

AMEGHINO Y LA ESTRATIGRAFÍA PAMPEANA UN SIGLO DESPUÉS



EDUARDO P. TONNI

División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.
eptonni@fcnym.unlp.edu.ar

Resumen. En la presente contribución se realiza una síntesis histórica de la estratigrafía de la región pampeana, tomando como base al esquema generado por Florentino Ameghino en 1889 que con modificaciones ha llegado hasta la actualidad. Se analiza asimismo el significado de los distintos términos estratigráficos a lo largo del tiempo y en el presente. Se concluye que desde los tiempos de Ameghino (segunda mitad del siglo XIX), se intentó desarrollar un esquema estratigráfico con base bioestratigráfica, lo cual derivó tanto de los usos de la época como de las características de las secuencias sedimentarias del Mioceno tardío a la actualidad, representadas en la región pampeana de la Argentina, especialmente en su sector oriental. Sin embargo, como consecuencia del desarrollo y uso de las “Edades mamífero” a partir de mediados de la década de 1960, el interés en llevar adelante esquemas bioestratigráficos en consonancia con la moderna práctica de la disciplina, no prosperó o al menos disminuyó notablemente. A comienzos de la década de 1990 se realizaron nuevas e intensas prospecciones paleontológicas en distintas secciones que afloran en la región pampeana, lo que dio por resultado el actual esquema cronoestratigráfico-geocronológico con base bioestratigráfica.

Palabras clave. Florentino Ameghino. Estratigrafía. Región pampeana.

Abstract. AMEGHINO AND THE PAMPEAN STRATIGRAPHY AFTER A CENTURY. This contribution involves a historical overview of the stratigraphy of the Pampean Region based on the scheme generated by Florentino Ameghino in 1889, which with modifications, has reached the present. The meaning of various stratigraphic terms along the past century and in the present is also analyzed. It is concluded that since the Ameghino epoch (second half of the 19th century), there was an attempt to develop a stratigraphic framework based on biostratigraphy, which derived from the usages of that time and the characteristics of the sedimentary sequences of late Miocene to the present, represented in the Pampean region of Argentina. However, due to the development and use of “Mammal ages” from the mid 1960’s, interest in pursuing biostratigraphic schemes in line with the modern practice of discipline, did not prosper or, at least, decreased significantly. In the early 1990’s new and intense paleontological surveys were made in different sections exposed in the Pampean region, which resulted in the current scheme chronostratigraphic-geochronologic with biostratigraphic basis.

Key words. Florentino Ameghino. Stratigraphy. Pampean region.

DESDE FINES DEL SIGLO XIX, las secuencias estratigráficas portadoras de mamíferos del sector meridional de América del Sur, constituyeron la base sobre la cual se desarrolló la escala cronológica del Cenozoico tardío continental. Las secciones tipo de las unidades estratigráficas reconocidas desde el Mioceno tardío hasta el Holoceno, están representadas en afloramientos de la región pampeana, especialmente de la provincia de Buenos Aires.

En los primeros esquemas estratigráficos sistematizados (Doering, 1882; Ameghino, 1889) se utilizaron términos de uso corriente en la práctica estratigráfica de la época, pero que en la actualidad tienen otra connotación. Como consecuencia, persiste aún cierta confusión en el uso de las unidades de la clasificación estratigráfica, confusión mayormente generada por la utilización de los mismos nombres para designar unidades conceptualmente diferentes (Blasi *et al.*, 2009). Por ejemplo, cuando Ameghino (1889) consolidó su esquema estratigráfico, utilizó términos como “formación” y “piso” (“horizonte” o “subformación”), los que actualmente corresponden, respectivamente, a unidades de las clasificaciones litoestratigráfica y cronoestratigráfica, pero que en la época de Ameghino representaban otras unidades conceptualmente diferentes.

En la presente contribución se hará una síntesis histórica de

la estratigrafía del Cenozoico tardío continental de la región pampeana, tomando como base el esquema de Ameghino (1889) que con modificaciones, fundamentalmente en cuanto a su extensión e intensidad, ha llegado hasta la actualidad. Se analizará asimismo, el significado de los distintos términos a lo largo del tiempo y en el presente.

LA ESTRATIGRAFÍA DE LA REGIÓN PAMPEANA

D’Orbigny (1842) denominó “*terrains pampéenes*” y “*argile pampéenes*” a los sedimentos de color marrón rojizo que cubren la mayor parte de la región. Darwin (1845) se refirió a ellos con el nombre de “*pampean formation*”. El uso en español de este último término es el que más perduró en el tiempo y de él derivan otros tales como “Formación Pampiano” o “sedimentos pampeanos”, este último de uso corriente en la literatura geológica y estratigráfica desde fines del siglo XIX (Fidalgo *et al.*, 1975).

Fue Auguste Bravard el primero en dar una somera descripción mineralógica de este conjunto sedimentario que indistintamente denominó “formación pampa”, “limo pampa” o “terreno pampa” (Bravard, 1857). En ese trabajo de 1857 reconoció una génesis fundamentalmente eólica para los depósitos, contrariamente a lo sustentado por d’Orbigny y

Darwin (Tonni y Pasquali, 2006; Tonni *et al.*, 2008) y puso énfasis en el aporte volcánicoclástico. Si bien, la contribución de Bravard a la paleontología se redujo al listado de epítetos específicos y genéricos, actualmente sin validez nomenclatural, utilizó a los vertebrados fósiles, especialmente los mamíferos, para fines de correlación estratigráfica. Así, en un trabajo publicado en 1858, señala que:

“Hemos recogido en esta capa una vértebra lumbar de *Scelidotherium*. Es la primera pieza característica de los terrenos cuaternarios (según nuestra clasificación) que haya sido hallada en las cercanías de Paraná” (Bravard, 1858, p. 28).

Más adelante señala:

“Pero, si la disposición de las capas de que se componen [así como] la naturaleza mineralógica de las rocas... no presentan caracteres suficientes para poder determinar... las conexiones que nos proponemos investigar en este capítulo, la comparación de los cuerpos organizados fósiles, recogidos en Paraná, con los que se han encontrado en otras partes, no dejará ciertamente ninguna duda á ese respecto” (Bravard, 1858, p. 61).

Tonni *et al.* (2008) destacaron que algunos de los mamíferos fósiles nominados aunque no descriptos por Bravard, siguieron siendo reconocidos como de valor estratigráfico por autores posteriores. Tal es el caso de “*Tyotherium*”, nombre dado por Bravard (1857, p.10) a un ungulado nativo extinto característico del Pleistoceno Inferior y Medio de la región pampeana (Cione y Tonni, 2005), el cual fue descrito y nominado formalmente por Serés (1867) como *Mesotherium*. Como se verá, Doering (1882) utilizó a “*Tyotherium*” como fósil característico del “piso pampeano inferior”, criterio que compartieron Roth (1888) y Ameghino (1889).

