mamífero multituberculado *Gondwanatherium*. También se extrajeron restos de hadrosaurios. El grupo se dirigió luego al norte de Chubut, Bajada Moreno, donde el poblador Ángel Sastre halló restos de un terópodo, que comunicó al geólogo Dr. Ardolino, quien informó al grupo. El hallazgo se encontraba en capas de la Formación La Colonia, perteneciente al Cretácico. Tuvo que despejarse una senda entre el campamento y el lugar del hallazgo, para transportar los materiales en carretilla. El ejemplar, articulado, se encontraba prácticamente completo, con claras impresiones de su piel, dentro de una concreción hematítica muy dura y espesa. Tras trabajar durante 20 días fue posible extraer el cráneo del dinosaurio carnívoro *Carnotaurus sastrei*. El esqueleto de *Carnotaurus* fue montado en el Museo de Ciencias Naturales de Buenos Aires.

El viaje prosiguió luego hacia La Amarga, localidad en el sur de Neuquén, donde Guillermo Rougier descubrió los restos del saurópodo *Amargasaurus cazau*, provisto de enormes espinas neurales bifurcadas. La excavación se continuó en 1985, extrayéndose gran parte del esqueleto.

Continuando con el proyecto "Vertebrados Jurásicos y Cretácicos de América del Sur", se inició en enero de 1985 la novena expedición a Patagonia. Integrando el numeroso grupo de quince personas se encontraba el Dr. Renato Andreis, geólogo que estudiaría las condiciones ambientales de la Formación Los Alamitos, en los sitios ya visitados durante 1983 y 84. Las observaciones sedimentológicas llevaron a la conclusión de que los depósitos portadores de



El esqueleto de *Carnotaurus* montado en el Museo de Ciencias Naturales de Bs. As., junto a Marcelo Isasi, jefe de preparadores de vertebrados de esa institución.

microvertebrados correspondían a los de un lago. Los materiales levigados fueron revisados en el campamento durante los días de mal tiempo.

También fueron colectados bloques de sedimento de capas cementadas para disolverlas en laboratorio mediante la utilización de ácidos. En 1999, S. Tancoff, del laboratorio del Museo Egidio Feruglio de Trelew, propuso establecer parámetros para el manejo de ácidos en la disolución de rocas portadoras de restos fósiles pequeños. El químico propiciaba el ataque de distintas concentraciones de ácido acético sobre materiales carbonáticos procedente del Jurásico de la Formación Cañadón Asfalto, de Cerro Cóndor, Chubut.

Se realizaron numerosos hallazgos de restos de micromamíferos, participando de ellos la Lic. Silvana Montanelli, la Prof. Mónica Esquivel, Liliana Lococo y Pablo Puerta. Los restos hallados correspondientes a los géneros *Mesungulatum*, *Groebertherium* y *Gondwanatherium*, aumentaron luego de los trabajos de prospección y preparación en laboratorio. Se han reconocido 14 especies no trifosfénicas de mamíferos, siendo el descubrimiento de éstos multituberculados los primeros en continentes de Gondwana. La expedición continuó sus tareas en la localidad de La Amarga en Neuquén, en sedimentos continentales de la formación homónima, con intención de completar la extracción del esqueleto del saurópodo *Amargasaurus*. Finalizada la tarea, el gru-

po se dedicó a explorar los alrededores, momento en que el preparador Martín Vince efectuó un hallazgo espectacular. Un grupo de pequeños huesos fue extraído en bloque y enyesado. La preparación de dichos materiales dio como resultado el hallazgo del primer mamífero neocomiano de todo Gondwana (Bonaparte y Migale, 2010). *Vinceléstes Neuquénianus* fue comunicado en el IV Congreso Argentino de Paleontología de Mendoza en noviembre de 1986.

La décima expedición a Patagonia se inició en enero de 1986, integrada por ocho personas. Visitaron la localidad de Los Alamitos, donde coleccionaron concentrado de materiales levigados que luego serían revisados en laboratorio. También descubrieron restos de un hadrosaurio y un titanosaurio, mientras continuaron los estudios paleoambientales por parte del Dr. Renato Andreis. Recibieron la visita en el campamento del Dr. Malcolm Mc Kenna y señora. El grupo se dirigió entonces hacia el yacimiento de la Formación La Amarga, en Neuquén, sitio donde se encontraron los restos de *Vinceléstes*. Ante la sugerencia de la esposa del visitante, de iniciar una excavación, se realizó la misma, lográndose coleccionar seis cráneos completos, numerosas mandíbulas y gran cantidad de huesos. Hasta el momento, aún cuando el registro mundial de mamíferos del Neocomiano-Aptiano tiene numerosas referencias, la única especie de theria representado por materiales completos, craneanos y post-craneanos es *Vincelestes Neuquénianus* del norte de la Patagonia (Bonaparte y Migale, 2010). Guillermo W. Rougier presentó su tesis doctoral en 1992, en un detallado trabajo sobre la anatomía de *Vinceléstes*. Sumados a esos restos, la Formación La Amarga aportó restos pertenecientes a Pterosauria, Crocodilia, Sauropoda, Therópoda y Ornithischia.

Las tareas durante la semana final de la expedición se desarrollaron en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Comahue donde el equipo montó una réplica del terópodo *Pianitzkysaurus floresi* como parte de las tareas de colaboración con dicha institución.

En julio de 1986 se inauguró en Tokio una exposición con material de vertebrados fósiles del Museo de La Plata, participaron el Decano Dr. I. Schalamuk, el Dr. R. Pascual, y los técnicos Omar Molina y Víctor Melemenis. En agosto de 1987, dicha institución inauguró el servicio de microscopía electrónica de barrido.

A principios de 1987, Bonaparte inició la expedición décima primera expedición a Patagonia. Los avances logrados en el estudio de los mamíferos cretácicos, decidió la invitación a participar de la misma a la Profesora Zofia Kielan-Jaworowska, de la Academia de Ciencias de Polonia. La misma posee una enorme experiencia sobre el tema al haber liderado numerosas expediciones al Cretácico de Mongolia. La investigadora polaca revisó los materiales argentinos y destacó la enorme diferencia de los mismos con los materiales de Laurasia, conocidos

por ella. El grupo realizó tareas de levigación de sedimentos en diversos yacimientos cretácicos de Río Negro y Neuquén, en las formaciones La Amarga, Río Limay, Coli Toro, Angostura Colorada, Río Colorado y Los Alamitos.

La expedición décima segunda expedición se realizó entre enero y marzo de 1988 con la participación de 11 personas. Comenzaron trabajando en la Formación Candeleros, al Oéste de la Villa El Chocón, en la provincia de Neuquén. Allí, el geólogo Jorge Calvo, quién dicta clase sobre vertebrados fósiles en la Universidad Nacional del Comahue, había hallado y extraído parte del esqueleto del titanosaurio primitivo *Andesaurus delgadoi*; excavaron los réstos existentes y otro esqueleto de la misma especie, completo, hallado por el inspector de líneas de Hidronor, el Sr. Tessone. Los dos ejemplares mostraban poseer piedras gástricas. La Formación Candeleros, explorada por Calvo, es portadora de una variada cantidad de icnitas de dinosaurios terópodos, saurópodos y ornitisquios. También exploraron los sedimentos de la superpuesta Formación Huincul, también cretácica. Prosiguieron los trabajos en la zona de La Cortadera-La Amarga, unos 70 km. Al sur de Zapala, en la misma provincia de Neuquén, en sedimentos de la Formación Mulichinco, cretácico inferior, donde hallaron escasos réstos de surópodos y terópodos junto a abundantes réstos de troncos petrificados. La Formación La Amarga, en proximidades del puesto del cacique mapuche Sr. Crespo, brindó diversos réstos de saurópodos, terópodos, pterosaurios y eventuales réstos de mamíferos, más el novedoso registro de éstegosaurios. Prosiguieron luego la prospección en afloramientos de la Formación jurásica Challa-Co, donde registraron por primera vez réstos de dinosaurios saurópodos.

Tres integrantes de la expedición: José Bonaparte, Rodolfo Coria y Pablo Puerta, viajaron luego a la provincia de Santa Cruz, para participar en la filmación de la película “Evolución geológica de la Patagonia”, solventada por el CONICET y el Instituto Nacional de Cinematografía. Parte de la filmación se efectuó en la zona visitada por Casamiquela y Scaglia en 1960, en proximidades de Tres Cerros. La cantera de materiales de revestimiento, hoy abandonada, encierra niveles con icnitas de dinosaurios bípedos, mamíferos y otros vertebrados, así como huellas de dos tipos de artrópodos. Tal asociación de icnitas jurásicas se extiende por un área considerable, uno de cuyos afloramientos, 1,5 km al éste de la éstancia de la familia Naves, presenta un gran árbol petrificado en pié y diversas “rastrilladas” con las huellas mencionadas. La filmación continuó en la región triásica de El Tranquilo. La expedición se reunió a continuación en el Bajo de Santa Rosa, en Río Negro. Allí, en las formaciones Allen y Jagüel, recolectan huevos de dinosaurios en un sitio de nidadas muy extendido. Un poblador de la zona, el Sr. Berthet, poseedor de varios ejemplares muy bien conservados utiliza uno de éstos huevos como alhajero. Los nidos

hallados corresponderían a probables saurópodos. En la etapa final de ésta larga expedición, visitaron el yacimiento de Los Alamitos, donde obtuvieron varias bolsas de concentrado levigado para transportar al Museo Argentino y ser revisado en laboratorio, en busca de restos de mamíferos.

Ese mismo año de 1988, se organizó una expedición a los afloramientos de Ischigualasto; la integran personal de la Universidad de Chicago (Pol Sereno), del Museo Bernardino Rivadavia (José Bonaparte) y del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de San Juan (Adriana Arcucci). Los trabajos dieron como resultado el hallazgo de un nuevo esqueleto de *Herrerasaurus*, con su cráneo, hasta ese momento desconocido.

En 1988, Marcelo Saúl de la Fuente defendió su tesis doctoral sobre las tortugas del Cenozoico argentino. Continúa en la actualidad con el estudio de éstos reptiles, incluyendo a los del Mesozoico. En San Rafael (Mendoza) donde actualmente se encuentra, organizó el departamento de paleontología del Museo de Historia Natural. De la Fuente dirigió una tesis doctoral sobre tortugas y cocodrilos del Paleoceno de Patagonia.

Cladudia Patricia Tambussi defendió en 1989 su tesis doctoral sobre aves del Cenozoico tardío, línea de investigación que continúa actualmente y que amplió al Paleógeno y Mesozoico tardío; participa de la formación de recursos humanos, habiendo concluido la dirección de la tesis doctoral de Carolina Irena Acosta Hospitalache sobre esfenisciformes del Terciario de Patagonia.

La expedición décima tercera expedición de Bonaparte a Patagonia fue financiada en parte por la National Geographic Society. Se extendió desde el 9 de enero de 1989 hasta el 27 de febrero. Participaron: Leonardo Salgado, Guillermo Rougier, Adrián Bonaparte, Martín Vince, Orlando Gutiérrez, Raúl Vaca, Reyna Carrasco, Juan J. Bonaparte, Jorge Calvo, Pablo Puerta, Rodolfo Coria y Guillermo Fascio. La primera etapa de los trabajos se realizó en la Formación cretácica Candeleros, en el Chocón, donde extrajeron seis esqueletos mas o menos completos del cocodrilo *Araripesuchus*, estudiado posteriormente por Gasparini *et al.* (2000).

Un grupo de participantes se dirigió a Plaza Huincul con el fin de recuperar otros restos provenientes del gran saurópodo *Argentinosaurus huinculensis*, restos que fueron recuperados con la colaboración de YPF, quién facilitó herramientas neumáticas, grupo electrógeno, guinche y camión para el traslado de los enormes restos. Las tareas de recuperación de los restos llevaron a que la intendencia incorporara posteriormente al Profesor Rodolfo Coria a la dirección del Museo Carmen Funes de esa localidad.

El mismo grupo trabajó luego durante una semana en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad del Comahue, preparando el esqueleto de *Limaysaurus*, excavado el año anterior en la Formación Candeleros. Luego los expe-

dicionarios realizaron prospecciones en sedimentos de la Formación cretácica Bajada Colorada, en las capas jurásicas del paraje El Sauce y en afloramientos de la Formación La Amarga con pobres resultados. Visitadas las capas marinas del Jurásico de Cerro Lotena, donde se descubrieron materiales de *Geosaurus*, un ejemplar completo del ictiosaurio *Caypullisaurus bonapartei*, además de materiales fragmentarios de ictiosaurios y cocodrilos marinos. Luego se tramitaron permisos ante la Dirección de Cultura de la Provincia de Río Negro para explorar la región y viajaron a la localidad de Los Alamitos donde extrajeron numerosos réstos de un titanosaurio descubierto por Vince dos años antes y posteriormente transportados al Museo de Cipolletti por Coria y Calvo. Luego se obtuvieron 1500 kgrs de sedimentos levigados, que serían seleccionados en laboratorios del Museo Argentino por Rougier, A. Bonaparte y Puerta y que permitió agregar a la colección réstos de peces, anuros, esfenodontes, lacertilios, serpientes, aves, cocodrilos y numeros dientes aislados de mamíferos. El regreso de la larga campaña fue accidentado debido al estado deplorable de los viejos vehículos (Bonaparte y Migale, 2010). Distintos estudios especiales se realizaron sobre diversos materiales fósiles mesozoicos de Patagonia: el pequeño dinosaurio ornitísquido *Thescelosaurus*, de 66 Ma., examinado mediante rayos X y programas de computación que reconstruyen las tres dimensiones, se pudo determinar que una concreción ferruginosa en su cavidad abdominal era en realidad su corazón. El mismo constaba de cuatro cavidades, tal como ocurre en las aves y los mamíferos. Asimismo, el terópodo *Carnotaurus sastrei*, de 70 millones de años, encontrado en Chubut, tenía ocho metros de largo y pesaba unos 3000 kgs. El cuerpo, casi completo, fue hallado articulado y la cuidadosa preparación del material dejó al descubierto marcas de la piel del lado derecho que muestra que era áspera, gruesa y corrugada, con osteodermos y prominencias que se hacían más notables hacia la altura de la columna vertebral. También el estudio del cráneo de *Giganotosaurus* por tomografía computada indicó que su cerebro poseía un volumen próximo a los 1000 cc., y que tenía peor visión, pero mejor olfato que *Tyrannosaurus rex*.

En Patagonia, a principios del Cretácico superior, descomunales titanosaurios convivían con los últimos representantes de los diplodócidos, mientras que, a finales de éste, vivieron formas de menor tamaño, tales los titanosaurios como el neuquino *Rinconosaurus*, los rionegrinos *Bonitasaura*, *Rocasaurus*, *Neuquénsaurus* y los *Saltasaurus* del norte argentino.

Se halló un pequeño éstegosaurio en Neuquén y ornitópodos iguanodónidos en todas las provincias patagónicas, así como el hadrosaurio *Kritosaurus* en Los Alamitos, Río Negro.

Otro egresado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Alejandro Kramarz, asimismo abocado al estudio de los

mamíferos fósiles, desarrolla sus tareas en el Museo Rivadavia. Su tesis doctoral fue sobre roedores caviomorfos del Neógeno temprano. Actualmente trabaja sobre ungulados nativos (astrapoterios) del Paleógeno y Neógeno temprano.

En la recientemente creada División Icnología del Museo Argentino, Jorge F. Genise, Mirta G. González y José Herminio Laza (con una extensa trayectoria previa en el Museo de La Plata) estudian –entre otros- icnofósiles vinculados a la actividad de insectos en paleosuelos. Poco tiempo después se agregarían a dicho grupo de trabajo, el geólogo Eduardo S. Bellosi y la bióloga M. Victoria Sanchez, quién rendiría su tesis doctoral sobre nidos fósiles de escarabajos fósiles en la Universidad de Buenos Aires.

Durante la década de los 90', el Museo de La Plata desarrolla diversas tareas de índole técnica, así como la de sumar profesionales a sus cuadros de investigadores. En 1990 y 1991, técnicos de la División Paleontología Vertebrados del Museo de La Plata publicaron sendos trabajos sobre técnicas de campo y laboratorio, (Aristegui Mansilla *et al.* 1990, 1991).

En 1990, Sergio Fabián Vizcaíno hizo lo propio con una tesis doctoral sobre la sistemática y evolución de los xenartros dasipódidos. Inmediatamente, a través de su vinculación con el uruguayo Richard Fariña Tosar, Vizcaíno dirigió sus investigaciones hacia la paleobiología de los mamíferos de stirpe sudamericana, basándose en estudios morfofuncionales y biomecánicos. De tal forma, a través de su labor, se inició en la Argentina, en forma sistemática, ésta línea de investigación, la cual se afianza a través de la formación de becarios y de la primera tesis doctoral sobre el tema, la de María Susana Bargo en 2001.

En 1991, Francisco Javier Goin defendió su tesis doctoral sobre los marsupiales didelfoideos del Cenozoico tardío de la región Pampeana. En la actualidad los marsupiales fósiles en general son el tema sobre el que continúa investigando a la vez que dirige un grupo de alumnos sobre esa especialidad.

Adriana Magdalena Candela y Cecilia Marcela Deschamps han defendido sendas tesis doctorales sobre roedores erezontidos la primera y sobre mamíferos cenozoicos, con énfasis en los aspectos bioestratigráficos y ambientales, la segunda.

Mariano Bond desarrolla sus investigaciones sobre ungulados nativos, con especial énfasis en los del Paleógeno, aunque recientemente incursiona en el estudio de los representantes más modernos, incluyendo aquellos cuaternarios.

Una línea similar de investigación es la seguida por Marcelo Reguero, quién asimismo realiza estudios sobre mamíferos del Paleógeno del continente antártico, lugar éste de donde ha reunido una magnífica colección (especialmente aves y mamíferos) a través de continuas tareas de campaña, auspiciadas por el Instituto Antártico Argentino.

Alfredo Armando Carlini trabaja sobre xenartros sudamericanos, tanto desde el punto de vista sistemático como de su importancia para la interpreta-

ción paleoambiental y la bioestratigrafía. Contribuyó con significativos aportes al conocimiento de los xenartros del Mioceno de Colombia y Venezuela.

Durante la década de 1990, personal del Museo Rivadavia, entre ellos el equipo de Fernando Novas, halló en Neuquén, proximidades de Plaza Huincul, en el Cretácico superior, varios dinosaurios carnívoros tales como *Megaraptor* y *Patagonykus*, emparentado con los mogoles *Mononykus* y *Shuvuiaia* cuya forma ancestral se halla próxima a *Alvarezsaurus* descrito por Bonaparte en 1991. Otro gran hallazgo fue el de los *Neuquénraptor* y *Unenlagia* con los cuales Bonaparte crearía la subfamilia de los unenlaginos.

Entre los años 1990 y 2000, el Dr. Bonaparte lleva a cabo las expediciones décima cuarta y décima quinta a Patagonia. Los participantes incluyeron personal técnico del Museo de Buenos Aires: O. Gutiérrez, F. Hill y R. Vacca; de la Fundación- Instituto Miguel Lillo de la Universidad de Tucumán: M. Vince y numerosos estudiantes del doctorado: G. Rougier, L.M. Chiappe, F. Novas y asistentes del Museo. Los lugares visitados fueron: Los Alamitos, Paso Córdoba, China Muerta, en Neuquén, y Río Agrio en Malargüe, Mendoza. En la localidad de Punta Peligro, Chubut, se coleccionaron importantes materiales de *Sudamerica* y se registró por primera vez la existencia del driolestoideo paleoceno *Peligrotherium*, documentándose así la persistencia en el Terciario inferior de éste grupo de mamíferos gondwanicos. Los viajes fueron financiados por distintas instituciones: National Geographic Society (un viaje), Fundación Ligabue de Venecia (cinco viajes), Dinosaur Society (un viaje) y otros con fondos obtenidos de las exposiciones de dinosaurios en Japón.

Gracias a la designación de profesor visitante en Río Grande do Sul, el Dr. Bonaparte participó en varias expediciones en el área de Santa María y Candelaria en ese estado de Brasil. También en ese período recibió becas del Ministerio de Educación de España y de la Fundación Humboldt de Alemania para estudiar aves mesozoicas en la primera y dinosaurios del Jurásico de Tanzania en la segunda.

En 1991 se reanudaron las exploraciones y excavaciones en Ischigualasto, donde el paleontólogo Ricardo Martínez encontró el esqueleto prácticamente completo de un dinosaurio de 1 metro de longitud que recibió el nombre de *Eoraptor lunensis*.

A principios de la década de los 90' se suceden tres extensas expediciones en el yacimiento "Loma del Pterodaustro" de la Formación Lagarcito (Albiano) en el Parque Nacional Sierra de las Quijadas, en la Provincia de San Luis. Dirigió los trabajos el Dr. L.M. Chiappe, en ese momento trabajando en el Departamento de Ornitología del American Museum of Natural History de Estados Unidos. El propósito esencial de las exploraciones estaba dirigido a detectar restos de aves mesozoicas, propósito que no se cumplió. Sin embargo, la colección de materiales fue magnífica: más de 1000 ejemplares fósiles, entre

los cuales se contabilizaron restos numerosos del pterosaurio *Pterodaustro*, que incluyen un ejemplar juvenil. Además, se recuperaron anuros, peces, restos de angiospermas primitivas, conchóstracos, ostrácodos y trazas fósiles. Participó de las tareas numeroso personal de la Universidad de San Luis, La Plata y el Museo Rivadavia, supervisado por los técnicos Marilyn Fox del Museo Americano y José Laza del Museo Rivadavia, quienes posteriormente prepararon el numeroso material extraído.

En años posteriores y retomando el estudio de las faunas Triásicas, Bonaparte es invitado a trabajar en la Fundacao Zoobotánica de Porto Alegre, en Brasil como Investigador Visitante, tarea que desarrolló durante los años 1998-99. La región había sido visitada ya en 1928 por el paleontólogo alemán F. von Heune. Durante éstas tareas, junto a los brasileños Dres. Ferigolo y Barberena, fueron localizados nuevos yacimientos, coleccionando esfenodontes, procolofónidos, cinodontes brasilodóntidos y trithilodóntidos, dinosaurios saurisquios primitivos y un pequeñísimo pterosaurio (Bonaparte y Migale, 2010).

La décima sexta expedición de Bonaparte, se realizó en el mes de mayo del año 2000 a dos localidades triásicas de Río Grande do Sul, Brasil. Participaron los brasileños M.C. Barberena, Claudio Bortoluz, R. Rubert, E. Oliveira y como invitado el padre D. Cargnin. Desde Argentina participaron: D. Hernández de Plaza Huincul, A. Martinelli y José Bonaparte. En la Formación Caturrita, el yacimiento de Faxinal do Soturno brindó, pese a las interrupciones por lluvias, numerosos materiales de cinodontes muy pequeños y restos abundantes de esfenodontes. Posteriormente trabajaron en la localidad de Sesmaría do Pinhal donde coleccionaron materiales excepcionales, como el cráneo y mandíbula muy completo de *Riograndia guaibensis*, preparado gracias a la intervención del Dr. Crompton de Harvard, por el notable preparador del Museum of Comparative Zoology, Charles Scaf. La pieza fue el elemento central en la tesis doctoral de Marina Bento Soares de Porto Alegre, en 2004. También fueron recolectados cráneos y mandíbulas de cinodontes y esfenodontes. La segunda parte del viaje se inició en junio del mismo año, a los yacimientos de Faxinal y Sesmaría do Pinhal, donde un juez de Candelaria ordenó abandonar las excavaciones por falta de permisos oficiales. Momentos antes del arribo del juez aparecieron restos muy pequeños que no pudieron ser coleccionados en el momento, y sí al otro día, bajo la lluvia en una operación comando. Los restos rescatados resultaron ser de un nuevo género y especie de un ictidosaurio que bautizaron en homenaje al Dr. Irajá Damián Pintos y Daniel Hernandez: *Irajatherium hernandezi*.