Ameghino (1881) realizó un primer ensayo de clasificación estratigráfica de la “formación pampeana”, reconociendo la dificultad del intento cuando señala:

“Su estratigrafía es difícil de distinguir, pues los diferentes estratos que componen la formación no presentan generalmente mas que ligeras diferencias de color. Cuanto á su composición es siempre la misma, una mezcla de arcilla y arena... y conteniendo generalmente una infinidad de concreciones calcáreas” (Ameghino, 1881, p. 111-112).

Teniendo en cuenta las dificultades para establecer una clasificación estratigráfica basada en la litología, Ameghino empleó a los fósiles para sus propósitos. Claramente lo expresa en la frase:

“Los terrenos pampeanos representan una época de una duración escesivamente larga; no debemos, pues, sorprendernos

de que con los animales característicos de esta formación, suceda otro tanto, esto es que correspondan en parte á épocas diferentes, permitiéndonos así fundar una cronología paleontológica que nos permita apreciar de una manera más ó menos exacta la antigüedad de los terrenos...” (Ameghino, 1881, p. 312).

La “cronología paleontológica” de Ameghino (1881) propone una subdivisión de la “formación pampeana” en tres unidades caracterizadas por sus fósiles: “pampeano inferior”, “pampeano superior” y “pampeano lacustre”. A estas unidades las designó indistintamente como “terrenos” (*e.g.*, “terreno pampeano inferior”) u “horizontes” (*e.g.*, “horizonte pampeano inferior”), destacando en cada una de ellas no sólo el contenido paleontológico de mamíferos sino también al taxón “muy abundante” en una unidad o “muy raro” y “rarísimo” en otra. Esta subdivisión incluye también a los “terrenos post pampeanos” en los que reconoció otras tres unidades: “post pampeano lacustre”, “aluviones modernos” y “contemporáneo”, esta última caracterizada por la presencia de fauna introducida por los europeos.

En 1870, el presidente Sarmiento encargó al naturalista prusiano Karl Hermann Konrad Burmeister la organización de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, al tiempo que le solicitó elaborar una lista del personal que lo acompañaría. Entre los científicos reunidos por Burmeister, se encontraba el alemán Adolf Doering como químico, zoólogo y geólogo. Doering integró el Comité Científico que acompañó al ejército en la expedición dirigida por el general Julio Argentino Roca en 1879. Doering (1882) agrupó los depósitos sedimentarios superficiales en siete “formaciones” y 14 “pisos” u “horizontes geológicos” (Fig. 1). De este conjunto, a la región pampeana le corresponden cinco “formaciones” subdivididas en siete “pisos”, sobre la base de fósiles característicos. En su esquema estratigráfico la “formación araucana” incluye al “piso puelche o sub-pampeano”, sin caracterización faunística. La “formación pampeana” incluye al “piso pampeano inferior” caracterizado por “*Tyotherium*”, al “piso eolítico” con “*Equus*” Linnaeus y al “piso pampeano lacustre”, con “*Paludestrina Ameghini*” Doering. Dentro de este esquema, la “formación querandina” incluye a los pisos “querandino” y “platense”, y la “formación ariana” sólo al “piso ariano”.

Esta clasificación fue la base para la que propuso Ameghino (1889, p. 14; Fig. 2), en la que introdujo nuevas denominaciones. La “formación araucana” incluye al “piso hermósico” subyacente al “piso pehuelche” (“puelche” de Doering); el “piso pampeano inferior” de Doering es el “piso” (“horizonte”) “ensenadense”, caracterizado por la fauna procedente de los sedimentos dejados al descubierto durante las excavaciones para la construcción del puerto de La Plata en “la Ensenada”. Ameghino (1889) denominó “piso pampeano

de la provincia de Buenos Aires) hasta Bahía San Blas (norte de la Patagonia); mientras que el “platense” corresponde a depósitos lacustres –de amplia extensión areal en el ámbito pampeano– con moluscos de agua dulce. Caracterizó al “piso aymará” por contener restos faunísticos correspondientes a los de la fauna indígena moderna, sin restos de fauna introducida -como *Equus caballus* Linnaeus- que definen al “piso ariano” (Tonni *et al.*, 2002).

En su último esquema estratigráfico, Ameghino (1908) agregó una nueva unidad a la “formación araucana”, el “piso chapalmalense”, que ubicó entre el “hermosense” (“hermosíco” de Ameghino, 1889) y el “puelchense” (“pehuelche” de Ameghino, 1889). En cuanto a la “formación pampeana”, la subdividió en “ensenadense basal”, “ensenadense cuspidal”, “bonaerense” y “lujanense” y reservó el nombre de “belgranense” únicamente para los sedimentos de origen marino intercalados entre el “ensenadense” y el “bonaerense”. En esta publicación de 1908, Ameghino reitera el uso de la fauna como elemento fundamental para el reconocimiento de las unidades. Así señala que:

“la separación entre las dos formaciones [“araucana” y “pampeana”] ...es una línea debajo de la cual se encuentra la fauna

Araucana e inmediatamente arriba la fauna pampeana...” (Ameghino, 1908, p. 367-368).

Cabe destacar que ya entonces existía confusión respecto del significado de los distintos “horizontes” o “pisos”. Así Ameghino señala:

“No me es posible continuar con el examen del terreno y la exposición de mis observaciones, sin aclarar ante todo lo que se refiere á la nomenclatura, de la cual se ha hecho un verdadero galimatías” (Ameghino, 1908, p. 359).

Se refiere en este caso al significado de su “pampeano inferior” y del “pampeano inferior” de Roth (1888). Reconoce que ambos están caracterizados por la presencia de “*Tyotherium cristatum* Serrés, pero discrepa con la interpretación de Roth que incluye en su “pampeano inferior” al “hermosense” de Ameghino.

Respecto de la cronología de la “formación pampeana”, en general había consenso en referirla a la parte tardía del Neógeno, aproximadamente al lapso geológico actualmente abarcado desde el Mioceno hasta el Cuaternario. Sin embargo, en 1926, el geólogo alemán Richard Stappenbeck, en-

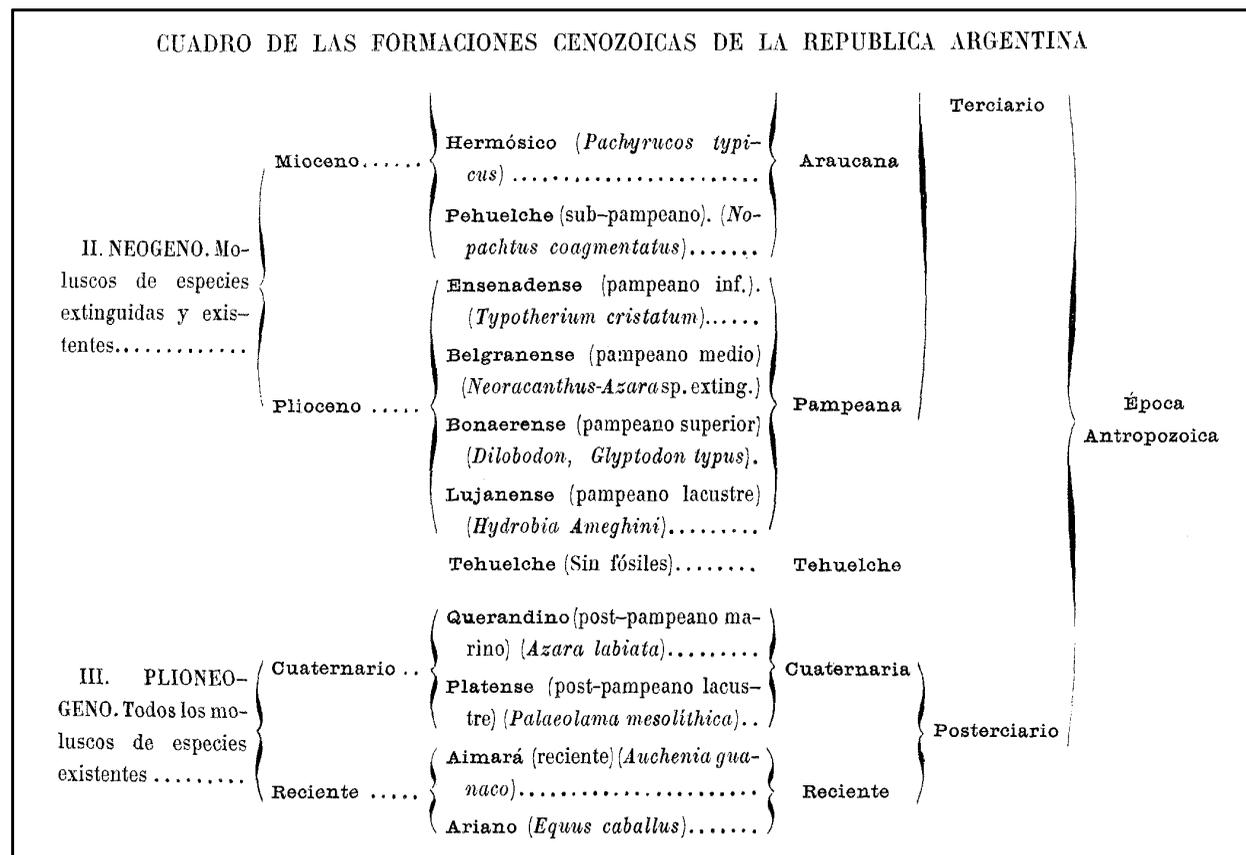


Figura 2. Fragmento del esquema de las Formaciones Cenozoicas de la República Argentina publicado por Ameghino en 1889 / Part of the República Argentina Cenozoic Formations scheme proposed by Ameghino in 1889.

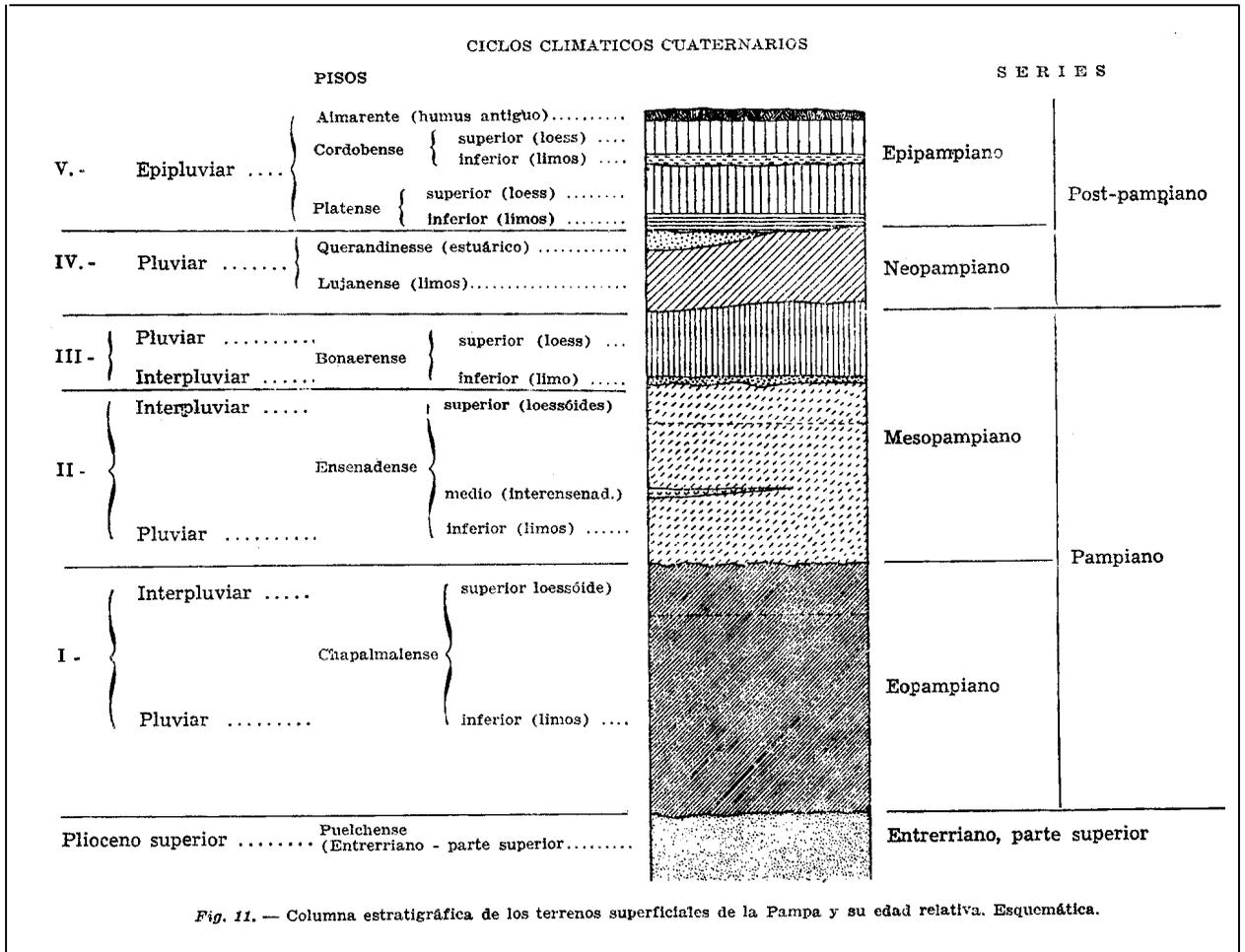


Figura 3. Esquema estratigráfico y los Ciclos Climáticos Cuaternarios de Frenguelli (1950) / Stratigraphic scheme and Quaternary Climatic Cycles from Frenguelli (1950).