La décima séptima expedición, ésta vez a Patagonia, se realizó a dos localidades de la provincia de Neuquén en busca de materiales de saurisquios. Al noroeste de Patagonia, en la localidad de La Buitrera, se descubrieron esqueletos

completos de esfenodontes herbívoros, que convivieron con el dinosaurio carnívoro *Giganotosaurio*, de catorce metros de largo, saurópodos titanosaurios, pequeños dinosaurios carnívoros de hocico largo, cocodrilos terrestres omnívoros y abundantes mamíferos driolestoides. Entre las serpientes se cuentan *Najash rionegrina*, con miembros posteriores bien desarrollados y *Dinilysia patagónica*. Los cocodrilos desarrollaron formas como los notosúquidos.

La décima octava expedición, financiada por la National Geographic Society se efectuó en los afloramientos del Triásico superior de Río Grande Do Sul, en Brasil. El objetivo era aumentar las colecciones de cinodontes avanzados que ampliaran los conocimientos sobre la transición Cynodontia-Mammalia, con el fin de elaborar hipótesis que superaran a la ya añeja de Crompton y Jenkins (1973). Integraban el grupo de trabajo por la parte brasileña: Cesar Schultz, Marina Bento Soares y Tiago Kruher y por la parte argentina: Gonzalo Brea, Rodrigo Paz, Daniel Hernández, Agustín Martinelli, Fernando Chavez y José Bonaparte. Trabajaron en sedimentos de la Formación Caturrita en dos localidades de la zona de Faxinal do Soturno. La totalidad del material coleccionado incluyó 6 cráneos de los cinodontes *Brasilodon* y *Brasilitherium*, uno de ellos excepcionalmente completo, diversos restos mandibulares y craneanos del ictidosaurio *Riograndia guaibensis*, gran parte del esqueleto de un dinosaurio terópodo-prosaurópodo *Guaibasaurus candelariensis*, sin vértebras cervicales ni cráneo y restos de un muy pequeño tecodonte. En la localidad de Sesmaria do Pinhal trabajaron durante 4 días, logrando dos cráneos incompletos de cinodonte y sphenodonte respectivamente, además de diversos restos pequeños no identificables hasta su preparación. Las tareas de preparación de los materiales se prolongaron durante el año 2002 y comienzos de 2003.

Los yacimientos de huellas de dinosaurios han permitido saber que se movían en parejas o manadas, encontrándose en Argentina diversos yacimientos de icnitas como en San Luis y Salta.

El hallazgo de huevos de dinosaurios o aún nidadas de éstos, ha sido en todo el mundo motivo de beneplácito. La primera mención publicada en nuestro país de tales hallazgos corresponde al efectuado en el yacimiento triásico El Tranquilo (Santa Cruz) en los años 70' por José Bonaparte y Martín Vince. Se trata de *Mussaurus patagonicus*, cuyos restos estaban constituidos por dos huevos sin eclosionar y varios especímenes jóvenes de entre 20 y 40 centímetros de largo. Los restos de adultos hallados cerca del nido median unos 5 metros de largo.

En 1997, un equipo de paleontólogos dirigidos por Luis Chiappe y Lowell Dingus, descubrió en la localidad de Auca Mahuevo (Neuquén) Argentina, una zona de nidificación de dinosaurios. El sitio sirvió para tal fin durante un tiempo prolongado, dada la enorme cantidad de nidos y diversos niveles

superpuestos portadores de los mismos. Éste extenso campo de cría pertenece geológicamente a la Formación Río Colorado del Cretácico superior. Los huevos son esféricos, de entre 13 y 15 cm de diámetro y 800 cm<sup>3</sup> de volumen, aparecen formando nidadas de 15 a 34, hallándose miles de nidos en un área de varios km<sup>2</sup>. Algunos de ellos, conservan en su interior los huesos fósilizados del embrión y las marcas de su piel.

Los huevos son clasificados por las características visibles y según la estructura de su cáscara, incluyendo el tamaño, la forma, el número de poros y su distribución y la ornamentación de su superficie. El estudio a nivel microscópico según las características de las unidades cristalinas que componen la cáscara requiere el corte delgado y la utilización de microscopios de luz polarizada y de barrido (SEM). A su vez se reconocen dos tipos de estructuras principales: a) formados por cristales de carbonato (aragonita) y b) aquellos formados por calcita.

Los estudios sobre los huevos de Auca Mahuevo indicaron que los mismos pertenecen a saurópodos. Parte del material fue preparado por Marilyn Fox, del laboratorio de la Universidad de Yale, con quien el autor compartió campañas en Sierra de las Quijadas en la provincia de San Luis, coleccionando restos de pterosaurios. La excelente preparadora, descubrió en el interior de un huevo, huesos craneanos y dientes diminutos. Por primera vez se recuperaron restos de piel embrionaria, cuyo estudio requirió de cortes trasversales para su observación con SEM. A fin de evitar cubrir los especímenes con la capa de oro y platino para su observación, se optó por tomar un molde de goma de un fragmento y luego una réplica de resina que fue cubiertas por una capa de oro y fotografiada para su estudio. En los estudios de campo participó el equipo del Museo Carmen Funes a cuyo frente está el paleontólogo de vertebrados Rodolfo Coria (Chiappe y Dingus, 2006).

En 1999, Manera de Bianco (del Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur, en Bahía Blanca) da a conocer un estudio sobre la estructura de las cáscaras de huevos de dinosaurios procedentes de Cerro Blanco, Yaminue, provincia de Río Negro. Los materiales fueron estudiados mediante microscopio petrográfico (PM) y electrónico de barrido (SEM).

Tiempo después (en 2001) Manera de Bianco, junto a O. Calvo (del Museo de Geología y Paleontología de la Universidad Nacional del Comahue) dieron a conocer restos de embriones en huevos de dinosaurios procedentes de la Formación Allen, Cretácico Superior. Tal descubrimiento lo llevaron a cabo empleando tomografía axial computada (TAC).

Algunos grupos de aves adoptaron formas especiales de desarrollo, el gigantismo y la pérdida del vuelo fueron algunas de ellas. Los territorios del norte albergaron formas como *Diatryma* en Norteamérica y *Gastornis* en Europa,

mientras los continentes del Sur desarrollaron otras, como los *Moa* de Australia y *Aepyornis* de Madagascar. En Sudamérica, el grupo que tomó ese camino fue el de los fororracos, emparentados con los Gruiformes, vivieron entre el Eoceno temprano y el Plioceno. Los fororracos, predadores y muy buenos corredores, alcanzaban gran tamaño (0,50 a 2,5 m de altura y un peso de entre 30 y 400 kg). En Argentina las formas menores incluían a *Psilopterus* y *Procariam*, ambos del Mioceno, mientras las formas mayores incluían a *Phorusrhacos*, *Kelenken*, *Andalgalornis*, *Titanis* y el mayor, *Onactornis*, con un cráneo de 60 cm. de largo. En Brasil se mencionan *Physornis* y *Paraphysornis*. En 1963 se descubrió en Florida (Estados Unidos) el fororrácido *Titanis walleri*, de gran tamaño, que llegó a esos territorios con posterioridad a la formación del puente centroamericano. Pero los hallazgos más sorprendentes son el hallazgo de fororrácidos en el Eoceno de Antártida y Europa, vía África.

Los terápsidos cinodontes se consideran los más próximos a los mamaliformes, con individuos de pequeño tamaño y dientes procumbentes. Uno de sus mejores exponentes es *Chalimonia* del Triásico superior de La Rioja y los increíbles hallazgos, de igual antigüedad, realizados por Bonaparte en Río Grande do Sul, con formas de tan solo 12 centímetros de largo. De los sinápsidos solo sobrevivieron formas pequeñas y cavadoras que darían origen a los primeros mamíferos que iniciaron su divergencia, hace unos 200 Ma. Distintos grupos de mamíferos quedaron aislados geográficamente al separarse las masas continentales de la Pangea en Laurasia y Gondwana. De esos mamíferos mesozoicos sobreviven los monotremas, marsupiales y placentarios.

En el año 2002 fue dado a conocer el hallazgo en la Formación Cañadon Asfalto, localidad de Cerro Cóndor (Chubut) de una mandíbula incompleta de un mamífero Holotheria (según Rahut *et al.* 2002), al que denominaron *Asfaltomylos patagonicus*. El espécimen se comparó con materiales de la misma antigüedad procedentes de Madagascar y sería parte del reciente clado propuesto de Australosphenida que incluye a diversos mamíferos jurásicos y cretácicos de Gondwana y también a los monotremas fósiles y actuales de Australia. También en 2002 en la misma localidad fueron halladas tres mandíbulas correspondientes a *Hemospherus molus* Rougier *et al.* 2007. Dichos materiales demuestran que la tribosfenia estaba bien desarrollada en grupos de mamíferos gondwánicos, mientras en Laurasia no hay registro de ello. Nuevos hallazgos realizados por el mismo grupo de paleontólogos incluyen restos craneanos actualmente en estudio (2009).

Los inicios del Cretácico (125 Ma) se encuentran muy bien representados en Argentina por el driolestoideo *Vinceléstes Neuquénianus*, hallado en La Amarga, Neuquén. En el yacimiento donde fue hallado, en apenas 2 m<sup>2</sup> se extrajeron restos de nueve ejemplares. En el yacimiento de Los Alamitos, Chubut, junto a restos del dinosaurio hadrosaurio *Kritosaurus*, procedente de los

continentes norteos, se hallaron numerosos réstos de mamíferos driolestoi-deos, mientras que en Paso del Sapo, otro yacimiento de igual edad, se hallaron réstos de un marsupial polidolopimorfo, de existoso desarrollo en el Terciario inferior de Patagonia y la Península Antártica.

La extinción de fines del Cretácico dejó libre una gran cantidad de zonas adaptativas que los mamíferos estarían dispuestos a ocupar. El enorme desarrollo y variabilidad de formas mamiferoides los llevaría a ser dominantes en el Cenozoico.

Éste momento de la historia de los mamíferos en el poblamiento de Sudamérica fue explicitado por Pascual y Ortiz-Jaureguizar (2004), quienes sostenían que la historia de los mamíferos terrestres de territorio sudamericano está dividida en dos períodos mayores, separados en el tiempo y representando dos escenarios. Los escenarios devienen de la fragmentación de Gondwana, con un episodio propio y otro episodio sudamericano. El primero se desarrolló durante gran parte del Cretácico y abarcó la parte austral de América del Sur, posiblemente la península Antártica, escindida ya en el Campaniano del supercontinente Gondwana, así como Madagascar e India, con formas relacionadas a uno de los grupos sudamericanos más conspicuos, tales los notribosfénicos y pretribosfénicos, parte de comunidades registradas solamente en Patagonia. El episodio sudamericano habría comenzado con la ruptura de la conexión Australia-Antártida (64 Ma) y contaría con los inmigrantes laurásicos *Metatheria* y *Eutheria* como casi exclusivos actores, con la única excepción de un gondwanatheria del Paleoceno de Patagonia y otro del Eoceno de Antártida, más un avanzado dryolestido del Paleoceno de Patagonia, relictos de la radiación Gondwanica, que no dejó descendencia. Los *Xenarthra*, sin documentación empírica en el Mesozoico, y limitada en el Terciario más inferior del continente sudamericano, podrían sumarse a los gondwanatheria y dryolestida como los únicos mamíferos de diferenciación gondwánica que perduraron hasta la actualidad en el continente sudamericano.

El monotrema más antiguo conocido, *Teinolophos*, es del Cretácico inferior de Australia, mientras que el hallazgo del ornitorrinquido *Monotrematum* (Pascual *et al.* 1992) en el Paleoceno de Punta Peligro, Chubut, Argentina, da idea de la extensión zoogeográfica del grupo en tiempos pretéritos. Entre los mamíferos mesozoicos sureños se han hallado formas emparentadas en Tanzania, Madagascar y Argentina, tales los gondwanaterios *Ferugliotherium*, *Gondwanatherium* y *Sudamerica*. Los driolestoi-deos como *Peligrotherium* continuaron viviendo en Sudamérica durante el Paleoceno. Éste elenco mamiferoide daría origen entre los placentarios a grupos como edentados, notoungulados, xenoungulados y litopternos. Los principales yacimientos del Paleoceno en Sudamérica son: Tiupampa en Bolivia, Itaboraia en Brasil y Punta Peligro en Chubut, Argentina.

Durante éste momento los marsupiales se desarrollaron en Sudamérica, la Antártida y Australia. Éste grupo se diferenció en Sudamérica, ocupando diversos hábitats, incluyendo formas carnívoras como *Thylacosmilus*, de mucha semejanza al tigre diente de sable, marsupial descubierto por el paleontólogo norteamericano Helmer Riggs en yacimientos del Mio-Plioceno de Catamarca en 1933.

Uno de los primeros grupos de placentarios que comenzaron a diferenciarse es aquel de los edentados que se dividió en acorazados y pilosos. Según Rose y Emry (1993), los Paratheria involucrarían a un antiguo grupo de mamíferos de África (Pholidota) con los Edentata de Sudamérica, derivados de un stock original con posible área de origen en Gondwana occidental. Los autores sostienen que los osteodermos, que no están presentes en ningún otro mamífero o reptil mamíferoide son un rasgo xenartral como también un carácter distintivo de algunos tardígrados.

Un segundo grupo, procedente de África, llegaría a Sudamérica durante el Oligoceno: los monos platirrinos y los roedores caviomorfos, que desarrollarían formas gigantescas de hasta una tonelada de peso (*Josephoartigasia*).

Durante el Oligoceno se produce la separación de Sudamérica y Antártida. Luego, mientras sucedía el Mioceno, el Atlántico inundó vastos territorios, a la vez que se presentaban en escena algunos vertebrados terrestres procedentes del hemisferio norte, a los que se denominó “saltadores de islas”, esto es hace unos 3 Ma. Posteriormente, con el surgimiento del istmo de Panamá la invasión desde el norte se hizo masiva, apareciendo los carnívoros placentarios que conocemos hoy día y herbívoros como caballos, ciervos, camélidos y elefantes (momento que recibió el nombre de Gran Intercambio Biótico Americano). A su vez la fauna sudamericana penetró en los territorios del norte.

Los estudios paleontológicos en Argentina durante los últimos cincuenta años sobre las faunas de los mamíferos continentales del Mioceno a la actualidad se multiplicaron. Sucieron novedades sobre la bioestratigrafía y paleoclimatología.

Paralelamente se han sucedido notables avances en el campo de los métodos, técnicas o disciplinas auxiliares tales como el estudio magnetoestratigráfico de muchas secciones tipo, la calibración radiométrica de las escorias pampeanas y otras rocas, la correspondencia de los ciclos glaciales e interglaciales con sedimentos pampeanos (patrón tipo de la escala sudamericana para el Cenozoico más Terminal), el descubrimiento de asociaciones no-análogas, la reinterpretación del Gran Intercambio Biótico Americano, las nuevas propuestas sobre la extinción de la megafauna al final del Pleistoceno y comienzo del Holoceno, la confirmación de la coexistencia del hombre con la megafauna extinta, el descubrimiento de megafauna extinta en el Holoceno, entre las más significativas. (Cione *et al*, 2007).

## Investigaciones paleontológicas argentinas en Antártida

Antártida ha sido el último gran continente en ser explorado geológica y paleontológicamente ya que la extensa cubierta helada imposibilita la observación directa de la superficie rocosa. Las primeras rocas antárticas fueron recogidas en 1830 y 1840 y los primeros fósiles fueron hallados por Carl Larsen, en 1892 en la isla Marambio. Posteriormente Gunnar Anderson, geólogo de la expedición de Otto Nordenskjold, entre 1901 y 1903 realizó importantes colecciones paleontológicas en bahía Esperanza en el extremo de la península Antártica (Monte Flora) y otras zonas próximas. Dichas colecciones despertaron gran interés en el mundo científico. Pero recién a finales de la Segunda Guerra Mundial se reiniciaron los estudios.

Geológicamente la Antártica puede dividirse en dos sectores: A) la Antártica antigua o precámbrica, denominada Escudo o Cratón Antártico, que comprende la Antártida Oriental, incluyendo el Polo Sud. Las rocas que la integran tienen más de 600 millones de años alcanzando entre 2 y 3 mil millones de años, rocas que por el momento no brindaron fósiles. B) la Antártica joven, con rocas de menos de 600 millones de años que incluyen casi toda la Antártica Occidental portadoras de la mayoría de los fósiles conocidos de Antártica. En su historia geológica, compartió su historia en compañía de América del Sur, Sud África, India, Australia y Nueva Zelandia, componiendo lo que en su momento se denominó Supercontinente Gondwana.

Los fósiles cámbricos antárticos son todos invertebrados marinos y han sido hallados en los Montes Pensacola, Ellsworth y Reina Maud y en la Tierra Victoria. Posteriormente en el Devónico, la presencia de sedimentos continentales portadores de paleofloras similares a las conocidas de igual edad en Malvinas, Sud África y América del Sur; también se hallaron peces ostracodermos y una rica fauna de invertebrados marinos (briozoarios, braquiópodos y trilobites). Posteriormente durante el Carbónico y Pérmico son abundantes los sedimentos glaciales, en concordancia con fenómenos que ocurrieron en otros lugares del globo. Luego sucede la flora gondwánica de *Glossopteris*, acompañada de réstos de insectos. Los depósitos se encuentran en los Montes Transantárticos y Montes Centinela.

El incremento de la investigación geológica en la Antártida a partir del año 1967 permitió el hallazgo de la mandíbula incompleta de un laberintodonte triásico. Dicho hallazgo se efectuó en la parte inferior de la Formación Fremouw, correspondiente al Supergrupo Beacon, en las Montañas Transantárticas. Subsiguientes campañas en la misma formación geológica permitieron el hallazgo de réstos del dicinodonte *Lystrosaurus*, el cinodonte *Thrinaxodon*, eosuquios, tecodontes, etc. En dichos descubrimientos participó el conocido

investigador E. Colbert. Los niveles se correlacionan con la *Zona de Lystrosaurus*, de África del Sur, como parte del supercontinente de Gondwana. (Bonaparte, 1978). La flora de ese momento fue la de *Dicroidium*, compuesta por helechos y gimnospermas e insectos abundantes. Se produce la fragmentación de la Pangea y el desmembramiento del Supercontinente Gondwana. Antártida continúa constituyendo un bloque con Australia y conexiones con Sud África y América del Sur.

En el verano austral de 1990-91 se encontró en sedimentos del Jurásico inferior del Monte Kipatrick, restos parcialmente conservados del esqueleto de un terópodo primitivo de 8 metros de longitud al que se denominó *Cryolophosaurus*. Los restos paleontológicos de vertebrados pertenecientes al Jurásico no son frecuentes, si los son los restos paleobotánicos bien conocidas del Monte Flora, similares a las de Patagonia y la India.

Durante el Cretácico se establece el Atlántico y Antártica se erige en continente, pero manteniendo contactos con Australia y Sudamérica. Los sedimentos marinos brindan restos de plesiosaurios. Los vegetales están representados por el género *Sequoia*. La glaciación se inicia hace unos 50 millones de años y el aislamiento definitivo del continente antártico se produce durante el Terciario.

La cuenca de James Ross en el extremo norte de la Península Antártica es una de las más importantes secuencias sedimentarias del Cretácico final-Paleogeno en el hemisferio Septentrional (Francis *et al.* 2006 a). Perteneció a la Antártica oriental y es el sector más próximo a América del Sur. La sucesión geológica está integrada por tres grupos: Gustav (Mesozoico), Marambio (Mesozoico superior) e Isla Seymour (Paleógeno). Los trabajos de campo desarrollados en las islas James Ross, Vega, Cockburn y Seymour dieron como resultado el descubrimiento de especímenes de vertebrados: reptiles mesozoicos y en especial, mamíferos y aves que hacen comprender la evolución de éstos grupos en Antártida.

El primer registro de dinosaurios en el continente antártico se efectuó en sedimentos del Cretácico superior (Campaniano) de la isla James Ross. Se trata de restos de un anquilosaurio (Reptilia, Ornithischia) denominado *Antarctopelta oliveroi* (Gasparini *et al.* 1987). Posteriormente fueron hallados restos de reptiles mesozoicos tales como mosasaurios e iguanodontia en sedimentos marinos del Cretácico (Chaney, 1988). Restos de un hadrosaurio en Isla Vega por parte de Jim Martín, del Museo geológico de Dakota; un saurópodo en Monte Kipatrick, hallado por Natham Smith, del Field Museum y Diego Pol, del Museo Egidio Feruglio. Durante la campaña de 1988-89 en Isla Ross, los geólogos Manuel Lilio y Héctor Nuñez, junto al preparador Marcelo Isasi del Museo Nacional, hallaron en la Isla Ross, restos de un ornitiscio y en 1990, un grupo inglés descubrió un dinosaurio hipsilofodontido. En el año 2002 se halló en la Península Antártica el *Lukumasaurus antarticus*.

El Grupo Isla Seymour (Paleoceno tardío-Eoceno) comprende tres formaciones, la más reciente, Formación La Meseta, aflora en las islas Marambio y Cockburn, al SE. de la Península Antártica. Contiene fósiles marinos y terrestres provenientes de sedimentos continentales muy próximos, tales como hojas, flores y troncos de árboles (frecuentemente agujereados por *Teredolites*), así como también huesos y dientes de vertebrados terrestres asociados a macrofauna marina.

Las aves halladas contribuyen a comprender el origen y evolución de las Neornithes (Tambussi y Acosta Hospitalache, 2007). Es significativo el registro de especies fósiles de pingüinos en la región, actualmente reconocidas que llegan a 15, donde al menos 10 de las mismas coexistieron. Los restos del ave más antigua descubierta corresponden a los de un anseriforme: *Vegavis iaai*, en el Grupo Marambio y en sedimentos coetaneos (66-68 Ma.), restos de un seriama, emparentado a los phorusrhácidos. El registro de aves fósiles en el Paleógeno comienza con el descubrimiento de icnitas de cuatro especies voladoras y dos no voladoras correspondientes a una ratite y a un fororrácido, dando lugar a la idea de que la región fue ruta de dispersión terrestre. También se hallaron restos de falconiformes, charadriiformes, phoenicopteridae, un probable ciconiforme, procellariidae y un odontopterygiforme, supuestamente relacionado con los pelecaniformes. Los pingüinos más antiguos se registran en el Paleoceno, sugiriendo su origen en el Cretácico superior, conviviendo formas gigantescas con otras muy pequeñas. Se definió una biozona de *Anthropornis nordenskjoldi* con una edad de 36,13 a 34,2 Ma. Peces gadiformes, tiburones, primitivos mysticetos, reptiles y mamíferos forman parte del conjunto fósil.

Los únicos mamíferos terrestres registrados en Antártica provienen de la Formación La Meseta; están representados por marsupiales, edentados y ungulados emparentados con formas paleógenas de Patagonia. Otros mamíferos terrestres del lapso Cretácico-Paleoceno de Patagonia y Australia sugieren que Antártida fue centro evolutivo y lugar de tránsito durante el Cretácico superior – Paleoceno. La diversificación de monotremas en Australia y el aislamiento con Antártida hasta 64 Ma., indica que se originaron y diversificaron en el sector australiano – antártico de Gondwana, migrando luego a Sudamérica (Paleoceno), mientras los marsupiales de Patagonia se trasladaban a Australia antes de 52 Ma. Datos paleontológicos y bioquímicos sugieren que grupos de marsupiales australianos actuales se desarrollaron primero en Antártida. Según Vizcaino *et al.* (1998) existirían dos regiones biogeográficas a mediados del Mesozoico entre las masas continentales de Gondwana oriental. Los mamíferos de la Formación La Meseta, son linajes de marsupiales sudamericanos (cuatro familias) así como tardígrados y ungulados. El endemismo y registro de taxones antes que en Patagonia sugiere que el proceso de tribosfenia

en mamíferos sudamericanos ocurrió en el sector antártico sudamericano de Gondwana y que posteriormente al Paleoceno sufrieron algún aislamiento en Antártida.

La colección de fósiles antárticos del Museo de La Plata fue lograda por el personal del Departamento Científico Paleontología Vertebrados e Instituto Antártico Argentino entre 1974 y 1996 (Vizcaino *et al.* 1998). Comprende más de 15 mil especímenes que incluyen peces, reptiles marinos, dinosaurios y aves del Cretácico. También peces, tortugas, aves y mamíferos del Paleógeno. La Formación La Meseta posee gran abundancia de fósiles de vertebrados, muchos de ellos marinos: peces, tortugas, pingüinos, aves oceánicas y ballenas. Los primeros mamíferos terrestres fueron reportados en 1982 (Woodburne y Zinsmeister, 1984). Hasta ese momento, los fósiles eran recolectados por prospección superficial y tamizado en seco. En 1984 comenzó a utilizar el método de tamizado en medio húmedo, que brinda un concentrado donde fueron hallados numerosos fósiles de mamíferos. Durante la expedición de verano de 1987-88, personal del Museo comenzó a tamizar sedimentos en seco, logrando más mamíferos continentales y pequeños vertebrados marinos. Los especímenes de la Formación La Meseta son: alrededor de 50 mamíferos y 2000 aves, en su mayoría pingüinos. La aparición de al menos 15 nuevas taxa, enfatiza la importancia de ésta colección (Bargo y Reguero, 1998).

Los más antiguos restos de cetáceos conocidos corresponden a *Pakicetus* (53 Ma.), hallados en Pakistán, en sedimentos del antiguo mar de Tethys. Recientemente, en sedimentos de la Formación La Meseta (Eoceno) de la isla Seymour, en Antártida, se hallaron restos de cetáceos.

## Aporte y desarrollo de las técnicas en Argentina

Desde principios del siglo XX, diversos centros de estudio e investigación de la paleontología en el país fueron desarrollando talleres y laboratorios de preparación de fósiles. Influidos por publicaciones, así como visitas de diversos investigadores y técnicos acompañantes, los distintos centros crearon, en forma permanente, con mayor o menor fortuna, equipos de preparadores. Enumeramos aquí, las notas técnicas, presentadas en reuniones por integrantes de distintos centros de investigación. Dichas notas fueron publicadas en "Resúmenes" de la Revista *Ameghiniana*. En 1994, 1999 y 2000, solo se presentó un resumen; 2001 se presentaron 8 resúmenes sobre trabajos de campo y laboratorio; en 2002 fueron 4; en 2003 y 2005, uno; en 2006, cinco, y en 2007, tres. Asimismo, *Ameghiniana* fue vehículo para dar a conocer por parte de investigadores y técnicos de algunas publicaciones relacionadas con la

preparación de materiales fósiles. En 1962, C. Dechaseaus publicó un trabajo sobre el estudio y toma de moldes endocraneales de mamíferos; en 1981, R. Leguizamón presentó un trabajo sobre la toma de moldes a improntas vegetales y detalles anatómicos de vertebrados; en el mismo año, J.C. Quiroga da a conocer una nota sobre la aplicación de técnicas macro y estéreo-fotográficas en paleontología; en 1986, O. Donadío presentó una nota sobre el montaje de grandes lotes de restos de microvertebrados para su estudio. En 1991 y 1992, el autor, publicó un par de notas técnicas: la primera se refiere a la desarticulación de cráneo y mandíbula de micromamíferos y la segunda a la utilización de herramientas de corte en la desarticulación y desmonte de restos de vertebrados. Asimismo, *Ameghiniana* fue vehículo para la publicación de notas relacionadas con la aplicación de nuevas y modernas técnicas, algunas aplicadas por primera vez en nuestro país. Así, en 1991, Laza *et al.*, dieron a conocer la aplicación de la tomografía computada (TC) en el estudio de restos fósiles, en éste caso la observación interior de nidos fósiles de insectos. Durante las jornadas de Paleontología de Vertebrados de 2002 en Bahía Blanca, O. Alcober *et al.* (2000) del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de San Juan y del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Austin, en Texas, Estados Unidos, comunican sobre la utilización de la técnica de tomografía computada de alta resolución para realizar cortes sagitales de cráneos de vertebrados procedentes de la Formación Ischigualasto. Entre los materiales examinados están *Herrerasaurus*, *Eoraptor*, *Saurosuchus*, *Probesodon*, *Probainognathus* y *Exaeretodon*. De algunas cajas craneanas se obtuvieron completos mapas de suturas, pasajes nerviosos y neumáticos. Técnicas semejantes fueron luego mencionadas por Rodrigues y Schultz (2005), Liparini y Schultz (2007), Rodrigues *et al.* (2007) y Ascarano *et al.* (2007).

Asimismo, se mencionó la técnica de catodoluminiscencia para el análisis de cáscaras de huevos de dinosaurios (Magalhaes Ribeiro, 1999), así como la reconstrucción de cráneos de mamíferos a través de la utilización de scanner digitales y sistemas de computación (Rosenberger *et al.* 2001). También se publicó sobre las dificultades de coleccionar en zonas costeras de Patagonia por acción de las mareas y lo inaccesible de las altas barrancas (Moly *et al.* 2006), así como también sobre el desarrollo histórico de las técnicas en Argentina (Laza, 2003).



# Las grandes líneas de investigación actual

## Lagerstätten, conceptos y técnicas empleadas en su explotación. Distintos ejemplos

La denominación corresponde a Seilacher (1970) y corresponde a los registros más completos de la antigua biodiversidad. Está relacionada a los depósitos sedimentarios que contienen fósiles de extraordinaria preservación, incluyendo tejidos blandos. Los materiales aparecen depositados en ambientes anóxicos con mínima participación bacteriana que impiden la descomposición. Estos sitios se han desarrollado a lo largo del tiempo. Seilacher, en su clasificación distingue dos tipos de lagerstätten: a) de concentración, son depósitos de elementos de partes duras, mayormente desarticulados, constituyendo, por ejemplo, los bone beds; b) el otro ejemplo es el lagerstätten de conservación donde se encuentran fósiles de preservación extraordinaria, donde la mayoría de los ejemplares aparecen completos, conservando tejidos blandos. Los lagerstätten son numerosos y aparecen a lo largo del tiempo, conservando restos vegetales y animales, representando ambientes acuáticos, tanto continentales como marinos y terrestres.

### Lagerstätten de Messel

Entre los sitios de Europa, ninguno es mejor conocido por las excavaciones de fósiles que la mina de esquists bituminosos de Messel, en proximidades de Frankfurt. Este yacimiento corresponde a la categoría de lagerstätten de conservación y su antigüedad corresponde al Eoceno. En diciembre de 1875, salieron a la luz los primeros fósiles, 150 fragmentos de huesos, entre ellos trozos de mandíbula. La minería a gran escala en Messel empezó en 1884, cuando se fundó la Cía. Minera de Messel. Los mineros no ignoraban la existencia de los fósiles. En 1884 se hizo también el primer estudio geológico-paleontológico de

Messel. Pero había un gran problema para los buscadores de fósiles. La pizarra bituminosa, formada en medio húmedo, todavía contenía un 40% de agua. Al secarse, se desmenuzaba junto a los fósiles. En los primeros tiempos no había manera de sacar los fósiles de la pizarra y ponerlos a salvo. Cien años después de haberse encontrado en la misma un esqueleto de cocodrilo articulado las excavaciones ahora están permitidas únicamente a organizaciones científicas, principalmente universidades y museos. A partir de 1960, se hizo más fácil la extracción de fósiles, fijándolos en una resina epoxi transparente. En 1991 un grupo del Museo de Leicestershire fue invitado a asistir a excavaciones a cargo del Museo de Karlsruhe. Participaban también estudiantes de la universidad de Tubingen que trabajaban en el Museo Darmstadt y un grupo del Museo Senckenberg de Frankfurt. Cada institución tiene asignada su área particular en la mina. El piso fue anteriormente excavado por numerosas trincheras, semejando un relictos de la primera guerra mundial. La litología consiste en esquistos blandos, finamente laminados, fácilmente manejables de separar con un cuchillo grande. Durante el invierno muchas de las zanjas se inundan. Entre excavaciones, durante los meses de sequía, las secciones son cubiertas con lienzos para proteger las superficies húmedas, los esquistos rápidamente se exfolian expuestos a la desecación de los rayos del sol, ocasionando la pérdida de estructuras que se desmigajan. Las referencias para el contexto estratigráfico se toman a partir de éstacas implantadas a distancias de 2 a 3 metros. Las anotaciones estratigráficas se realizan a partir de determinados horizontes. Plantas e insectos conforman el grueso del material fósil. Todos los materiales extraídos requieren identificación en el laboratorio donde son depositados en agua y luego empaquetados en géneros húmedos y bolsas de plástico. Se registra la posición y orientación de los grandes especímenes, tales como peces (Knell, S., 1994).

La fosa de Messel se convirtió en Patrimonio de la Humanidad y lugar protegido por la UNESCO en 1995.

## **Lagerstätten de Rancho La Brea**

Éste depósito asfaltífero es uno de los yacimientos mejor conocidos de éste tipo. Se encuentra en California, Estados Unidos. Las excavaciones, iniciadas en 1905 por Jhon Merriam de la Universidad de California se prolongaron hasta 1915. Se lograron extraer una considerable cantidad de materiales en un contexto no del todo adecuado para brindar información. Las mismas fueron enmarañadas por el empantanamiento. En éste tipo de yacimientos, sólo se conservan las partes duras (huesos y coberturas duras como caparzones de insectos). En la clasificación de lagerstätten corresponde a la de aquellos de

concentración, donde la mayor parte de los fósiles aparecen desarticulados. La antigüedad del depósito es de 38.000 años.

Las excavaciones se llevan a cabo en la actualidad a un nivel de resolución fino. Las paladas de los excavadores antiguos han sido remplazadas por pinceles y herramientas dentales. Las excavaciones modernas atienden a poner esto en un plano más refinado.

Posteriormente, en 1969 se reinician las excavaciones en el “pozo 9” respondiendo a un plan meticuloso. Se decidió construir un andamio de madera, el cual podía ser extendido y bajado dentro de la excavación. Diez y seis secciones de 18 metros cada una de vigas de acero fueron hundidas verticalmente 15 metros alrededor del depósito, luego unidas horizontalmente por pasarelas de maderas, creándose de éste modo un enrejado de 0,90 x 0,90 m.; cada uno de éstos cuadrados aparece señalado por un número y una letra. Los cuadrados fueron excavados sistemáticamente en secciones de 0,90 x 0,90 x 0,15 m. (Miller, 1971). Todo el material que sobrepasara un diámetro de pocos milímetros debería ser mensurado *in situ* para ubicarla tridimensionalmente en el depósito. Los huesos grandes fueron medidos en su lugar para dar la posición y orientación exacta. Las medidas fueron tomadas desde la derecha y la parte inferior de los cuadrados. Pequeños fragmentos de material y especímenes frágiles fueron removidos en bloque. La matriz también fue coleccionada para análisis litológicos y de microfósiles y todo fue registrado fotográficamente como una excavación continua. Entre 1969 y 1980 se excavaron 400 toneladas de material (Shaw, 1982).

## I - Nuevos aportes a la teoría de la Evolución

Avanzado el siglo XX, nuevas ideas se sumaron a la propuesta darwiniana sobre la evolución de la vida. Las tesis de Darwin, tenían la debilidad de la falta de conocimientos en su momento, del origen de la variación heredable que trabaja sobre la selección natural. Las aportaciones posteriores de Mendel, Weismann y Hug de Vries, generaron las respuestas que faltaban a Darwin. A mediados del siglo XX el neodarwinismo aporta los conocimientos genéticos modernos, generando lo que actualmente se denomina teoría sintética de la evolución, merced a los aportes de Stebbins, Simpson, Dobzhansky y Mayr (Katinas y Crisci, 2009). En 1972, Stephen Jay Gould y Niles Eldredge propusieron un agregado a la teoría de la evolución: se trataba de la “Teoría de los equilibrios puntuados”. Indicaban en la misma que la evolución se producía a los saltos (by fits and starts), alternando momentos de intensos cambios (cladogénesis) con largos períodos de estabilidad (estasis).

Si bien no muy alejadas en el tiempo, las ideas del gradualismo darwiniano, nutrido del uniformismo de Lyell y de las ideas “malthusianistas” de la lucha

por la existencia y la supervivencia del más apto, formaban la base de nuevos conceptos para un sistema de interpretación de la naturaleza. De cualquier forma, ambas concepciones tienen su lugar en la ciencia moderna; el gradualismo darwiniano y el catastrofismo, representado por el saltacionismo de Stephen Jay Gould.

## II - Tectónica de Placas. El fechado de las rocas y la bioestratigrafía

En 1596 el cartógrafo alemán Abraham Ortel (1527-1598) conocido como Ortelius, y en 1620 el filósofo inglés Francis Bacon sostuvieron la posibilidad de que los continentes se movieran, atendiendo a lo complementario de sus costas y que América podría haber estado unida a África y Europa. Posteriormente, el Conde de Bufón, propuso el movimiento continental basado en la antigua distribución de la biota según los climas (Apésteguía y Ares, 2010). A las primitivas e incoherentes ideas de la deriva continental, se sumó, durante la primera década del siglo XX la propuesta por el meteorólogo alemán Alfred Wegener (1880-1930) quien publicó en 1915 el libro *El origen de los continentes y los océanos*. El modelo de Wegener consideraba que la Tierra estaba formada por capas superpuestas cuya densidad aumentaba desde la corteza hacia el núcleo. La corteza a su vez, formada por bloques que en un principio constituían un supercontinente al que denominó Pangea y que flotaban sobre el magma. La contribución del modelo al desarrollo de la teoría de la deriva continental fue el de reunir pruebas para apoyar la existencia en el pasado del supercontinente de Pangea, relacionando las cordilleras, las rocas sedimentarias, los depósitos de las antiguas glaciaciones y la distribución, de los fósiles, así como de las plantas y los animales vivos.



Alfred Wegener (1880-1930)

Durante el siglo XX las pruebas geológicas demostraban que había existido una sucesión de períodos glaciales y quién habría de perfeccionar los cálculos astronómicos y ajustar los ciclos a los modelos geológicos fue el ingeniero Milutin Milankovitch (1879-1958). El fruto de éste esfuerzo, publicado en 1920, fue una descripción matemática de los climas en la Tierra, Venus y Marte en el momento presente, e incluía pruebas matemáticas de que las influencias astronómicas podían alterar la cantidad de calor que llegaba a las diferentes latitudes; alteración suficiente para provocar períodos glaciales. Éstas teorías fueron inmediatamente incorporadas al libro de Koppen y Wegener *Los climas en el pasado geológico*. Las mediciones con computadoras electrónicas culminaron en la década de 1970 cuando se ajustó el modelo de Milankovitch. Las pruebas geológicas surgieron con los testigos sedimentarios de los fondos marinos, estratos que actualmente pueden datarse utilizando métodos radiactivos y geomagnéticos. Los restos de microfauna asociada a cada estrato constituyen pruebas del clima en esa época, mediante el análisis de los isótopos de oxígeno de la caparazón de sus integrantes.



Milutin Milankovitch (1879-1958)

El descubrimiento de la radioactividad proporcionó a los geólogos la explicación sobre la forma en que se mantenía caliente el interior de la Tierra. Gracias a éste descubrimiento pudieron desarrollar estudios geofísicos, explicando el origen de los continentes, las cuencas oceánicas, los terremotos, la formación de los volcanes, las montañas y la evolución de las cuencas sedimentarias.

A principios del siglo XX, el norteamericano Bertrand Boltwood (1870-1927) desarrolló una técnica para fechar rocas a partir de las proporciones de plomo e isótopos de uranio que contenían. Posteriormente un alumno de aquél, Arthur Holmes (1890-1965), en su tesis de licenciatura utilizó dicha técnica para fechar rocas devónicas procedentes de Noruega y luego en la Univer-

sidad de Edimburgo desarrolló completamente la técnica, llegando a calcular la edad de la Tierra en  $4.500 \pm$  millones de años. El interés de Holmes por la deriva continental lo llevó a pensar que la convección podía estar asociada con la formación de las montañas y con la deriva continental, sugiriendo que los continentes flotaban en un material más denso, impulsado por corrientes de convección originadas por el calor generado en el interior de la Tierra, fracturándose en algunos lugares. Con la intervención decisiva del tiempo, Pangea se fragmentó en dos grandes masas terrestres (Gondwana en el hemisferio sur y Laurasia en el hemisferio norte) calculándose la velocidad de desplazamiento de las corrientes de convección en unos 5 centímetros por año.

Tecnologías novedosas aportaron nuevas pruebas durante las décadas de 1950 y 1960. La primera surgió a partir del estudio del magnetismo fósil, hallado en rocas de gran antigüedad, donde se comprobó que la dirección del magnetismo fósil podía ser diferente a la orientación actual del campo magnético. Así, las orientaciones magnéticas fueron utilizadas en momentos concretos del pasado para compararlas a ambos lados de las juntas de las reconstrucciones continentales, hecho que coincidió plenamente. Otra tecnología aplicada fue la resonancia, que se utilizó para trazar mapas de los fondos submarinos, descubriéndose un sistema de cordilleras centroceánicas. Se comprobó entonces que las rocas de los fondos marinos son jóvenes, encontrándose las más recientes próximas a las dorsales, donde la actividad volcánica marca una línea de fractura en la corteza terrestre desde la cual fluye el material rocoso que empuja a las masas continentales a ambos lados de la cuenca oceánica. Surgió así, en 1960, el modelo de *Expansión de los Fondos Marinos*. En 1966, en un informe que constituyó un hito decisivo, Dan McKenzie y Robert Parker introdujeron la expresión Tectónica de Placas cerrando así lo que se denominó “la revolución en las ciencias de la Tierra”. La aceptación del hecho de que las masas continentales se desplazan, estableció nuevas bases para la comprensión de otras características de la Tierra, en particular la relación entre los seres vivos y su cambiante entorno global (Gribbin, 2001).

### III - El origen de la vida, su diversificación y el poblamiento de los ambientes

El origen de la vida, uno de los más antiguos e incomprensibles problemas de la ciencia y de la filosofía, han atraído la atención de innumerables generaciones a lo largo de la historia. Las primeras y más primitivas explicaciones atribuían el origen de la vida a la generación espontánea; ideas que recibieron el nombre de vitalismo y prevalecieron, durante un milenio. Tal ideología atribuyó propiedades distintivas y características de los seres vivos a una “fuerza

vital” sobrenatural y la creación especial, ideas brindadas por la mayoría de las religiones. En el siglo XIX tales explicaciones fueron dejadas de lado, cuando Louis Pasteur realizó importantes experimentos. Actualmente, las creencias religiosas, no entran en colisión con los estudios científicos y sus explicaciones.

A principios de la Revolución Industrial, las teorías mecanicistas, surgidas en laboratorios europeos y academias, explicaban que el origen de la vida y sus propiedades, derivan de leyes naturales y que la materia inorgánica dio lugar a formas vivientes de acuerdo con aquellas leyes. Tales teorías se enfrentaron al dilema: ¿Cómo puede un ser vivo ser construido por vez primera a partir de materia inorgánica? La respuesta era el origen de una macromolécula o “molécula viviente”, formada al azar por elementos que la componían en proporciones apropiadas y en el orden exacto. Eventualidad que solo pudo surgir al disponerse de un enorme margen de tiempo y de infinidad de pruebas y errores. Paralela a tales ideas, la hipótesis materialista adoptó un enfoque diferente. Para ello, propone la idea de la formación abiogénica de compuestos orgánicos, antes de que los organismos existieran, considerando el origen de la vida como el resultado de una serie de escalones de complejidad creciente, que condujeron al estado viviente. La aparición de los organismos produjo el surgimiento de leyes biológicas en un nivel inferior de organización.

Las pruebas experimentales sobre el origen de la vida se han acumulado rápidamente en laboratorios de todo el mundo y muchas de ellas sirvieron de base a la hipótesis sobre el origen de la vida propuesta en 1936 por A. I. Oparín (1894-1980) y Oparín-Haldane (J. Keosian, 1968). El trabajo de Oparían fue suficientemente detallado para ser sometido a pruebas experimentales,



A. I. Oparín (1894-1980)

que recién se dieron en 1953 con Miller, quién estableció que los compuestos orgánicos pueden sintetizarse a partir de la mezcla de gases de composición semejante a la atmósfera primitiva propuesta por Oparín. En 1959, Miller y Urey a través de aparatos de laboratorio sintetizaron compuestos orgánicos a partir de la mezcla reductora de gases sencillos (Shapiro, 1987).

La biósfera, no ha cesado de sufrir variaciones y entre los factores que más han contribuido a esa transformación, destaca la aparición de la vida, que modificó la química de la atmósfera y los océanos, con importantes consecuencias sobre el clima y las condiciones ambientales de la Tierra. Los grandes procesos geológicos (el vulcanismo y la emergencia de corteza continental) y los de tipo astronómico (cambios en la radiación solar en la superficie terrestre debido a variaciones en la órbita y posición de la Tierra) completan la lista de causas principales del cambio ambiental que tiene lugar a escala planetaria y a diferentes escalas de tiempo.

El advenimiento de la geocronología isotópica permitió ordenar el cuadro geológico de la Tierra en forma completa, facilitando la elaboración de un ajustado calendario donde situar los principales acontecimientos biológicos y los organismos como habitantes históricos del planeta. En la actualidad se reconoce el esquema estratigráfico del Precámbrico compuesto por varios eones: Hadeánico (4.600 – 3.960 Ma.), Arcaico (3.960 – 2.500 Ma.) y Proterozoico (2.500 – 545 Ma).

Los estudios han confirmado la existencia de vida durante el eón Arcaico, a partir de aminoácidos y moléculas orgánicas, momento en que la carencia de atmósfera propició que los rayos UV bombardearan la Tierra, dando lugar a éstas complejas moléculas. Es posible que los procariótidos (metanógenos, bacterias y algas azul-verdosas) pudieron haber tenido algún antecesor común en momentos cercanos al origen de la vida (Gould, 1986).

Las rocas más antiguas corresponden a metasedimentos del complejo Gneiss Itsq de Groenlandia; sus componentes están metamorfosados a tal grado, que algunos cuerpos fósiles que contienen, solo se preservaron como signos de vida como isótopos geoquímicos, con edades algo superiores a 3.800 Ma (Schidlowski, 1988). La información registrada en numerosos yacimientos, reportan contener estromatolitos biogénicos, distintos tipos de microfósiles, algunos de ellos especialmente antiguos, de los cuales se dispone de datos geoquímicos (Schopf, 2006). Éstas rocas, mejor conservadas y portadoras de evidencias biológicas corresponden al craton Pilbara del oeste de Australia y a la región de Barberton de Sudáfrica y Swazilandia. (Brasier *et al.* 2006). Éstos dos depósitos de relativo espesor contienen estratos con claras evidencias de vida, interpretadas como estromatolitos producidos por actividad de comunidades de microorganismos procariotas. Se trata de cianobacterias y otros or-

ganismos fototróficos, desarrollados en ambientes hipertermófilos, con características morfológicas y actividad vital que apuntan a la fotosíntesis (Schopf, 1972).