tonces incorporado a la Sección de Geología de la División de Minas, Geología e Hidrología, utilizó criterios diastróficos para incluir en su "Formación Pampeana" a los sedimentos depositados desde finales del Cretácico (Stappenbeck, 1926). Así señala que:

"Um den Versuch einer einheitlichen Zusammenfassung aller dieser Ablagerungen durchzuführen, gehe ich nicht von paläontologischen Befunden aus, sondern bediene mich einer Methode, die hauptsächlich von Schubert und Ulrich zur Gliederung des Paläozoicums von Nordamerika angewandt wordenist: die Gliederung nach den großen Krustenbewegungen, die sich in Diskordanzen, Transgressionen, Regressionen, usw" (Stappenbeck, 1926, p. 69). [En un intento de llevar a cabo un único resumen de todos estos depósitos [la "Formación Pampeana"], no uso los hallazgos paleontológicos, sino que estoy usando un método principalmente aplicado a las estructuras paleozoicas por Schuchert y Ulrich en América del Norte: esto es el desglose de los principales movimientos de la corteza en discordancias, transgresiones, regresiones, etc.].

En un trabajo póstumo, Kraglievich (1934) llevó adelante un ensayo de correlación estrictamente faunístico, reconociendo "faunas" y "faunulas" (e.g., "fauna ensenadense", "faunula irenense") que agrupó en "formaciones", separadas por las fases y subfases de la tectónica andina propuestas por Groeber (1927).

A mediados del siglo XX, el médico y naturalista italiano Gioacchino Frenguelli dio a conocer su última propuesta de clasificación. En los cuadros que sintetizan su esquema (e.g., Frenguelli, 1950, fig. 11; Fig. 3), los nombres propuestos por Ameghino son agrupados en "series" ("Pampiano", "Postpampiano") y "pisos" (desde "Chapalmalense" a "Aimarense") como si fuesen categorías de la clasificación cronoestratigráfica, que como se verá había sido propuesta por Schenk y Müller (1941). Justamente, utiliza la desinencia "iano" porque "...en nomenclatura estratigráfica, se aplica a todas las voces, sustantivos y adjetivos, que se refieren a una *serie geológica*" (Frenguelli, 1957, p. 36). Sin embargo, en ningún momento Frenguelli (1950, 1957) aclara que esas sean categorías formales de alguna clasificación.

Los tres “pisos pampianos” de Frenguelli (1950) son el “Chapalmalense”, (actualmente Chapadmalalense), el Ensenadense y el Bonaerense. Los “pisos post-pampianos” son el Lujanense, el Platense, el Querandinense (“estuárico”) el Cordobense y el Aimarense. Desde el punto de vista cronológico, los tres “Pampianos” son referidos al Pleistoceno, y los cinco “Post-pampianos”, al Holoceno (Frenguelli 1950, 1957). Los únicos cambios cronológicos significativos a este esquema son la inclusión del “Chapalmalense” en el Plioceno y del Lujanense en el Pleistoceno tardío (Tonni, 2009).

Se debe también a Frenguelli (1950) el primer ensayo de correlación entre los depósitos sedimentarios de la región pampeana y los eventos climáticos globales. Así, los diferenció en dos grupos principales: loess y limos (Frenguelli 1955). Denominó loess a los depósitos eólicos y limos a los sub-ácueos; según su concepto representan, respectivamente, una sucesión rítmica de fases secas y húmedas, que responden a los ciclos glaciales e interglaciales del Pleistoceno.

Casi contemporáneamente, Kraglievich (1952) estableció un esquema estratigráfico para el sudeste de la provincia de Buenos Aires, basado en la clasificación propuesta por Ashley *et al.* (1933), para las “rock units” (modernamente, unidades litoestratigráficas). Este esquema implicó el uso de la nomenclatura de Ameghino (1908), pero con otra connotación. Así el “piso chapalmalense” pasó a ser la “Formación de Chapadmalal”. Cabe destacar que los supuestos caracteres litológicos que diferencian a las distintas unidades responden sólo a observaciones macroscópicas, pues como él mismo señala surgen “...de la observación directa de las rocas estudiadas con el agregado de algunos exámenes de muestras al lente” (Kraglievich, 1952, p. 9).

Pascual *et al.* (1965), dieron a conocer una división del tiempo geológico para el Cenozoico de la Argentina basada en el concepto de “Edades mamífero”, propuesto por Savage (1962). El sustento de esta propuesta se encuentra en la frase de Pascual *et al.* (1965, p. 168-169):

“...en nuestro Cenozoico mamífero no se han reconocido substancialmente Pisos. Por consecuencia las Edades reconocidas no cumplen con las exigencias mencionadas [las del código estadounidense de estratigrafía, entre otras] de manera que debemos admitir que nuestras ‘Edades’ son Edades-mamífero.”

Más adelante se refuerza al decir que:

“...en la práctica sabemos que tales o cuales estratos, referidos correcta o incorrectamente a una Formación determinada, contienen restos de mamíferos que por su estado evolutivo, por la presencia entre ellos de tipos de procedencia geográfica o cronológica conocida o inferida, pueden ser asignados a algunas de las Edades que hemos reconocido”

(Pascual *et al.*, 1965, p. 171-172).

La clasificación de Pascual *et al.* (1965) incluye para el Plioceno las “Edades mamífero” Chasiquense, Huayqueriense y Montehermosense, y para el Pleistoceno las Uquiense, Ensenadense y Lujanense. Para cada “Edad mamífero”, estos autores dieron una lista de fósiles guías y característicos y las refirieron a unidades litoestratigráficas (formaciones).

Por último, Cione y Tonni (1995) propusieron la sustitución de las “Edades mamífero”, por una clasificación cronoestratigráfica-geocronológica basada en la bioestratigrafía, de acuerdo con los códigos estratigráficos de varios países, incluido el de Argentina. Cione y Tonni (2005) reconocieron para el lapso entre el Plioceno (posiblemente incluyendo también la parte más tardía del Mioceno) y el Holoceno, 10 biozonas (Zonas de Asociación, o alternativamente Zonas de Intervalo). Estas biozonas son las de *Trigodon gaudryi* Ameghino, *Neocavia depressidens* Kraglievich, *Paraglyptodon chapadmalensis* Ameghino, *Platygonus scagliai* Reig, *Akodon lorenzini* Reig, *Ctenomys chapadmalensis* Ameghino, *Mesotherium cristatum*, *Megatherium americanum* Cuvier, *Equus (Amerhippus) neogaeus* Lund y *Lagostomus maximus* Brookes. Constituyen la base bioestratigráfica que sustenta a los Pisos/Edades (y Subpisos/Subedades) Montehermosense, Chapadmalalense (inferior y superior) Barrancalobense, Vorohuense, Sanandresense, Ensenadense, Bonaerense, Lujanense y Platense, respectivamente. Considerando que la *International Commission on Stratigraphy* (2009) estableció la base del Cuaternario (y del Pleistoceno) en 2,588 Ma, es posible que el Subpiso Sanandresense represente en la región pampeana a la base del Cuaternario.