Los estromatolitos son estructuras biosedimentarias, generadas por comunidades de bacterias que forman montículos, columnas y formas arborescentes fabricadas por finas láminas de carbonatos, cuyo tamaño varía de pocos centímetros a varios metros. Aparecen tan temprano como 3.500 Ma.; su abundancia y diversidad morfológica se incrementa durante el Arqueano temprano y Proterozoico, alcanzando su mayor desarrollo en 1.000 Ma. Organismos que denotarían la transformación de la atmósfera reductora a oxidante, ocasionando cambios en la atmósfera e hidrosfera hacia las actuales condiciones (Llorente, 2001).

Los primeros descubrimientos, realizados por Barghoorn y Schopf (1966), mencionaron organismos como *Eobacterium isolatum* y restos de algas verde-azules procedentes de la Formación Fig Tree de Sudáfrica, con una antigüedad de 3.000 Ma. Otro de los hallazgos de microfósiles corresponde a la Formación Gunflint de Canadá, cuyas rocas se dataron en 2.000 Ma. (Barghoorn y Tyler, 1965). Una nueva evidencia recogida por A. Knoll y Barghoorn (1977) procede de cuarzos de la misma serie de Fig Tree, cuyos fósiles tienen 2,5  $\mu$  de diámetro y cuya edad es de 3.400 Ma.

Según Brasier *et al.* (2006), el predominio de rocas volcánicas e hidrotermales entre 3.500 y 3.000 Ma. sostienen la hipótesis de que las antiguas formas de vida fueron hipertermófilas. La evidencia fósil de cianobacterias y organismos fotoautótrofos oxigénicos es muy escasa, localizándose con seguridad en 2.600 Ma. Quizá, organismos anaerobios dominaron la antigua biósfera, originando capas en zonas fóticas, desarrollando fototrofia o formas metabólicas de quimiosíntesis.

Los microbios endolíticos probarían que fueron un componente significativo en la antigua biósfera (3.500 Ma), mientras la presencia de microbios plantónicos es escasa, sin ser excluidos fotoautótrofos y quizá heterótrofos.

La aparición y expansión ecológica de los metazoos en el ecosistema global, ha sido tomado por muchas disciplinas científicas. El registro fósil, considerado en su contexto geohistórico, brinda evidencias importantes sobre el origen y evolución de complejas formas de vida. El origen de las placas continentales y su dinámica, tuvieron enorme impacto sobre la vida. Así, la extensión de la corteza continental creó nuevos ecosistemas oceánicos, apareciendo ambientes bénticos, que ofrecieron oportunidades ecológicas a la divesificación, en contraste con el reino pelágico. Se intensificó la producción de nutrientes por el fitoplacton –incluyendo cianobacterias y procariotas formadores de estromatolitos por fotosíntesis- consumiendo dióxido de carbono e introduciendo

oxígeno en la atmósfera. La sílice precipitada en el agua de mar intervino en la aparición de organismos como esponjas, radiolarios, diatomeas y silicoflagelados. La biósfera primitiva, algo cálida, fue enfriándose a finales del Proterozoico, produciendo reacciones geo-bioquímicas, impactando en la evolución de los ambientes (Fedonkin, 2003).

La aparición de la célula eucariota por simbiosis de procariotes y su evolución, fueron la respuesta al desarrollo de la oxigenación, evento que causará la “explosión” del Cámbrico.

La secuencia genética sobre el origen de los metazoos evidencia, que los fungi se diferenciaron de las plantas y animales hace 1.600 Ma., mientras que los invertebrados divergen de los cordados hace 1.000 Ma. El análisis de códigos de proteínas genéticas, estimó que los artrópodos, anélidos y moluscos se separaron de los equinodermos alrededor de 670 Ma., y de los cordados, alrededor de 600 Ma. (Ayala *et al.* 1998). El antagonismo ecológico de estromatolitos y animales fue documentado en el registro fósil del Fanerozoico.

La primera glaciación en el planeta se documentó en 2.300 Ma., sucediendo luego como eventos más o menos regulares en la historia geológica. La glaciación más importante y extensa fue la Varanger durante el período de 650-620 Ma., evento que precede a la primera aparición en masa de animales en la historia de la biósfera. La continuidad del registro de organismos eucariotes a través del Proterozoico temprano, mostró que el escudo de hielo global no interrumpió la fotosíntesis ni la vida eucariótica.

La ausencia de exoesqueletos mineralizados pudo haber sido causa de la escasa preservación de los metazoos del Precámbrico, aún cuando se preservan improntas de 25 animales distintos de cuerpo blando. Tal preservación acontece con la fauna de Ediacara y es explicable por efectos bióticos y abióticos, consistentes con el modelo de “*Cuna Fría*” de la vida animal, semejante a las actuales aguas antárticas (Fedonkin, 1996 b, c.). Según el modelo, los verdaderos metazoos no aparecen en cuencas carbonáticas cálidas, ocupadas por comunidades cianobacteriales de estromatolitos, sí en cuencas silicoclásticas con temperatura próximas a las zonas polares.

Los antiguos metazoos del periodo Vendiano (620-550 Ma.) están representados por cuerpos fósiles megascópicos y trazas fósiles. Entre las más de 30 localidades de todo el mundo, la región del Mar Blanco en el norte de la Plataforma Rusa, posee los más representativos registros fósiles de metazoos del Precámbrico. La extraordinaria preservación, incluye complejos fósiles tridimensionales, y la abundancia y diversidad de cuerpos y trazas hace de la región una verdadera ventana al mundo de los más antiguos animales. Los fósiles vendianos han sido interpretados como cuerpos blandos de celenterados, a los que se suman otros fósiles complejos, con alto grado de organización y bilate-

ralidad o triploblastía. Su estado de deformación, los patrones de crecimiento y marcas de regeneración indican que los fósiles poseían caparazón fina y flexible, de alguna sustancia degradable no mineralizada. La altura del relieve de las impresiones, dan prueba de su cuerpo delgado. La interpretación de éstos fósiles se base en algunos rasgos de su anatomía interna, así como en sus huellas y pisadas, que permiten inferir detalles de la morfología externa del mismo, así como de la locomoción. Éste cuidadoso estudio permitió comprobar que los organismos de tipo Ediacara son metazoos.

Los clados relictuales de metazoos pre-bilaterales (Porifera, Cnidaria y Ctenophora) de la era Proterozoica, poseen consumidores carnívoros y suspensívoros, pero no herbívoros. La variedad de formas de metazoos del Vendiano, indican una estructuración trófica semejante a las biotas modernas dominadas por anémonas y medusas (Fedonkin, 2003).

Existe una fauna de conchas inicial, llamada Tommotiense por la localidad rusa donde se encuentran, cuyas formas características y abundantes son los arqueociátidos; una enorme variedad de minúsculos fósiles (1 a 5 mm de longitud) no emparentados con grupos modernos, que se extinguen tempranamente.

Los animales pluricelulares modernos, con partes duras, hacen su aparición en el registro fósil en forma explosiva durante el Cámbrico, hace unos 570 Ma., señalando la aparición de prácticamente todos los grupos de animales modernos. El yacimiento de Burgess Shale representa un momento apenas posterior a ésta explosión (530 Ma.). La fauna fue descubierta en la Columbia Británica y estudiada a partir de 1909 por Charles D. Walcott, quién realizó la explotación del yacimiento durante las campañas de los años 1910 a 1913.

Con posterioridad a las publicaciones de Walcott, ya avanzado el siglo XX, se hizo necesaria la revisión de las colecciones efectuadas por su descubridor y depositadas en el Museo Nacional de Estados Unidos, a las que se agregaron otras, también numerosas. Los responsables del estudio y la real interpretación de la extraordinaria fauna de Burgess Shale fueron: H. Whittington, profesor y director del programa de investigación y sus alumnos, hoy graduados e investigadores de prestigio: S. Conway Morris y Derek Briggs.

### *Técnicas*

Los recursos técnicos empleados en la preparación de los materiales Precámbricos y Cámbricos fueron perfeccionándose a través del tiempo. El empleo de diferentes elementos hizo que algunos fósiles fueran interpretados en forma diferente. Uno de los ejemplos de esto corresponde a los fósiles de Burgess Shale. Su descubridor, Charles D. Walcott utilizó, en la extracción de los numerosos ejemplares colectados, martillos, cinceles, largas barras de hierro

y pequeñas cargas explosivas. Posteriormente, H. Whittington y sus colegas demostraron, a diferencia de Walcott, que la mayoría de los organismos de Burgess Shale no pertenecen a grupos familiares conocidos. La revisión de los fósiles de Burgess Shale requirió de métodos especializados, pero los utensilios de ésta tecnología particular no van más allá de los microscopios ópticos, las cámaras y los tornos dentales ordinarios (Gould, 1999).

Entre los nuevos y numerosos especímenes descubiertos se halló al primer cordado de la historia de la vida: *Pikaia* (Conway Morris y Whittington, 1979).

Erróneamente se sostiene que los fósiles de cuerpo blando suelen preservarse como películas de carbono sobre la superficie de las rocas. Desde luego, los organismos de Burgess Shale se encuentran muy comprimidos, impidiendo la preservación de muchas estructuras tridimensionales, como consecuencia del peso del agua y del sedimento acumulado sobre cuerpos enterrados carentes de partes duras. Sin embargo, no siempre los fósiles de éste yacimiento se hallan completamente aplastados; descubrimiento que le proporcionó a Whittington la base del método que podría revelar las estructuras. Las partes blandas de éstos animales no se preservan en forma de carbón, sino por un proceso químico donde el carbón es sustituido por silicatos de alúmina y calcio en una capa reflectante oscura, característica que permitió la ilustración mediante fotografías y que fue utilizada sobre todo en la publicación. Debido a que la refracción de algunas superficies réstaba continuidad a las formas, Whittington empleó por ello el método más antiguo de ilustración primario: el dibujo paciente y detallado de los ejemplares, mediante la cámara clara. Dicho equipo consta básicamente de un conjunto de espejos que permiten enfocar la imagen de un objeto sobre una superficie plana. Así, se fija una cámara clara a un microscopio, proyectando la imagen que hay bajo el objetivo a una hoja de papel. Mirando simultáneamente el ejemplar y su reflejo sobre el papel, se puede dibujar el animal sin desviar la vista del ocular. Whittington y su equipo adoptaron el procedimiento de dibujar todos los ejemplares, a una escala muy grande.

La preparación de los distintos especímenes se llevó a cabo como una suerte de disección. Rodeados por el sedimento que los enterró, los animales aparecen orientados de diversas formas, no encontrándose en un único plano de estratificación. El fango se infiltró, separando sus partes en diferentes microestratos, separados por finos velos de sedimento (el caparazón sobre las branquias y éstas sobre las patas con lo que se preservó una cierta estructura tridimensional). Utilizando pequeños cinceles o un torno semejante a los modelos de los consultorios de dentista, las capas superiores, de unas pocas micras, fueron eliminadas para revelar las partes internas. La delicada tarea también puede hacerse a mano, utilizando agujas enmangadas. “La preparación de los especímenes muestra que sus características aparecen en niveles sucesivos

dentro de la roca, y éstas pueden revelarse si se elimina cuidadosamente la fina capa de sedimento que las separa. El método de aproximación ha consistido en eliminar sucesivamente primero el exoesqueleto dorsal, para revelar los filamentos de las branquias y luego éstos para exponer las patas (Bruton, 1981: pp. 623-624). Los fósiles de Burgués Shale han sido tradicionalmente fotografiados en luz UV.

Harry Whittington al desarrollar su Monografía sobre el fósil *Marella* (especímenes que miden entre 2,5 y 19 mm de longitud) preparó numerosos ejemplares, y en correspondencia a Gould manifiesta: “Pienso que era vital. Desde luego, tomó horas y más horas, pero lo veías todo por ti mismo, y varias cosas podían sedimentarse gradualmente. Me gusta preparar (en la jerga paleontológica, limpiar y exponer los ejemplares en la roca). Es excitante encontrar éstas cosas escondidas. Es una emoción incomparable revelar una estructura escondida en la roca”.

Algunas de las técnicas empleadas recientemente en el estudio de réstos fósiles precámbricos, son de inusitada perfección. Mencionaremos algunas de ellas, desarrolladas en el presente siglo.

La posibilidad de lograr imágenes para el desarrollo de estudios morfológicos, al mismo tiempo que analizar químicamente fósiles carbonáceos, se desarrolló a través de la técnica láser-Raman, técnica no invasiva ni destructiva, permitiendo analizar *in situ* los especímenes (Antcliffe y Brasier, 2011). La aplicación de la técnica láser-Raman facilita la investigación de especímenes entre microscópicos y megascópicos, logrando así aclarar aspectos evolutivos, de metamorfismo orgánico y evolución bioquímica de objetos diminutos, similares a fósiles de putativa pero incierta biogenitud (Kudryavtseva *et al.*, 2001). Los estudios han demostrado que la técnica puede ser utilizada para correlacionar la composición química junto a la morfología, de especímenes fósiles carbonáceos de 1 $\mu$  de tamaño, maderas petrificadas y microbios preservados estructuralmente, así como también el material querógeno.

El uso combinado de la imaginería de Raman y la microscopía de escaneo láser puede ser la demostración más conspicua de la tridimensionalidad de las células de los microbios filamentosos reportados del Arqueano (Schopf, 2006). Dicha técnica permite una resolución espacial de 1 $\mu$ , así como la composición química carbonácea expuesta en la superficie de los ejemplares empotrados en la roca, a través del uso de la microsonda de ion electrónica. La utilización de éstas técnicas pone en evidencia la existencia de vida durante el Arqueano, aún en su parte más antigua (3.500-3.200 Ma). Se recogió información de 48 depósitos de estromatolitos biogénicos, 14 unidades que contienen 40 morfotipos de microfósiles putativos, 13 de ellos especialmente antiguos, a los que se suman los datos geoquímicos.

A su vez, Brasier *et al.* (2006) comentan la utilización de un nuevo espectrómetro de masa de alta resolución (con transmisión de un microscopio electrónico que enfoca con un rayo de ion), que trabaja a escala nanométrica, permitiendo mapear elementos y patrones isotópicos a muy baja concentración y medir procesos celulares antiguos.

Otros métodos de campo y laboratorio más recientes (Nofke *et al.* 2011), fueron realizados en el North Pole Dome, Pilbara, Australia del Éste, en junio de 2011. Consistió en el mapeo geológico, conteo a escala milimétrica de la estratigrafía sedimentológica y análisis morfológicos de macroestructuras sedimentarias. Además, se realizaron análisis petrológicos y sedimentológicos siguiendo el standard geológico de secciones finas de rocas. Se utilizaron equipos que incluían microscopios Olympus BX51 y Olympus SZX12 equipados con cámaras digitales Q Colour 3 Olympus. Se realizaron análisis Raman con el sistema Raman Horiba LabRAM HR800. Para el mismo, los ejemplares geológicos fueron cortados en secciones finas estándar, que al ser superpuestos brindaron mapas químicos y ópticos (Fries y Steele, 2011).

Otra de las técnicas de investigación empleadas, propone el desarrollo de una que permite el estudio de la evolución de las especies y de sus moléculas constituyentes. Ésta, origina información sin precedentes en la reconstrucción, mediante técnicas estadísticas, de secuencias de genes y proteínas ancestrales, estableciendo relaciones filogenéticas entre especies a nivel de ácidos nucleicos y proteínas. Dichas técnicas incluyen secuencias de los tres dominios de la vida: Bacteria, Eucariota y Arquea. A éstas filogenias se aplican modelos estadísticos para determinar probables secuencias de ancestros entre dos secuencias conocidas, obteniendo en el laboratorio, los correspondientes genes, proteínas o ambos. Es así posible recrear moléculas extintas hace miles de millones de años, información imposible de obtener desde los restos fósiles (Pérez Giménez *et al.* 2011). El Instituto de Tecnología de la Universidad de Georgia y la Universidad de Granada, aplicaron la técnica de la resurrección de la tiorredoxina, importante enzima antioxidante presente en todos los seres vivos, que publicaron en Nature Structural & Molecular Biology (mayo de 2001). A partir de más de 200 secuencias de organismos actuales, se construyó una extensa filogenia destinada a inferir la secuencia de tiorredoxinas ancestrales de entre 1500 y 4000 Ma. Éstas moléculas representan las proteínas más antiguas jamás obtenidas, pertenecientes a las formas de vida más primitivas del planeta. Para su estudio se empleó la espectroscopía de fuerza atómica a fuerza constante (force-clamp), una técnica refinada que permite el estudio de moléculas individuales. Se descubrió que los mecanismos químicos que se observan en las enzimas modernas estaban ya presentes en las enzimas ancestrales de más de 4000 Ma., comprobándose además que las enzimas antiguas

eran más estables, pues presentaban la temperatura de desnaturalización hasta 25° C superior a la de las modernas, sugiriendo que los organismos que las contenían eran termófilos (vivían a más de 60° C de temperatura). Se resalta que la estabilidad térmica de las tiorredoxinas ancestrales ha disminuido a lo largo de la evolución a un ritmo de 6° C por cada 1000 Ma. Técnicas distintas, basadas en el análisis de isótopos de oxígeno predicen un descenso similar de la temperatura de los océanos. Asimismo, mediante las técnicas de molécula individual se demostró que las enzimas más antiguas eran activas a pH 5 y que los organismos primitivos que las contenían eran, además de termófilos, acidófilos. Según ésta información, el desarrollo de formas de vida primitiva tuvo lugar en aguas similares a las de las fuentes hidrotermales actuales. Además, el contenido de gases atmosféricos hace 4000 Ma., difería del actual. La atmósfera no contenía oxígeno, ya que éste se originó con el desarrollo de las bacterias fotosintéticas hace 2500 Ma., y en su lugar presentaba un elevado porcentaje de CO<sup>2</sup> que probablemente mantuvo a los océanos primitivos con un pH por debajo de 6, condiciones a las que los organismos primitivos estaban adaptados.

La recuperación de pequeños cuerpos fósiles blandos, conservados en nódulos planteó el desarrollo de técnicas ingeniosas. Aplicada a fósiles del Silúrico de Inglaterra, consiste en secciones seriadas que luego son fotografiadas digitalmente, lo que permite información morfológica tridimensional. La técnica puede extenderse a una variedad de aplicaciones paleontológicas (Sutton *et al.* 2001).

Otra de las técnicas desarrolladas últimamente y publicadas en 2010, está relacionada con la microscopía electrónica ultrarrápida. Recientemente, el Instituto de Tecnología de California (Caltech) desarrolló una nueva técnica de obtención de imágenes para resolver movimientos a escalas atómicas y en intervalos de tiempo tan pequeños como un femtosegundo (10-15 seg.). Dicha técnica, se basa en el microscopio electrónico y permite obtener imágenes a lo largo del espacio y del tiempo, fue bautizada como “microscopía electrónica en cuatro dimensiones” 4D. La formación de imágenes con un único electrón es la clave de la microscopía electrónica ultrarrápida en 4D. El microscopio electrónico, poderoso y versátil, puede operar en tres dominios: imágenes en el espacio real, patrones de difracción y espectros de energía. Se emplea en aplicaciones que van desde la física de materiales y la mineralogía hasta la nanotecnología y la biología y permite obtener imágenes de estructuras estáticas con gran detalle. Al incorporar el tiempo, se han convertido las imágenes estáticas en filmaciones, que permiten observar la evolución de la materia en escalas que van desde el átomo hasta la célula.

#### IV - El fenómeno humano

El registro fósil de los primates se prolonga en el tiempo: los restos más antiguos se remontan al límite K/T, sospechándose que algunos mamíferos del Cretácico eran primates primitivos.

El aporte de los numerosos descubrimientos efectuados a mediados del siglo XX, mostraron que el árbol evolutivo de los humanos es enormemente ramificado. Una de las hipótesis razonables sobre el origen de los primates es describirlos semejantes a las musarañas arborícolas modernas, a su vez muy parecidas a algunos mamíferos mesozoicos. A éstos fósiles protoprimate se los conoce como plesiadapiformes. Siguen luego los primates arcaicos y según el registro fósil, se cree que surgen en el hemisferio Norte. Entre ellos se mencionan los hallazgos en el Cretácico-Paleoceno de formas como *Purgatorius* y *Plesiadapis*, el primero de Montana y el segundo de Colorado y Francia. A lo largo del Paleoceno-Eoceno los arcaicos se diversificaron para luego decaer, siendo reemplazados por los prosimios, adaptados a la vida arbórea.

Uno de los hallazgos más significativos de éste período fue realizado en el famoso yacimiento de Messel, en Alemania, en rocas fechadas en 47,2 Ma. Se trata del hallazgo, próximo a 1982, de un ejemplar de adapiforme al que se bautizó como "Ida". El ejemplar fue adquirido por Jorn Hurum para el Museo de Historia Natural de la Universidad de Oslo y estudiado por el mismo Hurum y Philip Gingerich, director del Museo de Paleontología de la Universidad de Michigan. La pieza mide 58 centímetros, de los cuales 24 corresponden al cuerpo.

Los fósiles de Messel se destacan por su preservación; muchos ejemplares han conservado tejidos corporales blandos, y en ocasiones el contenido estomacal. Los peces son los hallazgos más numerosos del yacimiento, a los que se agregan aves, reptiles y anfibios. Los mamíferos constituyen un 2% de la fauna de Messel, destacándose caballos primitivos, tapires, murciélagos y restos de primates.

El hallazgo y preparación del material de "Ida" fue realizado por particulares y luego adquirido. En aquel momento fue frecuente utilizar resina artificial para impregnar los ejemplares e impedir que se resecaran después de extraerlos, tras lo cual se añadía a la resina, con el fin de reforzarla, fibra de vidrio. La matriz artificial de "Ida" está compuesta por esos dos materiales.

Nos explayaremos un tanto al describir la técnica empleada en el estudio de "Ida" creyendo que la misma es un buen ejemplo de la aplicación de elementos modernos en la investigación paleontológica. Con el fin de verificar la autenticidad del fósil, Hurum acudió al especialista en rayos X y tomografía, doctor Jorg Habersetzer, del Instituto de Investigación del Senckenberg y experto en el examen de fósiles por tomografía. El Dr. Habersetzer realizó el examen de los restos con rayos X confirmando su autenticidad. Durante el estudio radiológico de éste

tipo de fósiles, se aplican tres métodos diferentes. El primero consiste en colocar una placa o película muy próxima al fósil, método que recibe el nombre de microrradiografía de contacto y que brinda alta resolución. El segundo método desarrolla la radiografía de ampliación, en la que se utiliza un tubo de rayos X con un punto focal muy pequeño, pudiéndose ampliar repetidas veces a modo de microscopio. El tercer método utiliza éste tubo de rayos X de altísima resolución en combinación con una tomografía CT normal, introduciéndose las imágenes de rayos X y de la tomografía en un ordenador, que, a su vez, facilita crear un modelo tridimensional ampliado que permite reconstruir la estructura del primate. Las fibras de vidrio utilizadas con la resina provocaron reflejos en los rayos X, de modo que para aclarar las imágenes fue necesario eliminar digitalmente dichas fibras de cada tomografía. El análisis radiológico y la reconstrucción del ejemplar demandó un mes de labor (Tudge, 2009).



Análisis radiológico y la reconstrucción del adapiforme Ida



Análisis radiológico y la reconstrucción del adapiforme Ida



Análisis radiológico y la reconstrucción del adapiforme Ida

Los paleontólogos norteamericanos han sido activos en el estudio del hombre primitivo y sus antecesores. Barnum Brown coleccionó numerosas mandíbulas de monos en las Montañas Siwalik de la India en 1922-24 y H. de Terra y G.E. Lewis hallaron en 1934 en la misma región, otros importantes homínidos. Los antropoides más antiguos conocidos provienen de Birmania, y corresponden al Eoceno.

El yacimiento del Fayún, situado a 60 km al sur del Cairo en Egipto, brindó ejemplares fósiles relacionados con el origen de los antropoides. Su estratigrafía se sitúa entre el Eoceno tardío- Oligoceno medio (40- 31 Ma.). El yacimiento se conocía desde 1908 cuando Osborn descubrió el género *Apidium*, momento en el cual también el paleontólogo alemán Max Schlosser descubrió a *Propliopithecus*. Posteriormente, el sitio fue explotado a partir de 1960 y hasta finales de siglo por el norteamericano Elwyn Simons, de la Universidad de Duke. Simons desarrolló una técnica sumamente ingeniosa para sacar a la luz los fósiles de El Fayum. Los suelos de ese sector del desierto líbico están tapizados por una capa superficial de piedras sueltas que constituyen una suerte de pavimento. Fue tarea del equipo de trabajo, cuando terminaba la campaña, quitar las piedras de la superficie en algunas áreas para dejar al descubierto la capa de arena inferior, para luego marcharse y volver al año siguiente. El viento del desierto hacía su trabajo, arrastrando el sedimento suelto y dejando en superficie los fósiles. El yacimiento aportó una importante colección de fósiles, entre ellos primates, de los cuales se contabilizan diez y siete especies diferentes, creyéndose que durante éste momento se desarrolló un linaje antropeoide básico, luego escindido, originando a catarrinos y plattirinos o monos del Nuevo Mundo, que pasarían en balsas a América del Sur, donde se los conoce con una antigüedad de 20 Ma. Uno de los fósiles más conocidos del Fayún es el primitivo catarrino *Aegyptopithecus*, probable antecesor de *Proconsul*, que vivió 20 Ma. despues y cuyos primeros réstos se hallaron en Kenia en 1909. Posteriores descendientes de *Proconsul* evolucionaron en África, dando origen a gorilas, chimpancés y humanos.

Durante el Mioceno, simios de gran porte, muy próximos entre ellos, aparecen ocupando vastos territorios. Se conocen como *Dryopithecus* en Francia, África oriental, Europa y Asia, como *Sivapithecus* en Asia, como *Ramapithecus* en Nepal y *Kenyapithecus* en África oriental. Formas que dieron origen a varios linajes descendientes, entre ellos *Gigantopithecus*, que vivió en India, China y Vietnam entre 1 Ma y 300.000 años. *Gigantopithecus blacki* medía unos 3 metros de altura y se lo descubrió en las boticas de China, como los famosos dientes de dragón. Otras formas son: *Nakalipithecus* en Kenya y *Ouranopithecus* en Grecia y Turquía.

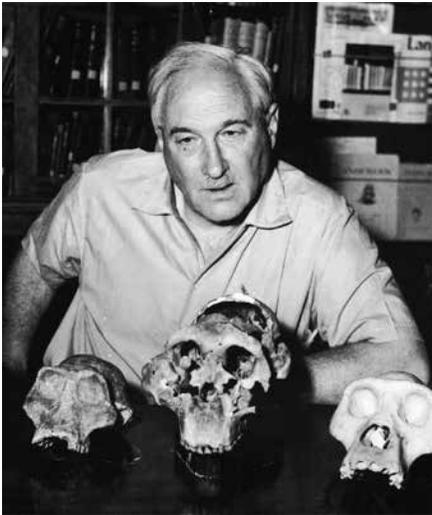
En 1912 en una cantera de grava de Piltdown, sur de Inglaterra, se encontró un fósil que fue bautizado como *Eoantropus dawsoni*, por Sir Arthur Keith, Sir

Grafton Eliot Smith y Sir Arthur Smith Woodward. En 1953 los restos fueron analizados en sus componentes químicos (flour), comparados entre sí y posteriormente observados con rayos X en el Museo de Historia Natural de Londres. Dichos estudios demostraron que se trataba de un fraude. Solo Keith sobrevivió para ver descubierto el mismo. Paradójicamente, el grupo, integrado por prestigiosos antropólogos de ese momento, junto a otros investigadores, había rechazado en 1924 el descubrimiento de *Australopithecus Africanus*. El fósil fue hallado en una cantera de cal en Taung, Sudáfrica. Se trataba de un fragmento de cráneo que incluía parte del rostro y caja craneana y que se denominó “Niño de Taung”. El ejemplar fue entregado a Raymon Dart (1893-1988), anatomista de 31 años que trabajaba en un hospital cercano. Dart limpió de sedimentos el ejemplar empleando agujas de acero de tejer crochet que utilizaba su esposa, estudio, describió y publicó el hallazgo. La posterior datación de los restos indicó una edad de 2 a 3 Ma. Sucedieron luego descubrimientos de restos fragmentarios, que contabilizan una media docena de especies de australopitecinos. También en Sudáfrica, el médico rural Robert Broom, además de sus trabajos sobre reptiles mamíferos procedentes del Paleozoico y Mesozoico halló restos de australopitecinos en varias localidades. Primero en Sterkfontein (*Plesianthropus*); en 1937 descubrió nuevos restos de homínidos en Kromdraai y Swartkrans (*Paranthropus robustus*). Tales descubrimientos lo llevaron a proponer en 1946 la subfamilia de los australopitecinos.



Raymon Dart (1893-1988)

Otro yacimiento de África del este, rico en hallazgos de restos de homínidos es el barranco de Olduvaia. Explorado durante años por la pareja de antropólogos formada por Louis Seymour Bazet Leakey (1903-1972) y Mary Douglas Leakey (1913-1996), aportó numerosos hallazgos, entre ellos el cráneo del australopitecino *Zinjanthropus boisei*, descubierto en 1959 y datado con el método de potasio-argón en 1,75 Ma. Relacionados con los niveles de ese hallazgo fueron descubiertas numerosas piedras trabajadas que darían nombre a la “industria olduvayense”. En la actualidad prosigue trabajando en la región el hijo de la pareja: Richard Leakey (1944), descubridor de numerosos restos fósiles de homínidos.



Louis Seymour Bazet Leakey (1903-1972)



Mary Douglas Leakey (1913-1996)



Cráneo del australopitecino *Zinjanthropus boisei*

En 1974 se hallaron en la región de Afar (Etiopía) restos de un *Australopithecus afarensis* (bautizado como “Lucy”) por Donald Johanson. Dichos restos poseen entre 3 y 3.9 Ma. y su estudio indicó su caminar erguido de tipo humanoide. Posteriormente, en 1984, en la región del Lago Turkana se descubrió el esqueleto de un niño de 1,5 Ma, siendo el más completo ejemplar hallado. Dentro de la subfamilia, el género *Australopithecus*, que vivió en territorio Africano entre 4 y 2,5 Ma., se conocen en la actualidad cinco especies, una de las cuales originó el género *Homo*, con quien llegaron a convivir. El miembro de ese género más aceptado es *Homo habilis* de Olduvai, descrito por Leakey, Napier y Tobias en 1964, cuya antigüedad se sitúa en 2,4 - 1,5 Ma. El género se encuentra representado por varias especies: *Homo habilis* (2,4 a 1,4 Ma), *H. erectus* (1,8 Ma. a 70.000 años), *H. neanderthalensis* (250.000 a 30.000 años), *H. sapiens* (250.000 años hasta hoy). Sin embargo, el origen del género *Homo* no está claramente definido, el reciente hallazgo de los restos de dos individuos, en el yacimiento de Malapa, al noroeste de Johannesburgo brindó nuevos elementos de interpretación. Fueron bautizados con el nombre de *Australopithecus sediba* (Berger, 2010) y la asignación de tales restos al género *Homo* creó controversias. Con el fin de lograr mayor claridad en las hipótesis, se incrementaron las labores técnicas, procediéndose al análisis del sarro de los dientes de uno de los fósiles, estudiándose los fitolitos de éste con la intención de aclarar qué tipo de plantas consumía el espécimen y a qué ambiente pertenecían éstas. El escaneo tomográfico del cráneo del macho abrió perspectivas inusuales. Se observó en la parte superior del mismo un espacio sobre la superficie del hueso que inspeccionado, mostró posibles elementos estructurales de piel, que en la actualidad están siendo sometidos a análisis adicionales. Dichos elementos también aparecen en el mentón de la hembra y en huesos de antílope del yacimiento. Si se confirma la conservación del tejido cutáneo, podría averiguarse el color de la piel y la densidad del pelo, incluso obtener ADN. El escaneo del cráneo del joven macho, realizado con radiación de sincrotrón, permitió reconstruir con detalle la morfología cerebral. (Wong, K., 2012).

*Homo erectus* salió de África y los especímenes que se descubrieron en 1920 en la cueva de Chokoutien en China, recibieron el nombre de “Hombre de Pekín”. El descubrimiento de restos de materia orgánica, huesos y útiles en dicho yacimiento, con signos de haber sido quemados intencionadamente llevaron a la idea de que el *Homo* de entre 500 a 300 mil años había dominado el fuego; sumado a esto, en 2004, se reportó un hallazgo de 790 mil años a orillas de un antiguo lago en el norte de Israel, donde se halló madera quemada y fósilizada.

Posteriormente, fueron hallados varios nuevos géneros de homínidos en diversos lugares de África: a) en Etiopía *Ardipithecus*, de unos 5,8 Ma.; b) en

Kenia *Orrorin* descubierto en 2001, de 6 Ma y en Chad *Sahelanthropus tchadensis* (“Tumai”) de 6-7 Ma. En la actualidad se estima entre 5 y 6 Ma la fecha de la escisión de homínidos-simios.

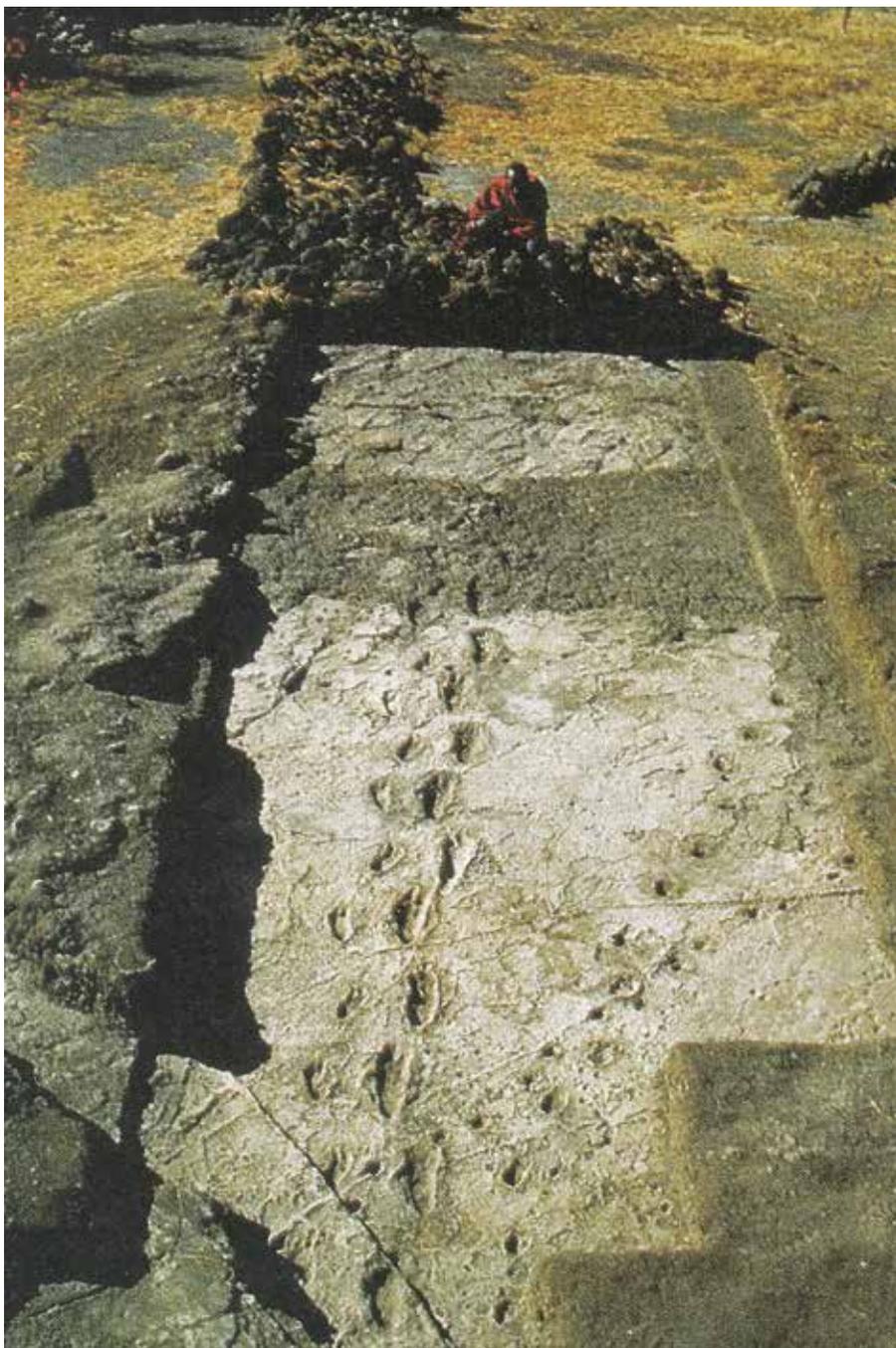
En 2003 se hallaron réstos humanos en la isla indonesia de Flores, con una antigüedad de 18.000 años a los que se denominó *Homo floresiensis*.

### *Técnicas*

La excavación y estudios de depósitos que albergan réstos relacionados con homínidos y fósiles humanos, exigió de los científicos el desarrollo de técnicas y métodos capaces de brindar ciertos márgenes de seguridad en la recuperación de la información que los mismos brindaban. Técnicas y métodos que fueron haciéndose más y más efectivos a medida que transcurrió el tiempo y las distintas experiencias fueron divulgándose. Durante el siglo XX se sumaron, a las clásicas tareas de registro, fotografía, limpieza, fortalecimiento y extracción de los especímenes en el campo, otros análisis de laboratorio. Mencionaremos algunos de ellos. Entre los métodos de campo se destaca el descubrimiento y las tareas de salvataje y rescate de las pisadas de homínidos realizadas en Laetoli. El sitio, de una antigüedad de 3,6 Ma. se encuentra 45 km al sur del barranco de Olduvai, siendo recorrido por los equipos de los Leakey desde 1974-75. Colaboradores de Mary, descubrieron las primeras huellas de aves y mamíferos en 1976. Las huellas están preservadas en una capa de cenizas de 15 cm de espesor y hasta el momento se han registrado huellas de hienas, felinos, babuinos, jirafas, gacelas, rinocerontes, antílopes, búfalos, liebres, aves, el elefante *Deinotherium* y una rastrillada dejada por 27 pisadas de tres individuos homínidos. Además, los niveles de icnitas albergan marcas de gotas de lluvia y granizo. La primera huella humanoide fue hallada en 1978 y las tareas de excavación del yacimiento finalizaron en 1979. Se realizaron calcos de las huellas, fotografías y mediciones, disponiéndose luego el relleno del sitio con arena y una cobertura de rocas con el fin de preservarlo. Posteriormente, se desarrollaron en el mismo, plantas de *Acacia*, que, con sus raíces, comenzaron a perturbar la superficie portadora de icnitas. En 1992, el Departamento de Antigüedades de Tanzania solicitó al Instituto Getty de Conservación un plan de salvataje de las huellas. Se analizaron diversas soluciones: a) rescate de las huellas por embebimiento de los sedimentos con resinas plásticas, corte y levantamiento de planchas, propuesta que fue rechazada por no ofrecer total seguridad; b) construcción de una protección, que no alcanzaba a resolver el problema de la humedad producida por las lluvias, la posterior capilaridad y evaporación, que transportaría sales y que finalmente destruirían las huellas. Se concluyó en reexcavar el sitio, iniciándose el proyecto en 1994, que prosiguió en 1995 y 1996. Se removió toda la vegetación alrededor del montículo y



Huellas de homínidos de Laetoli.



Distintos tipos de huellas y rastrilladas de Laetoli.

se aplicó herbicida biodegradable. Para localizar las huellas, se utilizaron calcos y fotografías originales de Mary Leakey, comprobándose que distintos sectores de la excavación habían sufrido daños. Donde las raíces habían penetrado, se decidió antes de su erradicación, fortalecer el sedimento del sector, percolando un compuesto acrílico disuelto en agua. Se utilizaron herramientas manuales con discos cortantes, para extraer réstos que habían penetrado en la superficie de las pisadas y los agujeros fueron rellenados con una pasta de acrílico y sedimento. Luego, con cámara Polaroid, se fotografiaron a color las huellas y sobre ellas se colocaron hojas de acetato, grabándose en las mismas, los lugares donde hubo fracturas o se desarrollaron las raíces intrusivas, así como otras informaciones. Durante la reexcavación se observó el oscurecimiento de las pisadas y su entorno, debido a la aplicación del acrílico conservante Bedacryl por el equipo de Leakey, antes de calcar las mismas con goma de siliconas y las copias en fiberglas. Debido a su fragilidad se decidió el esclarecimiento de solo un par de huellas; tarea que se realizó removiendo el Bedacryl con acetona y papel tisú. Luego, se levantó un mapa completo del sitio, más detallado que el de 1979 y las huellas fueron fotografiadas por fotogrametría. Mapa, fotografías y documentación de la investigación fue agregado al archivo compilado por las excavaciones de los Leakey, formando parte de una base de datos electrónica en el departamento de geología de la Universidad de Cape Town. Posteriormente, las pisadas fueron enterradas nuevamente. Se aplicaron diversas capas de arena, fina y gruesa, intercaladas con geotextiles embebidos de herbicidas no solubles de baja toxicidad, para evitar el desarrollo de raíces, calculándose su efectividad por 20 años. Luego una capa de suelo local y finalmente una capa de guijarros de lava para proteger el túmulo, que llegó a tener 1 m en su apex. Fue previsto el control periódico por calicatas en derredor del túmulo, para observar la influencia de la humedad y el avance de la vegetación. No fue evaluada la actividad de insectos cavadores como termitas. En agosto de 1996, el sitio fue erigido durante una ceremonia como lugar protegido por el gobierno tanzano, asistiendo a la misma Mary Leakey, quién moriría cuatro meses después (Agnew y Demas, 1998). Las tareas de conservación de 1995-96 resultaron útiles a mediano plazo, pues, luego de 15 años, se observó que las raíces de *Acacia* infiltraban las rocas y el agua generaba calcita, que transforma la roca en arcilla, así también como la actividad de las termitas. Tapar las huellas fue una mala idea dijeron los expertos. Durante las tareas de descubrimiento de 2011 se llegó a la conclusión de que deberá construirse un museo en el mismo lugar.

Huellas similares han sido descubiertas en otras regiones, de distinta antigüedad. Las mismas plantean distintas problemáticas para su estudio y posible recuperación. Recientemente fueron descubiertas huellas humanas en la costa

marítima de Happisburg, en Inglaterra y se han datado en 800.000 años. Gran parte del tiempo están cubiertas por las aguas marinas.

Un caso particular en Argentina, son los afloramientos holocenos de la costa de la provincia de Buenos Aires, en las localidades de Monte Hermoso y Pehuen-Có. Los dos sitios muestran innumerables huellas humanas, datadas en 8.500 años; aparecen impresas en sedimentos degradables por la acción de las mareas, así como por el tránsito de los veraneantes. Quizá en los dos sitios la solución consista en tomar calcos y fotografías de éstas como formas de recuperarlas y exponerlas en lugar apropiado. En la actualidad existen técnicas que permiten el escaneo láser en 3D y digitalización de las pisadas. El aparato es portable, captura la morfología original y la textura a bajo costo, como una alternativa fiel del tradicional modelado y calcado (Adams, *et al.*, 2010). La digitalización de éstos relieves en el campo ha de permitir un estudio posterior en el laboratorio de su morfología, volumen y mediciones, que permitirán caracterizar con mayor precisión el animal que las produjo, brindando además información sobre la formación del yacimiento. En el caso de la excavación de un yacimiento, las sucesivas digitalizaciones de las diferentes zonas de excavación permitirán una señalización del proceso en tres dimensiones, que han de servir para obtener una reconstrucción 3D del yacimiento original.

Entre las más elaboradas técnicas de laboratorio, podemos mencionar los estudios de secuenciación del ADN y su análisis a través de programas informáticos complejos, que permitieron reunir información sobre las especies del género *Homo*, actuales y extintas. Estudios que muestran en la actualidad, algunas personas portando en su ADN secuencias procedentes de *Homo neanderthalensis* y otros humanos arcaicos, probando el cruzamiento con otras especies, que transmitieron su legado genético a través de miles de generaciones. En 2010, se publicó la reconstrucción de gran parte del genoma de *Homo neanderthalensis* a partir de fósiles hallados en Croacia, revelando que el aporte genético de esa especie a las poblaciones no Áfricanas es de 1 a 4 %. Fenómeno producido por mestizaje durante la convivencia de ambas especies entre *Homo neanderthalensis* y los antepasados de todos los humanos no Áfricanos en la región de Oriente Medio hace entre 80 y 50 mil años.

Otro ejemplo de cruzamiento es el de los pobladores de Denisova en los Montes Altai, con una antigüedad 40 mil años. Los estudios de su secuencia demuestran que habrían contribuido con un 1 a 6 % al genoma actual de melanesios, aborígenes australianos, polinesios y poblaciones del Pacífico Occidental. Tal entramado se habría producido en dos épocas diferentes: primero cuando los humanos modernos abandonaron África y se cruzaron con los neandertales; luego, cuando sus descendientes se desplazaron al sudeste de Asia y se mezclaron con poblaciones de Denisova.

También los análisis del ADN de neandertales y del espécimen de Denisova parecen demostrar que nuestro acervo genético cuenta con contribuciones procedentes de otras especies del género *Homo*. El complejo registro fósil Africano señala una gran variedad de grupos humanos que, con un mosaico de caracteres arcaicos y modernos vivieron en África hace entre 35 y 25 mil años. Tales perspectivas hacen plausible el mestizaje entre especies durante el período de transición entre humanos arcaicos y modernos (Hammer, 2013).

## **La anatomía íntima de los fósiles. Técnicas de cortes seriados.**

### **Segunda parte**

Una de las características de los procesos de fósilización de los vertebrados es producido el enterramiento del espécimen y desaparecidos los tejidos blandos, sedimentos y minerales circundantes invaden los espacios que esos dejan. Se suceden posteriores procesos de litificación de acuerdo con las características mineralógicas y las circunstancias ambientales del depósito. Así, el hallazgo de un fósil, más allá de las circunstancias fortuitas, aporta un sinnúmero de informaciones a los especialistas. El estudio de determinadas partes del esqueleto, en especial el cráneo fue desde los primeros momentos de la paleontología quien brindó mayor cantidad de información. Su estudio se hizo imprescindible y a medida que transcurrió el tiempo, las técnicas que se emplearon fueron cada vez más refinadas. A los estudios de cortes seriados iniciados a principios del siglo XX siguieron nuevos métodos que no comprometieran el deterioro o la pérdida del material fósil.

Así, se sumó a los estudios la aplicación de las técnicas radiológicas (Brunner, 2012).