Fidalgo *et al.* (1975) utilizaron la denominación “sedimentos pampeanos” para referirse a:

“todos los sedimentos constituidos preferentemente por una fracción limo más abundante que las fracciones arena y arcilla subordinadas, distribuidos en la mayor parte del territorio de la provincia de Buenos Aires y cuya edad abarca desde el Plioceno más temprano [actualmente Mioceno Tardío, aflorante exclusivamente en el sudoeste de la provincia; Cione y Tonni, 2005]... hasta...el Pleistoceno más alto” (Fidalgo *et al.*, 1975, p. 106).

Fidalgo (1983) consideró que:

“... en la región que nos ocupa [cuenca del río Salado y Pampa Ondulada] los ‘Sedimentos Pampeanos’ están integrados esencialmente por los pisos ‘Ensenadense’ y ‘Bonaerense’ de Frenguelli (1957)” (Fidalgo, 1983, p. 6-7).

Teniendo en cuenta la falta de designaciones formales

para las unidades litoestratigráficas del área, Fidalgo continuó utilizando la denominación de “sedimentos pampeanos”, dividiéndolos en “...un ‘Miembro Inferior’ que es el equivalente al ‘Ensenadense’ y un ‘Miembro Superior’ cuyo similar es el ‘Bonaerense’, para toda la región en estudio” (Fidalgo, 1983, p. 7). Cabe destacar que en este contexto los términos “Ensenadense” y “Bonaerense” son utilizados como categorías de la clasificación litoestratigráfica, criterio compartido por numerosos autores contemporáneos (véase un comentario al respecto en Soibelzon *et al.*, 2008).

Actualmente, las designaciones “Formación Pampeana” o “sedimentos pampeanos” en el ámbito bonaerense, hacen referencia principalmente a dos unidades litoestratigráficas, las Formaciones Ensenada y Buenos Aires, que en conjunto representan a todo el Pleistoceno. Las formaciones Ensenada y Buenos Aires se utilizaron de manera informal por muchos autores (*e.g.*, Pascual *et al.*, 1965), hasta que fueron formalmente descritas y definidas por Riggi *et al.* (1986). Posteriormente, Tonni *et al.* (1999) propusieron un nuevo estratotipo para las mismas, dado que las secciones originales descritas no estaban disponibles para su examen.

DISCUSIÓN

Una discusión actualizada sobre el contenido del término “formación” y otros de uso frecuente hacia fines del siglo XIX y comienzos del XX –y no estrictamente coincidente con la que aquí se desarrolla– se encuentra en Blasi *et al.* (2009).

En la mayor parte de la obra de Ameghino, una “formación” es una unidad definida a partir del contenido fosilífero, donde la litología no constituye el elemento axial ni único de la definición. En su trabajo de 1908, el mismo Ameghino señala que:

“...*formación Pampeana*...[son] los depósitos de transporte subaéreo de la llanura Argentina, caracterizados por la fauna mastológica designada con el nombre de fauna Pampeana” (Ameghino, 1908, p. 365).

En este contexto, el “piso” (o “subformación”) no era más que una subdivisión de la “formación” y no difería mayormente de las unidades bioestratigráficas actuales. Como señala MacLeod (2005) los términos “piso” o “zona”, fueron utilizados indistintamente por d’Orbigny –entre 1842 y 1851– como una subdivisión, basada en ammonites, de los estratos del Jurásico. Poco después, entre 1856 y 1858, Albert Opperl definió la “zona” como:

‘the constant and exclusive occurrence of certain species [that]

mark themselves off from their neighbours as distinct horizons’ (MacLeod, 2005, p. 2).

Esta definición demuestra que el concepto moderno de zona bioestratigráfica, tiene una prolongada tradición.

De lo expresado se interpreta que Ameghino seguiría, como la mayor parte de los autores de la época, los conceptos desarrollados por Opperl que en la actualidad están parcialmente incorporados a la bioestratigrafía.

Freguelli (1950, 1957) agrupó en su esquema estratigráfico los nombres de Ameghino (1889, 1908) en “series” y “pisos”, sin que ello signifique el uso de categorías formales de la clasificación cronoestratigráfica (*time-stratigraphic*), como fue definida por Schenck y Müller (1941) y adoptada por los códigos estratigráficos, incluido el Código Argentino de Estratigrafía (CAE, 1992). Freguelli puso mayor énfasis que Ameghino en las descripciones litológicas. Por ejemplo, cuando se refiere al “Ensenadense” destaca que:

“...está constituido por un espeso horizonte de limos loessoides...Su base generalmente se estratifica en capas irregulares...arenosas, arcillosas o conglomerádicas. Más arriba, pierde todo vestigio de estratificación y se compone de un limo más o menos conglomerádico...” (Freguelli, 1957, p. 40).

Sin embargo, el mayor cuidado en las descripciones litológicas y en el análisis genético de los depósitos, no deja de lado la utilización del contenido paleontológico como herramienta cronológica. Así, siempre refiriéndose al “Ensenadense”, expresa “Particularmente su mitad superior encierra restos fósiles de numerosos mamíferos, en su máxima parte hoy extinguidos...” (Freguelli, 1957, p. 41), proporcionando a continuación una completa lista de tales mamíferos que en su mayoría son los que Ameghino (1889) utilizó para caracterizar al Ensenadense y que en la actualidad –con adiciones y correcciones– son los que lo caracterizan (Cione y Tonni, 2005).

Por su parte, el esquema estratigráfico de Kraglievich (1952) siguió la clasificación de Ashley *et al.* (1933) que a su vez fue recogida en la terminología estratigráfica de Schenck y Müller (1941), donde se definen las unidades litoestratigráficas (“*rock stratigraphic units*”). Sin embargo las formaciones de Kraglievich están definidas por supuestas discordancias más que por la litología, y por lo tanto, siguiendo a Cione y Tonni (1995) representarían unidades limitadas por discontinuidades (CAE, 1992). Zárate (1989), sostiene que las unidades de Kraglievich (1952) son biozonas aunque ese autor no las caracterizó por su contenido paleontológico a pesar de haber reunido una importante colección que nunca dio a conocer. Teruggi *et al.* (1957) demostraron la ausencia de caracteres mineralógicos significativos y discriminantes entre

las distintas unidades de la secuencia estudiada. Lo cierto es que el esquema de Kraglievich (1952) fue utilizado por autores posteriores, siguiendo las asignaciones temporales que estableció para cada una de las unidades, aún fuera del área tipo. De tal forma, esas supuestas unidades litoestratigráficas incluyeron el concepto temporal que por definición no poseen.