### **Tomografía axial computada**

La tomografía axial computada (TAC), su grado de precisión y practicidad de la técnica llegó a la paleontología. Las observaciones con TAC y las descripciones anatómicas de un resto fósil pueden ser llevadas a otro nivel de referencia, incluyendo medidas de superficies y de volúmenes, antes imposibles de tomar o su medición y precisión requerían de metodologías complejas y con alto consumo de tiempo, obteniendo resultados con importantes márgenes de error. Las TAC no solo proveen una alta precisión, de décimas de milímetro, sino rapidez y practicidad, permitiéndonos analizar una estructura anatómica externa e internamente, en cualquier plano de corte que el observador requiera, sin destrucción o precesado previo de los restos. Usando TAC los restos se reconstruyen digitalmente, permitiendo una aproximación 3D de la pieza y la

obtención de medidas de volúmenes y superficies que nunca habieran podido ser observadas.

Dos características particulares concurren al hallazgo del niño de Taung por Raymond Dart en 1924: quién lo descubrió, era especialista en anatomía cerebral y el fósil mostraba un molde endocraneal notable, al haber desaparecido una parte de los huesos de la caja craneana. En ese contexto, la paleoneurología debe investigar la evolución del sistema cerebral de las especies extintas a través de los moldes endocraneales, naturales o artificiales. Normalmente el encéfalo no fósiliza y la reconstrucción de las estructuras cerebrales debe realizarse a partir de las huellas que éstas han dejado en los huesos del cráneo. Así, el estudio paleoneurológico se centra, en la anatomía de la cavidad endocraneana. Ésta, aporta información sobre el tamaño del cerebro, su geometría, la proporción de sus áreas (lóbulos y circunvoluciones) y su sistema vascular, ya que venas y arterias dejan huellas sobre la pared interna del cráneo. En el pasado, hallado un cráneo fósil, el método para estudiar el endocráneo, consistía en la elaboración de un molde positivo de la cavidad craneal, que reflejase la apariencia exterior del cerebro. El método resultaba demasiado agresivo para hallazgos normalmente delicados. Solo con un ejemplar fragmentado resultaba sencillo elaborar el molde, que no aportaba gran información. Fabricar un molde ante un cráneo completo y extraerlo sin dañar el primero ni deformar el segundo era un proceso que revestía grandes dificultades. En un principio se emplearon moldes de yeso, después, se introdujeron resinas y compuestos plásticos. Sin embargo, la investigación con moldes físicos siempre había limitado de manera considerable el desarrollo de la disciplina.

Durante el siglo XX se desarrollaron novedosas técnicas y la paleoneurología vivió, una verdadera revolución a mediados de los años noventa. En éste momento, se produce un alto grado de desarrollo de los métodos de obtención de imágenes digitales biomédicas. La tomografía computarizada y las técnicas de resonancia magnética alcanzaron gran nivel de difusión, permitiendo que las mismas se hallaran al alcance de los laboratorios de anatomía y paleontología. Por primera vez, podían construirse moldes digitales sin comprometer el fósil. Las técnicas empleadas en la actualidad permiten obtener moldes con rapidez y una perfecta semejanza con el original. Los materiales incompletos o fragmentados pueden ser reconstruidos con la aplicación de fórmulas estadísticas, a la vez que pueden copiarse y enviarse con facilidad, como ventaja para la colaboración entre laboratorios (Conroy y Vannier, 1984, 1985). La combinación de la tomografía computada y los datos procedentes de la tomografía neutrónica incrementan la información sobre la estructura interna de los huesos, mientras que la comparación de ambas imágenes es posterior (Schwarz *et*

al. 2005). A su vez, los avances informáticos revolucionaron también la morfometría, disciplina que, a través de la estadística, cuantifica y compara las formas anatómicas, trabajando con modelos geométricos digitales. Éstos se analizan luego con métodos de estadística multivariante a fin de identificar los patrones de estructura y funcionamiento que se esconde tras un modelo biológico o análisis espacial, denominado morfometría geométrica, que constituye en la actualidad el método principal para el estudio de la morfología en biología evolutiva. Desde el pasado, el volumen del cerebro ha sido motivo de investigación, aunque hoy en día se emplean métodos digitales, a menudo éstos tampoco se encuentran exentos de ambigüedades. Ya los primeros estudios paleoneurológicos prestaron atención a los rasgos del endocráneo que se hallaban relacionados de manera directa con las estructuras de la superficie cerebral. En la base del cráneo, por ejemplo, pueden apreciarse los orificios por los que se introducen los nervios que penetran en el cerebro. También dejan huellas las arterias y las venas que se dirigen a las meninges.

Otros ejemplos del empleo de ésta técnica es el estudio de los restos del ejemplar de *Archaeopteryx* del Museo Británico en 2004. En éste caso se examinó mediante 1300 imágenes la estructura en tres dimensiones del cerebro y el oído interno (Alonso *et al.* 2004).

Ryan Carney (2012) realizó un estudio del color del ave. Usando la tecnología del escaneo, microscopía electrónica y análisis de dispersión de energía de rayos X, el equipo detectó la estructura de los melanosomas en la muestra de la pluma hallada en 1861. Se cree que tenía coloración oscura.

Estudios de tecnología de resonancia Raman realizados con herramientas referidas al bio-photonic scanner, han descubierto el color del plumaje de dinosaurios chinos al rescatarse melanocitos. También en la membrana del ala de un pterosaurio del Cretácico inferior de la cuenca de Araripe, en Brasil.

## **Láser (Light amplification by stimulate emission of radiation)**

El 16 de mayo de 1960, Theodore Maiman (1927-2007), de los laboratorios de Investigación Hughes, consiguió fabricar el primer láser operativo. El dispositivo permite la amplificación de luz por emisión estimulada de radiación (Light Amplification Stimulated Emission Radiation, Láser). Basándose en un artículo publicado por Schwlow y Tornes (investigadores de los laboratorios Bell), donde proponían la idea de disponer espejos en los extremos de una cavidad en la que un medio óptico previamente excitado emitiría luz. La radiación, sucesivamente se reflejaría en los espejos, con lo que todos los fotones se alinearían en una misma dirección. Además, el tamaño de los espejos y de la cavidad podría ajustarse para seleccionar una única frecuencia de emisión.

Maiman eligió un cristal de rubí como medio óptico y lo emplazó entre dos espejos de plata. Para conseguir la excitación en el cristal, dispuso a su alrededor una potente lámpara de destellos. Dispositivo que funcionó. El fino rayo de luz láser puede enfocar gran cantidad de energía en un área sumamente reducida (área donde la temperatura alcanza niveles extremos). Hoy día los láseres ya sean semi-conductores del tamaño de un grano de arena o construcciones del tamaño de un edificio, se emplean en cientos de aplicaciones, desde cortar y soldar metales hasta sanar el tejido ocular, leer códigos de barras y reproducir discos compactos. En 1964 el físico Jerome Kasper ideó el primer láser químico. En éste se puede incorporar al propio láser la reacción química productora de energía sin requerir fuente externa. En 1966, John R. Lankard y Pitr Sorokin idearon los láseres orgánicos, donde la fuente de energía era un complejo tinte orgánico. Todos ellos pueden utilizarse con muy diversas longitudes de onda.

Una de las utilidades más recientes consiste en el uso de un rayo láser para remover el sedimento que rodea un fósil delicado (Landucci *et al.* 2001), (Roberts *et al.* 2012), (du Plessis *et al.* 2013). Un sistema láser diseñado para la remoción de rocas es el Láser Nd: YAG. Antes del tratamiento los ejemplares se identifican mineralógica y petrográficamente (Hecht, 2003).

Durante una reunión de comunicaciones sobre paleontología en el año 99 en Estados Unidos, se presentó el método CASFLU (Composition Análisis by Scanning Femtosecond Láser Ultraprobin). La focalización y el escaneo del láser, es muy intensa a través del corto impulso. La fluorescencia del plasma del vapor por cada pulso es analizado espectroscópicamente en tiempo real, determinando la composición elemental del material ablacionado. Algunos resultados iniciales de la nueva técnica empleada en la preparación demostraron que la herramienta puede ser aplicada a la remoción de matriz, mostrando la riqueza de detalles en ejemplares de pequeños terópodos, en la limpieza del volumen nasal, así como en el volumen del cerebro.

Otra aplicación del escaneo en 3D de fósiles está dado por la técnica descrita por Johnston *et al.* (sin fecha) en una publicación de la Universidad de Canterbury. En la misma, se comenta que el sistema escáner láser FastSCAN, utilizado en la digitalización, está compuesto por una prolongación manual que porta en su extremo un láser generador y una cámara en miniatura. El equipo electromagnético está conectado a una computadora. Éste equipo fue utilizado en la digitalización de elementos fósiles de gran tamaño.

Recientemente, un aparato para detectar marcas pequeñas en huesos fue utilizado en el Natural History Museum de Londres. Se trata de microscopios utilizados para la fabricación de maquinaria y propósitos industriales, tales como el Alicona 3D Infinite Focus, que utiliza 700 lentes de aumento rotatorios, obteniendo excelentes imágenes que pueden ser utilizadas en análisis

tafonomicos (Bello y Soligo, 2008). Otra moderna tecnología para fotografiar pequeñas superficies en relieve es el denominado Polynomial texture mapping (PTM). Utiliza una cámara digital ordinaria y múltiples fuentes de luz, montadas en un domo. El sistema se maneja por computadora (Hammer *et al.* 2002). Otra moderna técnica utilizada en la reconstrucción fotográfica de pequeños fósiles impresos en calizas como los de Solnhofen o del Cetácico del Líbano. La técnica describe la fusión de una imagen a través de la coalescencia de diversas imágenes en el área misma, pero a diferentes planos focales, resultando una única imagen de gran profundidad. Los fósiles así observados muestran un relativo alto relieve, pudiendo ser documentados en estéreo imágenes. Los especímenes fueron analizados por espectroscopía (Haug *et al.* 2009).

### **Leyes nacionales e internacionales de protección al patrimonio paleontológico**

En abril de 1865, el gobierno de Buenos Aires, por iniciativa de Burmeister, emite un decreto: primera decisión oficial en defensa del patrimonio natural, donde se prohíbe la extracción de restos fósiles sin permiso oficial “dados con miras de utilidad pública o del progreso de las ciencias”. Se aplican multas y la firmaban Cornelio Saavedra y Mariano Acosta.

El 26 de febrero de 1913 fue sancionada la ley 9080, que declaraba la propiedad de la nación sobre las ruinas y yacimientos arqueológicos y paleontológicos de interés científico. Proyecto que fue presentado en 1912. La ley fue reglamentada por un decreto del 29 de diciembre de 1921. La ley establecía que el otorgamiento de los permisos para utilizar o explotar dichos yacimientos correspondía al ministerio de Justicia e Instrucción Pública de la Nación, con el asesoramiento de los Museos Nacional de Historia Natural y Etnográfico de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA), agregándose luego como partícipe de dichas decisiones al Museo de La Plata (Endere y Podgorny, 1997).

En 2003 se sanciona la ley 25.743 de protección al patrimonio paleontológico y arqueológico. Las instituciones provinciales o municipales deberán cubrir así cargos con profesionales. Desde 1913 (ley nacional 9080) y su decreto reglamentario en 1921) y más recientemente en 1968 cuando el Código Civil en su artículo 9 declara bienes públicos del Estado a los yacimientos paleontológicos, legislación ésta que coloca a la Argentina en avanzada mundial.

En 1970 Argentina ratificó la Convención de la UNESCO que castiga el tráfico ilegal de bienes patrimoniales.

La Provincia de Buenos Aires sanciona la “Ley de Creación de la Comisión Provincial del Patrimonio Cultural de la Provincia de Buenos Aires.” 10.419/86 – Decreto 3779/86.

El yacimiento paleoicnológico de Pehuen-Có corre peligro de degradación. Legislativamente se ha logrado la protección por Ordenanza Municipal N° 1668 la declaración de “Interés Provincial” (Ley 10959) y se está a punto de lograr la creación de una Reserva Provincial. No obstante, se considera imprescindible la ayuda financiera internacional para lograr la custodia permanente del lugar, así como la extracción de parte del material y/o la construcción de una réplica a escala natural en un sector seguro y accesible, a fin de su salvaguarda (Caputo *et al.* 2002).

## **El futuro de las ciencias paleontológicas**

Los estudios paleontológicos en Argentina sufrieron durante el siglo XX innumerables abatares. Los escasos recursos y magros sueldos estatales y sobre todo aquellos volcados a la educación e investigación, caracterizaron las décadas de los años 70, 80 y 90. A partir de los primeros años del siglo XXI, comienza en Argentina una nueva etapa política y las inversiones en materia educativa, a todos los niveles, aumentan notablemente. El Estado, a través de organismos adecuados a la administración y desarrollo de la investigación científico-tecnológica incrementó los presupuestos correspondientes, creando nuevos centros de estudio, equipando los existentes, creando nuevos puestos de trabajo a investigadores y técnicos –algunos regresan del exterior- y se abren perspectivas de futuro promisorio que también involucra a los paleontólogos.

La información con que trabaja la paleontología continuará proviniendo de los fósiles. La prospección de campo y la colección de especímenes seguirán proporcionando la base de la disciplina. Dado que solo una pequeña fracción de la superficie del planeta ha sido explorada en busca de fósiles, se puede esperar que por muchas décadas haya jóvenes paleontólogos recorriendo el mundo con una piqueta geológica, un GPS y un mapa, y que descubran fósiles que cambien nuestra visión del pasado.

La invención del microscopio abrió la posibilidad de estudiar un mundo biológico antes desconocido. De la misma manera, las imágenes digitales y los programas de procesamiento electrónico de esas imágenes están abriendo posibilidades comparables a aquélla.

El reemplazo de la fotografía analógica por la digital permite ahorrar dinero y hacer mejor uso del tiempo, pero no significó un salto cualitativo, como lo es la posibilidad de manipular las imágenes y de hacerlas interactuar entre ellas para producir reconstrucciones muy difíciles de lograr por otras técnicas. También ha traído avances notables el uso en paleontología de recursos hoy comunes en medicina y ciencia de materiales, más allá de las radiografías clásicas con rayos X que, si bien estuvieron disponibles hace bastante, son de limitada

utilidad para analizar el interior de fósiles. En cambio, en determinados casos han resultado efectivas para esto técnicas como la tomografía computada, que también se vale de rayos X y puede producir imágenes tridimensionales, por ejemplo, para estudiar el interior de los fósiles y la densidad de la roca que rellena sus cavidades. También se ha recurrido con provecho, en otros casos, a la resonancia magnética nuclear y a la ecografía.

Entre los logros más destacados en el campo del procesamiento digital de imágenes se cuentan los estudios de la evolución del cerebro de los linajes que desembocan en las aves y mamíferos modernos. Ambos grupos poseen cerebros grandes comparados con los de otros vertebrados. En los fósiles se conservan impresiones creadas por las distintas regiones del cerebro en el interior del cráneo. Recurriendo a tomografías computadas fue posible analizar la forma y el volumen de esos cerebros, más un conjunto de otros parámetros antes imposibles de cuantificar. Procedimientos similares, siempre con fósiles, se han aplicado al estudio del oído interno y de la cavidad nasal de mamíferos que vivieron hace más de 65 millones de años, así como al estudio de microestructura de invertebrados.

Los archivos digitales de imágenes obtenidos con éstas técnicas pueden utilizarse para construir réplicas en materiales plásticos, sea de especímenes completos o de partes de ellos. Las novedosas impresoras de objetos tridimensionales han abierto en esto, importantes posibilidades para la investigación, la enseñanza y la divulgación. El bajo costo en la aplicación de éstas técnicas, así como la generalización de su uso, hacen previsible que la impresión en tres dimensiones sea algo cotidiano para el paleontólogo del futuro.

Ciertos elementos químicos, lo mismo que determinadas moléculas, son muy estables: sobreviven decenas y aun cientos de millones de años. Analizando tales moléculas se ha deducido que colores tenían plumas de dinosaurios y de aves primitivas, la composición química de la cutícula de artrópodos fósiles y la de distintas partes anatómicas de invertebrados (Rougier, 2013). La utilización de éstas modernas técnicas, abrieron un sinnúmero de posibilidades para el mejor estudio de los materiales paleontológicos y darán algunas respuestas a interrogantes presentes.

# Bibliografía

- Abdala, F. e Hidalgo M.** 1992. Variaciones de un método químico de limpieza para la preparación de vertebrados fósiles. *Ameghiniana*, 29 (4): 315-321.
- Adams, T., Stragnac, Ch., Polcyn, M. y Jacobs, L.** 2010. High resolution tree-dimensional laser-scanning of the type specimen of *Eubrontes* ( $\xi$ ) *glenrosensis* Shuler, 1935, from the Comanchean (Lower Cretaceous) of Texas: implications for digital archiving and preservation. *Paleontología Electrónica*, 13 (3): 11 pp.
- Agnew, N. y Demas, M.** 1998. Preserving the Laetoli footprints. *Scientific American*, septiembre (51-55).
- Aguirre-Urreta, B. y Camacho, H.,** 2010. Martín Doello Jurado y la Enseñanza de la paleontología en la Universidad de Buenos Aires. Resúmenes del Segundo Congreso Argentino de Historia de la Geología: 5-6.
- Alcober, O., Trowe, T., Ketcham, R., Colbert, M., Martínez, R. y Maizano, J.** 2000. Tomografía digital computada aplicada al estudio de las faunas de vertebrados triásicos de Argentina. Parte I. Actas XVI Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. San Luis: 4.
- Alcober, O.** 2002. Tomografía digital de tetrápodos triásicos de Argentina. *Ameghiniana*, 39 (4): 5R.
- Alonso, A.C., Milner, R.A., Ketcham, B. y T.B. Rowe.** 2004. The avian nature of the brain and inner ear of *Archaeopteryx*. *Nature*, 430: 666-669.
- Alonso, R.N. y Egenhoff, S.** 2008. Las observaciones geológicas de A. Z. Helms en 1789. En: Los geólogos y la geología en la historia argentina. Serie correlación geológica 24: 20-34.

- Alvarado G.**, 1989. Historia de la paleontología en Costa Rica. En: Historia de la ciencia y la tecnología: el avance de una disciplina. Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Antcliffe, J.B. y Brasier, M.D.** 2011. Fossils with little relief: using láseres to conserve, image, and analyze the Ediacara biota. *Topics in Geobiology*, 36: 223-240.
- Andrews, R.C.** 1932. The new conquest of central Asia, a narrative of the explorations of the Central Asiatic Expeditions in Mongolia and China, 1921-1930. *Natural History of Central Asia*, vol. 1. American Museum of Natural History, New York.
- Apésteguía, S. y Ares, R.** 2010. Vida en Evolución. Ed. Vazquez Manzini. 382 pp.
- Arenstein, R.P., Davidson, A. y Krontal, L.**, 2004. An investigation of cyclo-dodecane for molding fossil specimens. Versión digital, 18 pp.
- Aristegui Mansilla, L., Molina, J., Moly J.** 1990. Técnicas de extracción de vertebrados fósiles en sedimentos cuaternarios. Comisión de Investigaciones Científicas, prov. Bs. As. Serie Difusión. Año 2 (2): 14- 17.
- Aristegui Mansilla, L. Molina, J. y Ferrari, M.** 1991. Técnicas de extracción, preparación y reproducción de vertebrados fósiles del cuaternario (1-43). Museo de Ciencias Naturales Augusto Schultz. Subsecretaría de Cultura. Prov. del Chaco.
- Archángelsky, S.** 2005. La Paleobotánica en Argentina y su desarrollo durante los últimos 50 años. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 10: 37-49.
- Auffenberg, W.** 1967. Wath is a plaster jacket? *The Plaster Jacket*, 6: 1-7.
- Ayala, F., Rzhetsky, A. y Ayala, J.** 1998. Origin of the metazoan phyla: molecular clocks confirm paleontological estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences United States of America*, 95: 60-66.
- Azar, D.** 1997. A new method for extractin plant and insect fossils from lebanese amber. *Palaeontology*, 40 (4): 1027-1029.
- Báez-Presser, J., Buongermi, E., Fillippi, Amabile, V., Fernández Crossa, V., Báez Almada, A., Zarza Lima, P. y Oporto Migone, O.** 2004. Algunos antecedentes paleontológicos del Paraguay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 15 (1-2): 95-110.

- Barghoorn, E.S. y Tyler, S.** 1965. Microorganisms from the Gunflint Chert. *Science*, 147: 563-577.
- Barghoorn, E.S. y Schopf, J.W.** 1966. Micro organismos three billion years old from the Precambrian of South África. *Science*, 152: 758-763.
- Bargo, S., Reguero, M.** 1998. Annotated catalogue of the fossil vertebrates from Antartica housed in the Museo de La Plata, Argentina. I. Birds and land mammals from La Meseta Formation (Eocene-Early Oligocene). *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 5*: 211-221.
- Bather, F.A.,** 1908. The preparation and preservation of fossils. *Museum Journal*. London. 8: 76-90.
- Bello, S.M., y Soligo, C.** 2008. A new method for the quantitative análisis of cutmark micromorphology. *Journal of Archaeological Science*, 35: 1542-1552.
- Bernard, H.M.** 1894. On the application of the sand-blast for the development of trilobites. *Geological Magazine*, 4 (1): 553-557.
- Bird, R.T.** 1985. Bones for Barnum Brown. *Adventures of a dinosaur hunter*. Ed. V.T. Schreiber. Texas Christian University Press. Fort Worth, Texas. 225 pp.
- Blum, S., Maisey, J.C. y Rutzky, I.S.** 1989. A method for chemical reduction and renomal of ferric iron applied to vertebrate fossils. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 9 (1): 119-121.
- Boido, G. y Chiozza, E.** 1988-89. El camino de la fascinación. *Ciencia Hoy*, 1 (1): 53-61.
- Bonaparte, José F.** 1978. El Mesozoico de América del Sur y sus tetrápodos. *Opera Lilloana* 26. Tucumán. 596 pp.
- Bonaparte, José F. y Laura A. Migale** 2010. Protomamíferos y Mamíferos Mesozoicos de América del Sur. Museo de Ciencias Naturales "Carlos Ameghino", Mercedes, Bs. As. 441 pp.
- Bondesio, P.** 1978. Cien años de Paleontología en el Museo de La Plata. *Obra del Centenario del Museo de La Plata*. Tomo I: 75-87.
- Boorstin, Daniel J.** 1983. Los Descubridores. Ed. Grijalbo Mondadori, Barcelona. vol. 1: 289 pp; vol. 2: 357 pp.
- Bordas, A.F. y Cattoi, N.** 1946. Archivos del suelo argentino. *Sociedad Geográfica Americana*. 141 p.

- Braillon, J.** 1973. Utilisation de techniques chimiques et physiques dans le dégagement et le triage des fósiles de vertébrés. Bulletin du Museum National D'Histoire Naturelle. 3a. serie (176): 141- 166. Sciences de la Terre 30.
- Brasier, M., Mc Loughlin, N., Green, O. y Wacey, D.** 2006. A fresh look at the fossil evidence for early Archaean cellular life. Philosophical Transactions Royal Society, B, 361: 887-902.
- Brea, M.** 1998. Análisis de los anillos de crecimiento en leños fósiles de coníferas de la Formación La Meseta, Isla Seymour (Marambio), Antártida. In: Casadio, S. (Ed.) Paleógeno de América del Sur y de la Península Antártica. Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 5: 163-175.
- British Museum (Natural History).** 1902. Handboock of Instructions for collectors. 130 pp.
- Broom, R.** 1927. Fossil hunting in the South African Karoo. Natural History 27: 73-76.
- Brown, G.,** 2004. Cyclododecane: vanishing support for the preparation laboratory. Journal of Vertebrate Paleontology. Abstracts. 24 (3): 42 A.
- Bruner, E.** 2012. La evolución cerebral de los homínidos. Investigación y Ciencia, Temas 70 (32-40). 2012.
- Bruton, D.L.** 1981. The arthropod *Sidneyia inexpectans*. Middle Cambrian, Burgess Shale, British Columbia. Philosophical Transactions of the Royal Society, London, B, 295: 619-656.
- Buffetout, E.** 2001. A forgotten episode in the history of dinosaur ichnology; Carl Dagenhardt's report on the first discovery of fossil footprints in Sudamerica (Colombia) 1839. Bulletin de la Societe Geologique de France 171 (1): 137-140.
- Bulman, O.** 1931. Note on *Palaeospondylus gunni* Traquair. Annals and Magazine of Natural History, 8: 179-190. London.
- Bunge, M.** 1968. "Filosofía de la investigación científica en los países en desarrollo". Ponencia de la 18 Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia. Caracas, mayo de 1968. En "Teoría y realidad". Ed. Ariel, 331 pp.
- Burek, C.V. y Higgs, B.** 2015. The role of women in the history and development of geology (an introduction). Geological Society. London. Special Publications, 281: 1-8.

- Caldwell, F.S.** 1935. A simple method of taking serial sections. *Geological Magazine* Vol. 72.
- Camp, Ch. y Hanna, G.D.** 1937. *Methods in Paleontology*. Univ. of California Press. 149 pp.
- Caputo, P., Manera, T. y Aramayo, S.** 2002. “El yacimiento paleontológico de Pehuen-Có: la problemática de su preservación”. *Ameghiniana*, 39 (4), Suplemento 19R.
- Carney, R.,** 2012. *Archaeopteryx* feathers and bone chemistry fully revealed via sincrotrón imaging. *Scientific Blogging*. Science 2.0.
- Carreck, N. y Adams, J.** 1969. Field extraction and laboratory preparation of fossil bones and teeth, using expanded polyurethane. *Proceedings of the Geologists Association, London*, 80: 81-89.
- Carreño, A. y Montellano-Ballésteros, M.** 2005. La paleontología mexicana; pasado presente y futuro. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana LVII* (2): 137-147.
- Casamiquela, R.** 1964. Sobre el hallazgo de dinosaurios triásicos en la provincia de Santa Cruz. *Argentina Austral*, 35: 390.
- Case, E.C.** 1925. The use of bakelite in the preservation of fossil material. *Science* (n.s.) 61: 543-544.
- Cione, A., Tonni, E., Bargo, S., Bond, M., Candela, A., Carlini, A., Deschamps, C., Dozo, M., Ésteban, G., Goin, F., Montalvo, C., Nacif, N., Noriega, J., Ortiz Jaureguizar, E., Pascual, R., Prado, J., Reguero, M., Scillato Yané, G., Soibelzon, L., Verzi, D., Vieytes, C., Vizcaino, S. y Vucetich, G.** 2007. Mamíferos continentales del Mioceno tardío a la actualidad en la Argentina: cincuenta años de estudios. *Ameghiniana 50 aniversario*: 257-278.
- Cisneros, J.C.** 2005. New Pleistocene vertebrate fauna from El Salvador. *Revista Brasileira de Paleontología* (8 (3): 239-255.
- Colbert, E. y Tarka, Ch.** 1960. Illustration of fossil vertebrates. *Medical and biological illustration*, 10 (4).
- Conroy, G.C. y Vannier, M.W.** 1984. Noninvasive three-dimensional computer imaging of matrix-filled fossils skulls by high resolution computer tomography. *Science*, 226: 456-458.
- Conroy, G.C. y Vannier, M.W.** 1985. Endocranial volume determination of matrix-filled fossil skulls using high resolution computer tomography (419-

426). In: Tobias (ed.) "Hominid evolution: past, present and future". Alan Liss. New York.

**Conway Morris, S. y Whittington,** 1979. The animals of the Burgess Shale. *Scientific American*, 240: 122-133.

**Cornali, E.** 1874. Sui fossili delle Pampas donati al Museo Civico di Milano. *Atti della societa italiana di scienze naturali e del museo civico di storia naturale di Milano*, 135, fasc. I: 56. (1994). Milán.

**Cornish, L. y Doyle, A.M.** 1983. Ethanolamina thioglycollate as a chemical agent for the neutralization and removal of iodised pyrite. *Geological Curator*, 3 (8): 512-513.

**Cornish, L. y Doyle, A.M.** 1984. Use of ethanolamina thioglycollate in the conservation of pyritized fossils. *Palaeontology*, 27 (2): 269-280.

**Crepet, W., Nixon, K. y Gandolfo M.** 2001. Paleobotánica. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 7*: 61-69.

**Croft, W.N.** 1950. A parallel grinding instrument for the investigation of fossils by serial sections *Journal of Paleontology*, vol. 24, N° 6.

**Croucher, R y Woolley, R.** 1962. Fossils, minerals and rocks: collection and preservation. London: British Museum (Natural History) and Cambridge University Press.

**Cuatáparo, J. y Ramirez, N.** 1875. Descripción de un mamífero fósil de especie desconocida, perteneciente al género *Gliptodon* encontrado entre las capas post-terciarias de Tequixquiac, en el distrito de Zumpango. *Sociedad Mejicana de Geografía y Estadística, Boletín serie 3 (2)*: 354-362.

**Cuvier, G.** 1804. Memoire sur le squelette presque entier d'un petit quadrupede du genre Sarigues, trouvé dans la pierre a platre des environs de Paris. *Ann. Mus. Nat. Hist. Nat.* 5: 277-292.

**Chaney, D.S.,** 1988. Techniques used in collecting fossil vertebrates on the Antártica peninsula (21-24). In: Feldmann y Woodburne (eds) "Paleontology of Seymour Island. Antártica Peninsula". *Geological Society of America. Memoir 169*.

**Chapman Andrews, R.** 1926. On the trail of ancient man. G.P. Putnan's Sons. New York-London, 359 p.

**Chapman Andrew, R.** 1933. Explorations in the Gobi Desert. *National Geographic Magazine*, LXIII (6): 653-716.

- Chiappe, Luis y Dingus Lowell**, 2006. Con un pie en la Patagonia. Ed. Sudamericana. 187 pp.
- Davies, W.** 1865. On the preservation of fossil mammalian remains found in Tertiary deposits. Geological Magazine, London. Diciembre 1/2: 239-240.
- Davidson, C.F.**, 1933. Hardening fragile fossils with vinyl acetate. Museum Journal (London) 32: 455.
- Davidson, A.R.**, 1998. A foot-controlled chip blowing needle for micropreparation of fossil vertebrates. Poster en la reunión anual de 1998 de la Society of Vertebrate Paleontology.
- De Beer, G.**, 1954. *Archaeopteryx lithographica*. British Museum. 68 pp.
- Dechaseaux, C.** 1962. Encéfalos de notoungulados y de desdentados xenartros fósiles. Ameghiniana, II (11): 193-209.
- De la Beche, H.T.** 1836. How to observe. Geology. (London).
- De la Fuente, M., Salgado, L., Albino, A., Báez, A., Bonaparte, J., Calvo, J., Chiappe, L., Codorníu, L., Coria, R., Gasparini, Z., González Riga, B., Novas, F. y Pol, D.** 2007. Tetrápodos continentales del Cretácico de la Argentina: una síntesis actualizada. Ameghiniana 50 aniversario: 137-153.
- Donadío, E.** 1986. Montaje de grandes lotes de restos fósiles de microvertebrados para su estudio. Ameghiniana, 23 (1-2): 88.
- Dugés, A.** 1891. *Platygonus alemanii*. La Naturaleza, 2 (1): 16-18.
- du Plessis, A., Steyn, J., Roberts, D.E., Botha, L.R. y Berger, L.** 2013. A proof of concept demonstration of the automated laser removal of rock from a fossil using 3D X-ray tomography data. Science Direct, 40: 4607-4611.
- Eckel, E.** 1959. Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance. U.S. Geological Survey, Professional Papers, 327: 110 pp.
- Edinger, T.** 1925. Photographie verschwindem Weichteile. Palaeont. Zeitsch, vol. 7.
- Efremov, I.A.** 1940. Taphonomy: a new branch of Paleontology. Pan American Geology, 74: 81-93.
- Elliot, D.H. y Trautman, T.A.** 1982. Lower Tertiary strata on Seymour Island. Antarctic Peninsula. In: Craddock (Ed.). Antarctic Geoscience. University of Wisconsin Press, Madison: 287-297.
- Ellis, R.P.** 1966. The founding, history, and significance of Peale's Museum in Philadelphia, 1785-1841. Curator, IX (3): 235-258.

- Endere, M.L. y Podgorny, I.** 1997. Los gliptodontes son argentinos: la ley 9080 y la creación del patrimonio nacional. *Ciencia Hoy*, 7 (42): 54-59.
- Fedonkin, M.A.** 1996b. The oldest fossil animals in ecological perspective. En: Ghiselin y Pinna editores. *New Perspectives on the history of life. Memoirs of the California Academy of Science*, 20: 31-45.
- Fedonkin, M.A.** 1996c. Cold-watercradle of animal life. *Paleontologicheskii Zhurnal* (Versión inglesa), 30: 669-673.
- Fedonkin, M.A.** 2003. The origin of the Metazoa in the Light of the Proterozoic fossil record. *Paleontological Research*, 7 (1): 9-41.
- Firth, J.N.** 1960. The clearing of fossils by ultrasonic waves. *Museum Journal*, 60: 17-18.
- Fishlock, D.J.** 1960. Putting vibration to work. *New Scientific*, 7: 1548-1550.
- Francis, J., Crame, J. y Pirrie, D.** 2006a. Cretaceous-Tertiary high latitude palaeoenvironments, James Ross Basin, Antarctica: Introduction. *The Geological Society, Special Publication 258*: 1-6, Londres.
- Freudenberg, W.** 1922. Die Säugetierfauna des Pliocans und Postpliocans von Mexico, II Teil: Mastodonten und Elefanten. *Geologische, Paläontologische, Abh.* 14 (3): 103-176.
- Fries, M. y Steele, A.,** 2011. Raman spectroscopy and confocal Raman imaging in mineralogy and petrography. *Springer Series in Optical Sciences*, 158: 111-135.
- Fritz-Gaertner, R.** 1878. The preparation of rocks and fossils for microscopical examination. *American Naturalist*, 12: 219-225.
- García García, V. y Ericastilla Godoy, S.,** 1994. Descubrimientos paleontológicos en Rosario – Ipala, Chiquimula, oriente de Guatemala. En VIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala (Ed. Laporte y Escobedo) 113-128. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala. (Versión digital).
- Garrido, G., Kelly, T. Y Podgorny, I.** 2007. Caras desdibujadas en la arena. *Museo 3* (21).
- Garriga, J.** 1796. Descripción del esqueleto de un cuadrúpedo muy corpulento y raro, que se conserva en el Real Gabinete de Historia Natural de Madrid. *Imprenta de la viuda de Don Joaquín Ibarra*: 2 pp.
- Gasparini, Z., Olivero, E., Scasso, S.N. y Santillana, S.N.** 1998. Un ankylosaurio (Reptilia, Ornithischia) campaniano en el continente antártico. *Anais X Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Río de Janeiro: 131-141.

- Gasparini, Z., Fernández, M., de la Fuente, M. y Salgado, L.** 2007. Reptiles marinos jurásicos y cretácicos de la Patagonia argentina: su aporte al conocimiento de la erpetofauna mesozoica. *Ameghiniana* 50 aniversario: 125-136.
- Gerasimov, M.M.** 1955. The reconstruction of the face from the skull contemporary and fossil man. *Trudy Inst. Etnogr. N. N. Miklukho-Maklaja*, Moscu. n.s. 28: 585 pp. En ruso.
- Gilmore, C.** 1921. The horned dinosaurs. *Annual Report of the Smithsonian Institution for 1920*. Washington.
- Gilmore, Ch. W.** 1941. A history of the division of vertebrate paleontology in the United States. *National Museum. Proceedings of the National Museum*, 90: 305-377.
- Gille, B.** 1971. *Histoire des techniques*. Gallimard, París. 118 pp.
- Godefroit, P. y Thierry, L.** 2008. La conservation des ossements fósiles: le cas des Iguanodonts de Bernissart. *CeROArt* (2): 1-17.
- Good, J.M., White, T. y Stucker, G.** 1958. The Dinosaur Monument - Colorado. *UTA National Park Service*. 47 pp.
- Gould, J.S.** 1983. Desde Darwin. Reflexiones sobre Historia Natural. Hermann Blume Ediciones. Madrid. 198 pp.
- Gould, J.S.** 1986. El pulgar del panda (VI La vida primitiva: Un temprano comienzo: 229-239). Ed. Orbis, Buenos Aires, 352 pp.
- Gould, J.S.** 1999. La vida maravillosa. 357 pp. Crítica, Barcelona.
- Gribbin, John.** 2001. Historia de la ciencia. Versión electrónica, 381 pp.
- Grimaldi, D., Bonwich, E., Delannoy, M. y Doberstein, S.** 1994. Electrón microscopic studies of mummified tissues in amber fossils. *American Museum Novitates*, 3097, 31 pp.
- Gunther, L.F., Gunther, V.G. y Rugby, J.K.,** 1979. An economic miniatura sandblaster for preparation of fossils. *Journal of Paleontology*, 53 (2): 506-507.
- Halperin Donghi, T.** 1999. Historia contemporánea de América latina. Ed. Alianza. 774 pp.
- Hammer, O., Bengston, S., Malzbender, T. y Gelb, D.** 2002. Imaging fossils using reflectance transformation and interactive manipulation of virtual light sources. *Paleontología Electrónica*, 5 (4): 9 pp.
- Hammer, M.F.** 2013. Híbridos humanos. *Investigación y Ciencia*. N° 442 (julio de 2013).

- Harrington, H.** 1972. Silurian of Paraguay. En: Berry Boucot (eds.) Correlation of South American Silurian Rocks. Geological Society of America, Special Paper, 133: 41-50.
- Harris, J.M.** 1971. Chemical preparation of gypsum incrustated vertebrate material. *Journal of Paleontology*, 45 (2): 350.
- Haug, C., Haug, J., Waloszek, D., Maas, A., Frattigiani, R. y Liebau, S.** 2009. New method to document fossils from lithographic limestone of southern Germany and Lebanon. *Paleontología Electrónica*, 12 (3): 12 pp.
- Hecht, J. A.** 2003. Short pulse free running Nd: YAG láser for the clearing of stone cultural heritage. *Optics and láser in engineering*, 39 (2)191-202.
- Herbert, S.** 2007. Doing and knowing: Charles Darwin and other travellers. En: Four centuries of geological travel: the search for knowledge on foot, bicicle, sledge and camel. Wyse Jackson Ed. Geological Society, London. Special Publications, 287: 331-343.
- Hermann, A.** 1909. Modern laboratory methods in vertebrate palaentology. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 26: 283-331.
- Hibbard, C. W.** 1949. Techniques of collecting microvertebrate fossils. *Contributions of the University of Michigan Museum of Paleontology*, 8: 7-19.
- Hoffstetter, R.** 1978. Une faune de mammifères pleistocenes au Paraguay. C.R. Sommaire des speances de la Societe Geologique de France. Fascículo I: 32-33.
- Howie, F.** 1974. Introduction of thioglycollic acid in preparation of vertebrate fossils. *Curator*, 17: 159-166.
- Izarra, L.** 2009. Darwin en Punta Alta, primer hito de su teoría. *Todo es Historia*, 507 (octubre): 6-16.
- Jacobsen, S.L.,** 2003. A new preparatory approach of decapod, and thoracican crustaceans from the Middle Danian at Fakse, Denmark. *Contributions to Zoology*, 72: 141-145.
- Jelin, E.** 2013. *Ciencia Hoy*, 23 (134): 60-64, agosto - septiembre.
- Johnston, R.A., Barnes, K., Novell-Smith, T. y Price, N.B.** (sin fecha). Use of a hand held láser scanner in paleontology: a 3D model of a plesiosaur fossil. *Publicación de la Universidad de Canterbury*.
- Jones, M.D.,** 1969. A pneumatic power-tool for the paleontologist. *Museum Assistance Group Newsletter*. March.

- Katinas, L. y Crisci, J.** 2009. Darwin y la biogeografía. *Ciencia Hoy*, 19 (113): 30-35.
- Keosian, J.** 1968. El origen de la vida. Ed. Alambra. Bs. As. 116 pp.
- Knell, S.** 1994. Palaeontological excavations: historical perspectives. *Geological Curator*, 6 (2): 57-69.
- Knoll, A. y Barghoorn, E.** 1977. Archean microfossils showing cell division from the Swaziland System of South África. *Science*, 198: 396-398.
- Kraglievich, L.** 1930. Santiago Pozzi. Nota necrológica. *Obras completas*, vol. II: 461-462.
- Kielan-Jaworowska, Z. y Dovchin, N.** 1968. Narrative of the Polish-Mongolian palaeontological expeditions 1963- 1965. *Paleontología Polonica*, 19: 7-30 (4 láminas).
- Kudryavtseva, A., Schopf, J., Agréste, D. y Wdowiak, T.** 2001. In situ láser Raman imagery of Precambrian microscopic fossils. *Proceeding of National Acady of Sciences. USA*, 98 (3): 823-826.
- Kühne W.G.** 1946. The geology of the fissure-filling: "Holwell 2": the age determination of the Mammalian teeth therein; and a reporto on the technique employed when collecting the teeth of *Ezostrodon* and Microcleptidae. *Proceeding Zoological Society*, 116.
- Lambrecht, K.,** 1928. Fluorographische beobachtungen a den "elastischen Fasern" des Pterosaurier-Patagium. *Arch. Mus. Teyler*, ser. 3 (6): 40-50.
- Landucci, F., Pini, R., Siano, S., Salinbeni, R., Pecchioni, E.** 2001. Láser clearing of fossil vertebrate: a preliminar report. *Journal of Cultural Heritage*, 1: 263-267.
- Laza, J.** 1991. Sobre la desarticulación de cráneo y mandibula en mamíferos fósiles pequeños. *Ameghiniana*, 28 (3-4): 381-384.
- Laza, J., Genise, F. y Bown, T.** 1991. Arquitectura y origen de *Monesichnus ameghinoi* Roselli, revelada por tomografía computada. *Ameghiniana*, 31 (4): 397.
- Laza, J.** 1992. Sobre la utilización de herramientas de corte en la desarticulación y desmonte de réstos de vertebrados fósiles. *Ameghiniana*, 29 (2): 111-114.
- Laza, J.** 2003. Técnicas en paleontología de vertebrados: su desarrollo histórico en la Argentina. *Ameghiniana*, 40 (4): 59R.

- Lazo, D.** 2010. Charles E. Weaver (1880-1958) y su paso por la Cuenca Neuquina en la década de 1920. Resúmenes del Segundo Congreso Argentino de Historia de la Geología: 15.
- Leanza, H.,** 2010. Guillermo Bodenbender, el primer estratígrafo de la Cuenca Neuquina. Resúmenes del Segundo Congreso Argentino de Historia de la Geología: 16.
- Leguizamón, R.** 1981. Sencillas técnicas aplicables al estudio e ilustración de improntas vegetales y moldes de animales fósiles. *Ameghiniana*, 18 (3-4): 235-240.
- Lehman, J.P.** 1964. Les techniques en paléontologie des vertébrés. In: *Traite de paleontologie*. Director J. Piveteau. Tomo III, vol. 1: 46-77.
- León, R.** 1932. Foros schritte im Abformen. *Natur und Museum*, 62.
- Lewis, A.D. y Mc Crady, A.D.,** 1978. Modifications to the Air-Scrib. *The Chileser* 1 (1): 9-10.
- Lindsay, W.** 1987. The acid technique in vertebrate palaeontology (455-461). In: "The conservation of geological material" (eds.) Crowther y Collins. *The Geological Curator*, 4 (7): 375-474.
- Liparini A. y Schultz, C.** 2007. Utilizacao de tomografía e computacao gráfica na reconstituicao do cranio de um arcossauro. *Ameghiniana*, 44 (4): 27R.
- Loomis, F.B.** 1913. Hunting extinct animals in the Patagonian Pampas. (Eigth Amherst Expedition, 1911). Dodd, Mead and Co. 169 pp.
- Llorente, M.** 2001. Geología Histórica. Precámbrico. 19 pp. Información electrónica.
- Macadie, C.I.** 1967. Ultrasonic probes in palaeontology. *Journal of Linnean Society (Zool)* 47, 311: 251-253.
- Magalhaes Ribeiro, C.** 1999. Utilizacao de catodoluminiscencia em cascas de ovos de dinossauros. *Ameghiniana*, 36 (4): 15R.
- Marensi, S.A., Santillana, S.N. y Rinaldi, C.A.** 1998. Paleoambientes Sedimentarios de la Aloformación La Meseta (Eoceno), Isla Marambio (Seymour), Antártida. Instituto Antártico Argentino. Contribución 464. 51 pp.
- Marsh, O.C.** 1879. History and methods of paleontological discovery. *American Journal of Science, Series 3*, 18: 323-359.
- Martin, T.** 2001. Mammalian fauna of the Late Jurassic Guimarota ecosystem. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial* 7: 123-126.

- Mc Kenna, M. C.** 1960. Fossil Mammalia from the early Wasatchian Four Mile fauna, Eocene of Northwest Colorado. *Geological Science*, 37 (1).
- Mc Kenna, M.** 1962. Collecting small fossils by washing and screening. *Curator*, 3: 221-235.
- Mierzejewski, P.** 1976a. On application of scanning electron microscope to the study of organic inclusions from the Baltic amber. *Ann. Geol. Soc. Poland*, 46: 291-295.
- Milner, R.** 2012. Viajero del tiempo. *Investigación y Ciencia*. 11: 8-9.
- Miller, G.J.** 1971. Some new improved methods for recovering and preparing fossils and developer on the Rancho La Brea Project. *Curator* 14 (4): 293-307.
- Moly, J., Acosta, L., Bargo, M. y Vizcaino S.** 2006. Trabajo de campo en los afloramientos costeros de la provincia de Santa Cruz: técnicas de extracción, traslado y preparación. *Ameghiniana*, 43 (4): 45R.
- Mones, A. y Heintz, N.** 1992. Catalogue of the Conrad Moller collection of Cenozoic Mammals from Uruguay. *Contributions from the Paleontological Museum: University of Oslo N° 375*. 14 pp.
- Mones, A.** 1998. Iconografía antigua y sinonimia del Megaterio *Megatherium Americanum* Cuvier, 1796 (Mammalia: Bradypoda: Megatheriidae). VII Congreso argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Bahía Blanca, Argentina. Resúmenes: 69.
- Montero, A. y Diéguez, C.** 1998. La Paleontología en el Real Gabinete de Historia Natural en los siglos XVIII y XIX (1771-1895). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol.)* 94 (1-2): 139-148.
- Muros, V. y Hirt, J.,** 2004. The use of cyclododecane as a temporary barrier for water-sensitive ink on archaeological ceramics during desalination. *Journal of the American Institute for Conservation*, 43: 75-89.
- Natura**, 1988. *Rivista di Scienze Naturali*. Milano, 79 (2): 17-18.
- Nielsen, E.** 1942. Studies on triassic fishes from East Greenland. I. *Palaeozoologica groenlandica* Copenhagen.
- Nielsen, E.** 1949. Studies on triassic fishes from East Greenland II. *Palaeozoologica groenlandica*, III. Copenhagen.
- Nielsen, J.K., y Jakobsen, S.L.,** 2004. Extraction of calcareous macrofossils from the upper Cretaceous white chalk and other sedimentary carbonates in Denmark and Sweden: the acid-hot water method and the waterblasting technique. *Paleontología Electrónica*, 7(4): 11 pp.