En un trabajo de Wood *et al.* (1941) publicado en la misma revista y volumen que el aporte ya citado de Schenk y Muller (1941), se formaliza un esquema para la estratigrafía continental norteamericana basado en las “Edades mamífero” (originalmente “*Provincial ages*” y actualmente, “*Land Mammal Ages*”). Como se señaló, este enfoque fue adaptado para América del Sur por Pascual *et al.* (1965).

Los aspectos teóricos bajo los cuales se desarrolló el paradigma de las “Edades mamífero”, fueron examinados por Cione y Tonni (1995, 1996, 1999) y Cione *et al.*, (2007). Para Woodburne (1987), las “Edades mamífero” no son unidades geocronológicas formales (es decir, basadas en Pisos). Sin embargo, Cione y Tonni (1995) consideraron que no hay una distinción esencial entre aquéllas y las edades formales. Las “Edades mamífero” serían edades formales definidas de una manera menos precisa que las edades basadas en Pisos definidos en secuencias marinas. Las “Edades mamífero” de América del Sur están en realidad basadas en Pisos pobremente definidos de acuerdo con los requerimientos actuales en geosistemática (Cione y Tonni, 1995). Simpson (1971), en un aporte casi olvidado por la literatura específica, señaló con claridad que:

“Aún en los casos en que los mamíferos son usados para definir las edades, las rocas son referidas a pisos sobre la base de sus mamíferos fósiles; los taxa de las edades y de los pisos son geocronológicos y cronoestratigráficos, respectivamente...” (Simpson, 1971, p. 289).

Sigue señalando que:

“Es asimismo cierto que algunos géneros confinados a una determinada edad...pueden cambiar su reconocida extensión temporal por ulteriores hallazgos. Decir entonces que no debiéramos definir edades y pisos en estos términos sería como decir que no debiéramos intentar la práctica de una ciencia estratigráfica” (Simpson, 1971, p. 289).

Concluye diciendo que:

“La clasificación toda de pisos y edades alcanzada hasta el momento tuvo su origen en Argentina y toda su nomenclatura ha derivado de nombres geográficos argentinos”... “Es muy probable, pues, que la clasificación argentina resulte aplicable a una provincia que comprende todo América del

Sur” (Simpson, 1971, p. 295-296).

Conceptualmente, Simpson deja en claro que la clasificación en uso en la Argentina involucra el uso de unidades de las clasificaciones cronoestratigráfica y geocronológica. Sin embargo, la propuesta de Wood *et al.* (1941) permaneció en uso, con variantes, para las secuencias mamalíferas continentales cretácicas y cenozoicas de las Américas e incluso de Europa, hasta la actualidad (Hernández Fernández *et al.*, 2004; Woodburne, 2006; Cione *et al.*, 2007). Este uso no implicó un reconocimiento formal ya que, a pesar de los años transcurridos desde la propuesta original, los términos “Edad provincial” o “Edad mamífero” no han sido incluidos en códigos ni guías. Al respecto, el Código Argentino de Estratigrafía (CAE, 1992) señala que:

“Los pisos basados en vertebrados y plantas son de la misma clase que los fundados en otros grupos de organismos fósiles... Para los acontecimientos paleobiológicos se ha aplicado la denominación de ‘edad’ (*e.g.*, Edad Mamífero Riochiquense), cuyo uso no se recomienda” (CAE, 1992, p. 47).

Cabe consignar que Simpson (1971) reconoció unidades de una clasificación geobiótica. Esta clasificación es claramente no estratigráfica pues comprende exclusivamente a las biotas. “Una hemerizona o cualquier otra unidad bioestratigráfica, está compuesta de *rocas*. Muy evidentemente, una *fauna* no” (Simpson, 1971, p. 294). Una fauna es la totalidad de las especies colectadas de algún yacimiento importante o conjunto de yacimientos y puede caracterizar a la totalidad de una unidad litológica (Wilson, 1959, citado por Simpson, 1971). Si es más restringida, será una fauna local (término introducido por Wood *et al.*, 1941). En el sentido de Wilson (1959), fauna sería aproximadamente equivalente al término bioestratigráfico *range zone*, es decir una zona constituida por un cuerpo de estratos que comprende los rangos de distribución horizontal (geográfico) y vertical (temporal) de un taxón o conjunto de taxones. Ambas unidades –fauna local y fauna– fueron utilizadas de manera poco precisa en la Argentina (*e.g.*, Prado *et al.*, 1987; Alberdi *et al.*, 1989). El uso y contenido del término fauna en el sentido de Kraglievich (1934), se adecua a la definición de Wilson (1959); similarmente, la “faunula” de Kraglievich (1934) resulta un equivalente a la fauna local de este autor.

El actual esquema cronoestratigráfico-geocronológico con base bioestratigráfica, para el Cenozoico tardío continental (Tonni, 2005), surge como consecuencia de que a partir de comienzos de la década de 1990 se realizaron nuevas e intensas prospecciones paleontológicas en distintas secciones aflorantes en la región pampeana. El resultado fue una nueva colección, especialmente de mamíferos, que incluye taxones ya conocidos y otros nuevos, todos ellos con procedencia

estratigráfica precisa. Por otra parte se procedió, a través de la labor de varios especialistas, al reestudio de colecciones preexistentes en distintas instituciones concluyéndose en la depuración de los listados faunísticos y estableciéndose los primeros y los últimos registros de los taxones involucrados (e.g., Tonni y Cione, 1999; Soibelzon *et al.*, 2005; Cione *et al.*, 2007). Con ese conocimiento, se diseñó un esquema bioestratigráfico en sedimentos del Mioceno superior basal a la actualidad para la región pampeana. El esquema incluye once biozonas (Zonas de Asociación, o alternativamente Zonas de Intervalo) (Cione y Tonni, 2005) para el lapso considerado, las que representan la base bioestratigráfica para el reconocimiento de otros tantos Pisos y Subpisos que constituyen la base material (cronoestratigráfica) que sustenta a las correspondientes Edades y Subedades.