- Nofke, N., Christian, D., Wacey, D. y Hazen R.** 2011. Métodos de investigación de campo y laboratorio. *Astrobiology*, 13 (12): 1103-1124.
- Olsen, R.F. y Whitmore, F.** 1944. Machine for serial sectioning of fossils. *Journal of Paleontology*, vol. 18.
- Osborn, H.S.** 1904. On the use of the sandblast in cleaning fossils. *Science*, n.s. 19 (476): 256.
- Ottone, E. G.** 2001. Los primeros hallazgos de plantas fósiles en Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 8: 49-51.
- Ottone, E.G.** 2008. Jesuitas y fósiles en la cuenca del Plata. En: *Los Geólogos y la geología en la historia argentina. Serie correlación geológica* 24: 9-20.
- Owen, F.** 1869. On remains of a large extinct *Lama* (*Palauchenia magna*) from Quaternary deposits in the Valley of Mexico. *Proceedings Royal Society of London*, 160: 65-77.
- Pascual, R., Archer, M., Ortiz Jaureguizar, E., Prado, J., Godthelp, H., y Hand, S.** 1992 a. First discovery of monotremes in South America. *Nature*, 356: 704-706. Londres.
- Pascual, R. y Ortiz Jaureguizar, E.** 2004. Los episodios gondwánico y sudamericano: los dos mayores y desconectados episodios de la historia de los mamíferos sudamericanos. *Ameghiniana*, 41 (4) Suplemento: 29R.
- Penguelly, W., Lyell, C., Phillips, J., Lubbock, Evans, J. y Vivien, E.** 1865. First report of the Committee for exploring Kent's Kavern, Devonshire. *Report of the British Association for the Advancement of Science for 1865*: 16-25.
- Pérez Jiménez, R., Cebollada, A. y Fernández, J.** 2011. Viaje molecular al pasado. *Investigación y Ciencia*, Octubre: 10-11.
- Podgorny, I. y Plogër, T.** 1999. El largo viaje al Plata del *Diplodocus*. *Ciencia Hoy*, 51 (9): 50-55.
- Podgorny, I.** 2000. El argentino despertar de las faunas y de las gentes prehistóricas. *Fragmentos de una memoria – Documentos*, 2: 66 pp. Ed. Libros del Rojas.
- Podgorny, I.** 2011. Diplomacia, pichiciegos, megaterios y gliptodontes. *Ciencia Hoy*, 21: 49-54.
- Podgorny, I.** 2011. Mercaderes del pasado: Teodoro Vilardebó, Pedro de Ángelis y el comercio de huesos y documentos en el Río de la Plata, 1830-1850. *Circumscribere*, (9): 29-77. *International Journal for the History of Science*.

- Pozzi, S. y Onaha, M.** 2014. Diario del mio viaggio alla Patagonia Australe (1888-1889). Ed. Universidad de La Plata. 165 pp.
- Purves, P. y Martin, R.** 1950. Some developments in the use of plastics in museum technology. *The Museum Journal*, 49: 293-296. London.
- Quinn, J.H.** 1947. Rubber molds and plaster cast in the paleontological laboratory. *Fieldiana: Technique* n° 6.
- Quiroga, J.** 1981. Elementos de macro y estéereofotografía de interés en paleontología. *Ameghiniana*, 18 (1-2): 73-93.
- Rayner, D.H.** 1948. The structure of certain Jurassic holostean fishes sith special reference to their neurocrania. *Philosophical Transactions Royal Society N° 601*, vol. 233.
- Reid, W., Moreno, F. y Zeballos, E.** 1875. Una excursión orillando el Río Matanza. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 1: 89-92.
- Rex González, A.** 1965. El laboratorio de Radiocarbón o Carbono 14 del Museo de La Plata. Suplemento del diario "La Prensa".
- Riccardi, A.** 2005. La Paleontología de Invertebrados en la Argentina, 1955 – 2005. *APA. Publicación Especial* 10: 53-69.
- Riccardi, A.** 2008. El Museo de La Plata en el avance del conocimiento geológico a fines del siglo XIX. En: *Los geólogos y la geología en la historia argentina. Serie correlación geológica* 24: 109-125.
- Riccardi, A.** 2010. El desarrollo de la paleontología de invertebrados en el Museo de La Plata. *Resúmenes del Segundo Congreso Argentino de Historia de la Geología*: 21-22.
- Riggs, E.S.** 1926. Fossil hunting in Patagonia. *Journal of the American Museum Natural History*, 26 (5): 537-544.
- Riggs, E.S.** 1952. The discovery of the use of plaster of París in bandaging fossils. *News bulletin of the Society of Vertebrate Paleontology*, 34: 25.
- Rixon, A.E.** 1949. The use of acetic and formic acids in the preparation of fossil vetebrates. *The Museum Journal*, 49: 116.
- Rixon, A.E. y Meade, M.** 1956. Casting techniques. *Museum's Journal*, 56 (1).
- Rixon, A.E.** 1965. The use of new materials as temporaty supports in the development and examination of fossils. *Museum's Journal* 65: 54-58.

- Rixon, A.** 1976. Fossil animal remains: Their preparation and conservation. The Athlone Press. London.
- Roberts, D.E., du Plessis, A., Steyn, J., Botha, L.R., Pityana, S. y Berger, L.** 2012. An investigation of láser induced breackdown spectroscopy for use as a control in the láser removal of rock from fossils found at the Malapa hominid site, South África. *Spectroscopy*, 73: 48-74.
- Rodrigues, P. y Schultz C.** 2005. The potential use of c.t. scan in the study of the cranial cavities of vertebrate fossils. An example with South American cynodonts. *Ameghiniana*, 42 (4): 77R.
- Román Carrión, José, L.** Sin fecha. La paleontología en el Ecuador, historia y perspectivas. 9 pp. Museo de Historia Natural Gustavo Orces.
- Romer, A.S.** 1937. The brain case of the carboniferous crossopterygian, *Megalichthys nitidus*. *Bulletin Comparative Zoology, Harvard.*, vol. 82, N° 1.
- Rose, K.D. y Emry, R.J.,** 1993. Relationships of Xenarthra, Pholidota, and fossil "Edentates": the morfological evidencia. In: *Mammal Phylogeny: Placentals*: 81-102. Ed. Szalay, Novacek y McKenna. New York, Springer-Verlag: 336 p.
- Rosenberger, G., Zhang, G. y Tsou, Yi-Chien.** 2001. Digital morphology reconstructing the skull of *Homunculus patagonicus* Ameghino, 1891. *Ameghiniana*, 38 (4): 22R.
- Rostand, J.** 1985. Introducción a la historia de la biología. Planeta-De Agostini. España. 311 pp.
- Rougier G.W.** 2013. El futuro del pasado. *Ciencia hoy*, 23 (135): 68-72.
- Rudner, I.** 1972. Preparing fossils with acid. A step by step account. *Curator*, XV (2): 121-130.
- Rudwick, M.J.S.** 1972. The meaning of fossils. Episodes in the history of palaeontology. London. Mc Donald and Co. 287 pp.
- Rudwick, M.J.S.** 1992. Scenes from deep time. University of Chicago Press. Chicago.
- Sadler, P.** 1988. Geometry and stratification of uppermost Cretaceous and Paleogene units on Seymour Island, northern Antarctic Peninsula. In: Feldmann y Woodburne (Eds.). *Geology and Paleontology of Seymour Island Antarctic Peninsula*. Geological Society of America, Memoir 169: 303-320.

- Saini-Eidukat, B. y Weiblen, P.W.** 1996. Liberation of fossils using high voltage electric pulses. *Curator*, 39: 139-144.
- Sanz, J.L.** 2007. *Cazadores de dragones*. Ed. Ariel. 420 pp.
- Savage, R.J.G.**, 1960. Cenozoic mammals in North America. *Nature*, 188: 200.
- Scarano, A., Carlini, A. y Salazar, O.** 2007. Tomografías axiales computadas como herramienta en Paleontología. *Ameghiniana*, 44 (4): 39R.
- Scillato-Yané, G.J.** 1976. Sobre un Dasypodidae (Mammalia, Xenarthra) de edad Riochiquense (Paleoceno superior) de Itaboraí, Brasil. *Anales de la Academia Brasileira de Ciencias*, 48:527-530.
- Schidlowski, M.** 1988. A 3,800 million year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks. *Nature*, 333: 313-318.
- Schaal, S. y Zeigler, W.** (eds). 1988. *Messel: Ein schaufenster in die Geschichte der Erde und des Legens*. Kramer, Frankfurt.
- Schopf, J.W.** 1972. Precambrian paleobiology. En: *Exobiology* (ed: C. Ponnamperuna) North-Holland Publ. 485 pp.
- Schopf, J.W.** 2006. Fossil evidence of Archaean life. *Philosophical Transactions Royal Society, B*, 361: 869-885.
- Schuchert, Ch.** 1895. Directions for collecting and preparing fossils. Smithsonian Institution, United States National Museum, part K of Bulletin of the United States Natural Museum, n° 39, 31 pp.
- Schuchert, Ch. y Levene, M.** (1940). *O.C. Marsh, pioneer in Paleontology*. New Haven: Yale University Press.
- Schultz, C.B. y Preider H. P.** 1943. Modern methods in the preparation of fossil skeletons. Reprint of *The Compass*: 268-278.
- Schwarz, D., Ventobel, P., Lehmann, E., Meyer, Ch. y Bongartz, G.** 2005. Neutron tomography of internal structures of vertebrate remains: a comparison with x-ray computed tomography. *Paleontología Electrónica*, 8 (2): 11 pp.
- Schwitzer, M., Wittmeyer, J., Horner, J. y Toporski, J.** 2005. Soft tissue vessels and cellular preservation in *Tyrannosaurus rex*. *Science*, 307: 1952-1955.
- Seilacher, A.** 1970. Begriff und bedeutung der fossil-lagerstätten. *Neus Jahrbuch fur geologie und palaentologie. Monatshefte*: 34-39.
- Shapiro, R.** 1987. *Orígenes*. Ed. Salvat. 299 pp.

- Shaw, C.** 1982. Techniques used in the excavation, preparation and curation of fossils from the Rancho La Brea. *Curator*, 25: 63-77.
- Shipman, P. y Walker A.** 1980. Bone-collection by harvesting ants. *Paleobiology* 6 (4): 496-502.
- Simpson, G.G.** 1933. A simplified serial sectioning technique for the study of fossils. *American Museum Novitates*. N° 634.
- Simpson, G.G.** 1933. A day in Patagonia. *Natural History* XXXIII (2): 187-198.
- Simpson, G.G.** 1937. How fossils are collected. *Natural History*, 39 (2): 329-334. American Museum of Natural History, N.Y.
- Simpson, G.G.** 1943. The discovery of fossil vertebrate in North America. *Journal of Paleontology*, 17 (1): 26-38.
- Singer, Ch.** 1947. *Historia de la biología*. 549 pp. Espasa Calpe. Buenos Aires.
- Sollas, I.B. y Sollas, W.J.**, 1903. A method for investigations of fossils by serial sections. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 196.
- Sollas, I.B. y Sollas, W.J.**, 1913. Study of the skull of *Dicynodon* by means of serial sections. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 203.
- Sollas, W.J.**, 1920. On the structure of *Lysorophus* as exposed by serial sections. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 209, ser. B.
- Spalletti, L.** 2008. Notas sobre la vida y obra del Dr. Egidio Feruglio. En: *Los geólogos y la geología en la historia argentina. Serie Correlación Geológica* 24: 179-193.
- Speranza, M., Wierchos, J., Alonso, J., Bettucci, L., Martín-González, A. y Ascaso, C.**, 2010. Traditional and new microscopy techniques applied to the study of microscopic fungi included in amber (1135-1145). In: *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education*. Eds. Mendez Vilas y Diaz.
- Stahl, E.** 1961. Enlarged cast of fossils. *Bulletin of the Geological Institute. University Upsala*, 40.
- Stein, R., Kimmel, J., Marincola, M. y Klemm, F.**, 2000. Observation on cyclododecane as a temporary consolidant for stone. *Journal of the American Institute for Conservation* 39 (3): 355-369.
- Stensiö, E.** 1927. The downtonian and devonian vertebrates of Spitzbergen. Family Cephalaspidae. *Norske Viden. Akad, Oslo, Skrifter om Svalbard og Ishavetm*, N° 12.

- Sternberg, Ch.** 1884. Directions for collecting vertebrate fossils. *Kansas City Review of Science and Industry*, VIII (4): 219-221.
- Sternberg, Ch.** 1909. *The life of a fossil hunter*. Henry Holt and Co. N.Y. 287 p.
- Sternberg R.M. y Belding, H.F.** 1942. Dry peel technique. *Journal of Paleontology*, vol. 16.
- Stewart, W.N. y Taylor, T.N.** 1965. The peel technique (224-232). In: Kummel y Raup (Ed.). *Handbook of paleontological techniques*. Freeman and Co.
- Stidham, T. y Hutchison, H.,** 2001). The North American avisaurids (Aves: Enanthiornithes): new data on biostratigraphy and biogeography. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 7*: 175-177.
- Stormer, L.** 1939. Studies on trilobite morphology. Part I. The trilobite appendages and their phylogenetic significance. *Norsk Geol. Tidsskrift*, vol. 19.
- Stucker, G.F.,** 1961. Salvaging fossils by jet. *Curator* IV (4): 332-340.
- Sutton, M., Briggs, D., Siveter, D. y Siveter, J.** 2001. Methodologies for the visualization and reconstruction of three-dimensional fossils from the Silurian Herefordshire Lagerstätte. *Paleontología Electrónica*, 4 (1): 17 pp.
- Tambussi, C. y Acosta Hospitaleche, C.** 2007. Antarctic birds (Neornithes) during the Cretaceous-Eocene times. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 62 (4): 604-617.
- Taquet, P.** 2007. On camelback: René Choudeau (1864-1921), Conrad Kilian (1898-1950), Albert Felix de Lapparent (1905-1975) and Théodore Monod (1902-2000), four French geological travellers cross the Sahara. In: *Four centuries of geological travels: the search for knowledge on foot, bicycle, sledge and camel*. Wyse Jackson (ed.) Geological Society. Special Publications, 287: 183-190. London.
- Toombs, H.** 1948. The use of acetic acid in the development of vertebrate fossils. *The Museum Journal London*, 48: 54-55.
- Toombs, H. y Rixon, A.** 1950. The use of plastics in the "Transfer Method" of preparing fossils. *The Museums Journal*, 50: 105-107. London.
- Toombs, H. y Rixon, A.E.** 1959. The use of acids in the preparation of vertebrate fossils. *Curator*, 2: 304-312.
- Tonni, E.P.** 2005. El último medio siglo en el estudio de los vertebrados fósiles. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 10*: 73-85.

- Tonni, E, Pasquali, R. y Laza, J.** 2007. Buscadores de fósiles. 110 pp. Ed. Jorge Sarmiento.
- Tournouer A.** 1902. Recherches paleontologiques en Patagonia. Comptes rendus des seances de l'academie des sciences, 3 p.
- Tudge, C.** 2009. El eslabón. Ed. Debate. 284 pp.
- Turner, S., Bureo, C. y Moody, R.** 2010. Forgotten women in an extinct saurian (man's) world. Geological Society. London. Special Publications. 343: 111-153.
- Vernon, W., Salmond, W. y Phillips, J.** 1829. On the discovery of fossil bones in a Marl-pit near North Cliff. Philosophical Magazine (series 2) 6: 225-232.
- Vizcaino, S., Reguero, M., Goin, F., Tambussi, C. y Noriega, J.** 1998. Community structure of Eocene terrestrial vertebrates from Antártica Peninsula. Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 5: 177-183.
- Vizcaino, S.A., Pascual, R., Reguero, M. y Goin, F.** 1998. Antártica as background for Mammalian evolution. Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 5: 199-209.
- Vizcaino, S.A., Bargo, S. y Fernicola, J.C.** 2013. Expediciones paleontológicas durante los siglos XIX y XX a la Formación Santa Cruz (Mioceno Inferior – Patagonia) y destino de los fósiles. Actas del Congreso Argentino de Historia de la Geología: 231-246
- Vucetich, M., Reguero, M., Bond, M., Candela, A., Carlini, A., Deschamps, C., Gelfo, J., Goin, F., López, G., Ortiz Jaureguizar, E., Pascual, R., Scillato Yane, G. y Vieytes, C.** 2007. Mamíferos continentales del Paleógeno argentino: las investigaciones de los últimos cincuenta años. Ameghiniana 50 aniversario: 239-255.
- Wang, Hu, Li, Ch. y Z. Chang,** 2001. Recent advances on the study of Mesozoic mammals from China. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 7: 179-184.
- Ward, H.A.,** 1866. Catalogue of casts of fossils from the principal museums of Europa and America. With short descriptions and ilustrations. Benton and Archer (Rochéster) 228 pp.
- Weller, R.R.,** 1980. A rust removal method for mineral specimens. Mineralogical Record, 11: 109-110.
- Wendt, H.** 1963. El legado de Noé. Ed. Labor. 493 p. Barcelona.

- Wendt, H.** 1972. Antes del Diluvio. Ed. Noguer. 458 p. Barcelona.
- White, E.** 1946. The genus *Phialaspis* and the "Psamosteus Limestone". Quarterly Journal of the Geological Society, 101: 207-242. London.
- White, L.** 1973. Tecnología medieval y cambio social. Paidós, Buenos Aires.
- Whybrow, P.J.** 1978 Fibre optics and foot operated microscope control equipment to assist in the preparation of fossils. Newsletter of the Geological Curator Group. 2, (3): 141-143.
- Whybrow, P.J.** 1982. Preparation of the cranium of the holotype of *Archaeopteryx lithographica* from the collections of the British Museum (Natural History). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Monatshefte H3: 184-192.
- Whybrow, P.J.** 1985. A history of fossil collecting and preparation techniques. Curator 28 (1): 5- 26.
- Wong, K.** 2012. El origen del género Homo. Investigación y Ciencia. Junio: 16-25.
- Woodburne, M.O. y Zinsmeister, W.J.,** 1984. The first land mamal from Antarctica and its biogeographic implications. Journal of Paleontology, 58: 913-948.
- Zangerl, R. y Schultze, H.** 1989. X-radiographic techniques and applications (165-178). In: Feldman, Chapman y Aníbal (eds). Paleotechniques. Paleontographical Society, Special Publication. 358 pp.
- Zappettini E.O. y Mendía J.,** 2007. El primer mapa geológico de la Patagonia. Historia de la Geología Argentina. INSUGEO, Miscelanea 16: 25-26. Tucumán.
- Zeballos, F. y Reid, W.** 1875. Notas geológicas sobre una excursión a las cercanías de Luján. Anales de la Sociedad Científica Argentina, 1: 313-319.
- Zdansky, D.** 1938. An improved apparatus for serial sectioning of fossils. Science, vol. 88.





# AZARA

FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL

La Fundación Azara, creada el 13 de noviembre del año 2000, es una institución no gubernamental y sin fines de lucro dedicada a las ciencias naturales y antropológicas. Tiene por misión contribuir al estudio y la conservación del patrimonio natural y cultural del país, y también desarrolla actividades en otros países como Paraguay, Bolivia, Chile, Brasil, Colombia, Cuba y España.

Desde el ámbito de la Fundación Azara un grupo de investigadores y naturalistas sigue aún hoy en el siglo XXI descubriendo especies –tanto fósiles como vivientes– nuevas para la ciencia, y en otros casos especies cuya existencia se desconocía para nuestro país.

Desde su creación la Fundación Azara contribuyó con más de cien proyectos de investigación y conservación; participó como editora o auspiciante en más de doscientos libros sobre ciencia y naturaleza; produjo ciclos documentales; promovió la creación de reservas naturales y la implementación de otras; trabajó en el rescate y manejo de la vida silvestre; promovió la investigación y la divulgación de la ciencia en el marco de las universidades argentinas de gestión privada; asesoró en la confección de distintas normativas ambientales; organizó congresos, cursos y casi un centenar de conferencias.

En el año 2004 creó los Congresos Nacionales de Conservación de la Biodiversidad, que desde entonces se realizan cada dos años. Desde el año 2005 comaneja el Centro de Rescate, Rehabilitación y Recría de Fauna Silvestre “Güirá Oga”, vecino al Parque Nacional Iguazú, en la provincia de Misiones. En sus colecciones científicas –abiertas a la consulta de investigadores nacionales y extranjeros que lo deseen– se atesoran más de 200.000 piezas. Actualmente tiene actividad en varias provincias argentinas: Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Chaco, Catamarca, San Juan, La Pampa, Buenos Aires, Río Negro, Neuquén y Santa Cruz. La importante producción científica de la institución es el reflejo del trabajo de más de setenta científicos y naturalistas de campo nucleados en ella, algunos de los cuales son referentes de su especialidad.

La Fundación recibió apoyo y distinciones de instituciones tales como: Field Museum de Chicago, National Geographic Society, Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, Fundación Atapuerca, Museo de la Evolución de Burgos, The Rufford Foundation, entre muchas otras.

**[www.fundacionazara.org.ar](http://www.fundacionazara.org.ar)**  
**[www.facebook.com/fundacionazara](https://www.facebook.com/fundacionazara)**

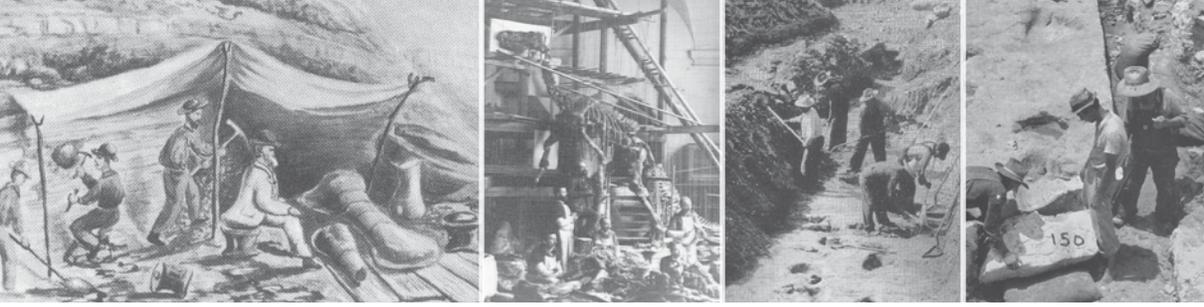
 VAZQUEZ  
MAZZINI  
EDITORES

**DELIVERY de LIBROS:**

Ingresá a **[www.vmeditores.com.ar](http://www.vmeditores.com.ar)**

Comprá online el libro que quieras y recibilo comodamente en tu domicilio. Envíos a todo el mundo.

**[www.facebook.com/vazquez.mazzini.editores](https://www.facebook.com/vazquez.mazzini.editores)**



Los conocimientos paleontológicos se desarrollaron a través de la historia ligados a los distintos avances del conocimiento científico y tecnológico. A su vez, dichos conocimientos fueron impulsados, en mayor o menor grado, por los distintos poderes políticos que se desarrollaron a lo largo de la historia.

Este libro realiza la inserción del mundo técnico en la historia general de la Paleontología, donde la ciencia necesita de la tecnología para avanzar en sus investigaciones, en la misma medida que la tecnología necesita de la ciencia para expresar su valía.

Incluye interesantes anécdotas de algunos hombres que trabajaron en diversas instituciones, donde aparecen figuras señeras cálidamente representadas en sus labores, sueños y esperanzas.