Cione *et al.* (2007) y Tonni (2009), consideran que las unidades bioestratigráficas, cronoestratigráficas y geocronológicas, representan niveles de abstracción creciente. Estas entidades no son “reales”, es decir, no son parte de la naturaleza. De estas tres, las unidades bioestratigráficas son las que poseen mayor cantidad de caracteres objetivos observables en el campo, como por ejemplo la distribución espacial de los fósiles. Las unidades cronoestratigráficas están basadas en un carácter no observable (el tiempo del depósito) y es por ello que el reconocimiento de este carácter descansa en la distinción de otras unidades: biozonas, magnetozonas o en fechados obtenidos por métodos radiométricos. Por último, las unidades geocronológicas no son estratigráficas y constituyen abstracciones que representan un tiempo pasado (el tiempo geológico). Las unidades cronoestratigráficas son la materialización de ese tiempo geológico de manera que -como se comprenderá- es necesario definir las previamente. Odin *et al.* (2004) sugieren la utilización de una única escala cronológica, rechazando las diferencias entre las escalas cronoestratigráfica y geocronológica.

CONCLUSIONES

Desde la segunda mitad del siglo XIX y especialmente a partir del aporte de Ameghino (1889), se intentó desarrollar un esquema estratigráfico con base bioestratigráfica. Ello derivó no sólo de los usos de la época, sino también de las características de las secuencias sedimentarias del Mioceno tardío a la actualidad, representadas especialmente en el actual territorio de la provincia de Buenos Aires. En ellas se encuentra una secuencia bioestratigráfica que constituye la base de la escala cronológica sudamericana. Es allí donde se pueden establecer adecuadas relaciones de superposición, de primeros y últimos registros, así como de abundancia de fósiles.

Sin embargo, como consecuencia del desarrollo y uso de las “Edades mamífero” a partir de mediados de la década de 1960, el interés en desarrollar esquemas bioestratigráficos

en consonancia con la moderna práctica de la disciplina, no prosperó o al menos disminuyó notablemente. La ausencia de una bioestratigrafía cuidadosamente documentada -y obviamente de un esquema bioestratigráfico- tuvo consecuencias en la comprensión de procesos fundamentales en la evolución de la fauna sudamericana del epílogo del Cenozoico. Algunos aspectos de procesos tales como el Gran Intercambio Biótico Americano fueron incorrectamente interpretados, fundamentalmente en lo referido a la supuesta interacción entre la fauna holártica y la autóctona (Woodburne *et al.*, 2006; Woodburne, 2010).

Para revertir esa situación debe continuarse con la realización de mucha tarea de campo a los fines de establecer los estratotipos de límite de las unidades bioestratigráficas y cronoestratigráficas. Ciertamente, esto debe estar asociado a adecuados estudios sistemáticos, los que constituyen la base necesaria para realizar una bioestratigrafía sólida y establecer los fósiles guía.

Como señalaron Cione *et al.* (2007), es evidente que para todas las secuencias mamíferas en el mundo, se observa un interés cada vez más grande en desarrollar esquemas bioestratigráficos que permitan identificar adecuadamente secuencias que puedan ser datadas radiométricamente, analizadas magnetoestratigráficamente y correlacionadas con la mayor certeza posible.

AGRADECIMIENTOS

A Gustavo Scillato Yané por la lectura crítica del original. A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, por el apoyo financiero.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberdi, M.T., Menegaz, A.N. Prado, J.L. y Tonni, E.P. 1989. La Fauna local Quequén Salado-Indio Rico (Pleistoceno tardío) de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos. *Ameghiniana* 25(3): 225-236.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias Córdoba* 6: 1-1027.
- Ameghino, F. 1908. Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapalmalán. *Anales Museo Nacional de Buenos Aires* 10: 343-428.
- Ameghino, F. 1881. La antigüedad del Hombre en el Plata. Tomo 2, Igon Hermanos, Editores, Buenos Aires, 557 pp.
- Ashley, G.H., Cheney, M.G., Gould, J.J., Galloway, C.N., Hares, C.J., Howell, B.F., Levorsen, A.I., Miser, H.D., Moore, R.C., Reeside, J.B.Jr., Rubey, W.W., Stanton,

- T.W., Stose, G.W. y Twenhofel, W.H. 1933. Classification and nomenclature of rock units. *Geological Society of America Bulletin*, 44(2): 423-445.
- Blasi, A., Prieto, A.R., Fucks, E. y Figini, A. 2009. Análisis de las nomenclaturas y de los esquemas estratigráficos del Pleistoceno tardío-Holoceno en la cuenca del río Luján, Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana* 46(2): 373-390.
- Bravard, A. 1857. Estado físico del territorio. *Geología de las pampas. Registro Estadístico del Estado de Buenos Aires* 1: 1-22.
- Bravard, A. 1858. Monografía de los terrenos marinos terciarios de las cercanías del Paraná. Imprenta del Registro Oficial, Paraná, 107 pp.
- CAE. 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina Serie B (Didáctica y Complementaria) 20: 1-64.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 1995. Chronostratigraphy and "Land Mammal Ages" in the Cenozoic of southern South America: principles, practices and the "Uquian" problem. *Journal of Paleontology* 69(1): 135-159.
- Cione A.L. y Tonni, E.P. 1996. Reassessment of the Pliocene-Pleistocene continental time scale of southern South America. Correlation of the Chapadmalalan with Bolivian sections. *Journal of South American Earth Sciences* 9: 221-236.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 1999. Biostratigraphy and chronological scale of uppermost Cenozoic in the Pampean area, Argentina. En: E.P. Tonni y A.L. Cione (Eds.), *Quaternary vertebrate paleontology in South America. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12: 23-51.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En R.E. de Barrio, R.O. Etcheverry, M.F. Caballé y E. Llambías (Eds.), *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino* 11: 183-200.
- Cione, A.L., Tonni, E.P., Bargo, S., Bond, M., Candela, A.M., Carlini, A.A., Deschamps, C.M., Dozo, M.T., Esteban, G., Goin, F.J., Montalvo, C.I., Nasif, N., Noriega J.I., Ortiz Jaureguizar, E., Pascual, R., Prado, J.L., Reguero, M.A., Scillato-Yané, G.J., Soibelzon, L., Verzi, D.H., Vieytes, E.C., Vizcaino S.F. y Vucetich, M.G. 2007. Mamíferos continentales del Mioceno tardío a la actualidad en la Argentina: cincuenta años de estudios. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial* 11: 257-278.
- Darwin, C.R. 1845. *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the Command of Capt. Fitz Roy, R.N. John Murray* (2d edition), 520 pp.
- Doering, A., 1882. Geología. En: Informe Científico del Estado Mayor Conjunto Agregado a la Expedición al Río Negro, 3ra. Parte, pp. 299-530.
- Fidalgo, R., 1983. Algunas características de los sedimentos superficiales en la cuenca del Río Salado y en la Pampa ondulada. Coloquio Internacional de Hidrología de Grandes Llanuras 1-19.
- Fidalgo, F., De Francesco, F. O. y Pascual, R. 1975. Geología superficial de la llanura bonaerense. Relatorio VI Congreso Geológico Argentino 103-138.
- Freguelli, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. Publicaciones Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas, Buenos Aires, Serie II (33): 1-72.
- Freguelli, J. 1955. Loess y limos pampeanos. Museo de La Plata, Serie Técnica y Didáctica 7: 5-66.
- Freguelli, J. 1957. Neozoico. En *Geografía de la República Argentina. GAEA* 2 (3): 1-218.
- Groeber, P. 1927. Ensayos sobre tectónica teórica y provincias magmáticas. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 30: 177-230
- Hernández Fernández, M., Azanza, B. y Álvarez Sierra, M.A. 2004. Iberian Plio-Pleistocene biochronology: Micromammalian evidence for MNs and ELMAs calibration in southwestern Europe. *Journal of Quaternary Science* 19: 605-616.
- International Commission on Stratigraphy. 2009. *International Stratigraphic Chart*.
- Kraglievich, J.L. 1952. El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata* 1(1): 8-37.
- Kraglievich, L. 1934. La antigüedad pliocena de las faunas de Monte Hermoso y Chapadmalal, deducidas de su comparación con las que le precedieron y sucedieron. Imprenta el Siglo Ilustrado, Montevideo, 136 pp.
- MacLeod, N. 2005. Biozones. En: R.C. Selley, L.R.M. Cocks, y I.R. Plimer (Eds.), *Encyclopedia of geology*. Academic Press, London, pp. 294-306.
- Odin, G.S., Gardin, S., Robszynski, F. y Thierry, J. 2004. Stage boundaries, global stratigraphy, and the time scale: towards a simplification. *Carnets de Géologie/Notebooks on Geology* 2: 1-12.
- Orbigny, A. d'. 1842. *Voyage dans l'Amérique Méridionale (le Brésil, la République Orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivie, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833. Tome Troisième, 4° Partie: Paléontologie*. Paris: P. Bertrand; Strasbourg: V. Levrault. 340 pp.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E.J., Gondar, D. y Tonni, E. 1965. Las Edades del Cenozoico mamalífero de la Argentina con especial atención a aquellas del territorio bonaerense. *Anales de la Comisión de Investigaciones*

- Científicas de la Provincia de Buenos Aires 6: 165-194.
- Prado, J.L., Menegaz, A.N., Tonni, E.P. y Bargo, M.S.** 1987. Los mamíferos de la Fauna local Paso Otero (Pleistoceno tardío), provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos. *Ameghiniana* 24(3-4): 217-233.
- Riggi, J.C., Fidalgo, F., Martínez, O., Porro, N.** 1986. Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el partido de La Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44: 316-333.
- Roth, S.**, 1888. Beobachtungen über Entstehung und Alter der Pampas formation in Argentinien. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 40: 375-464.
- Savage, D.E.** 1962. Cenozoic geochronology of the fossil mammals of the western hemisphere. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 8(4): 53-67.
- Schenk, H.G. y Müller, S.** 1941. Stratigraphic terminology. *Bulletin of the Geological Society of America* 52: 1419-1426.
- Serrés, P.** 1867. De l'osteographie du "*Mesotherium*" et des affinités zoologiques. *Comptes Rendus des Séances de l'Academie de Sciences* 65(2): 841-848
- Simpson, G.G.** 1971. Clasificación, terminología y nomenclatura provinciales para el Cenozoico mamalífero. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26: 281-297.
- Soibelzon, E., Tonni, E.P. y Bidegain, J.C.** 2008. Cronología, magnetoestratigrafía y caracterización bioestratigráfica del Ensenadense (Pleistoceno inferior-medio) en la ciudad de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 421-429.
- Soibelzon, L., Tonni, E.P. y Bond, M.** 2005. The fossil record of South American short faced bears (Ursidae, Tremarctinae). *Journal of South American Earth Sciences* 20: 105-113.
- Stappenbeck, R.** 1926. *Geologie und Grundwasser Kunde der Pampa*. Stuttgart: E. Schweizerbar'sche Verlagsbuchhandlung (Edwin Nagele) G.m.b.H., 409 pp.
- Teruggi, M.E., Etchichuri, M.C. y Remiro, J.R.** 1957. Estudio sedimentológico de los terrenos de las barrancas entre Mar del Plata y Miramar. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 4: 167-250.
- Tonni, E.P.** 2009. Los mamíferos del Cuaternario de la región pampeana de Buenos Aires, Argentina. En: A.M. Ribeiro, S. Girardi Bauermann y C. Saldanha Scherer (Org.), *Quaternario do Rio Grande do Sul. Integrando Conhecimentos*. Monografías da Sociedade Brasileira de Paleontología, pp. 207-216.
- Tonni, E.P. y Cione, A.L.** 1999. Quaternary vertebrate paleontology in South America. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, Rotterdam, 12, 334 pp.
- Tonni, E.P., Nabel, P., Cione, A.L., Etchibury, M., Tófaló, R., Scillato-Yané, G.J., San Cristóbal, J., Carlini, A.A. y Vargas, D.** 1999. The Ensenada and Buenos Aires Formation (Pleistocene) in a quarry near La Plata, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 12: 273-291.
- Tonni, E.P. y Pasquali, R.C.** 2006. Alcide d'Orbigny in Argentina: the beginning of stratigraphical studies and theories on the origin of the "pampean sediments". *Earth Sciences History* 25(2): 215-223.
- Tonni, E.P., Pasquali, R.C., y Laza, J.H.** 2008. Auguste Bravard y su contribución al desarrollo de las Ciencias de la Tierra en la Argentina. En: F.G. Aceñolaza (coordinador-editor), *Los geólogos y la geología en la historia argentina*. INSUGEO, Serie Correlación Geológica 24: 63-69.
- Wilson, J.A.** 1959. Stratigraphic concepts in vertebrate paleontology. *American Journal of Sciences* 257: 770-778.
- Wood, H.E. II, Chaney, R.W., Clark, J., Colbert, E.H., Jepsen, G.L., Reeside, J.B.Jr. y Stock, C.** 1941. Nomenclature and correlation of the North American continental Tertiary. *Bulletin of the Geological Society of America* 52: 1-48.
- Woodburne, M.O.** 1987. Preface-Glossary. En: M.M. Woodburne (Ed.), *Cenozoic Mammals of North America*, University of California Press, California, pp. vii-x.
- Woodburne, M.O.** 2006. Mammal Ages. *Stratigraphy* 3: 1-34.
- Woodburne, M. O.** 2010. The Great American Biotic Interchange: Dispersals, Tectonics, Climate, Sea Level and Holding Pens. *Journal of Mammalian Evolution* 17:245-264
- Zárate, M.A.** 1989. [Estratigrafía y geología del Cenozoico tardío aflorante en los acantilados marinos comprendidos entre Playa San Carlos y el arroyo Chapadmalal, partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 221 pp. Inédita.]

Recibido: 15 de marzo

Aceptado: 7 de septiembre