

# HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 1 (2) | 2011/65-73

## CUESTIONES RELATIVAS A LA SEPULTACIÓN DE LOS RESTOS DE LOS VERTEBRADOS FÓSILES, EN LAS CAPAS SEDIMENTARIAS CONTINENTALES

*On the burial of fossil vertebrate remains in continental sedimentary beds*

Iván Antónovich Efremov†

Instituto Paleontológico de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S. (1908-1972)

**F H N**  
FUNDACIÓN  
DE HISTORIA NATURAL  
FÉLIX DE AZARA

El descubrimiento de todo un mundo de mamíferos fósiles de America del Sur, con toda su originalidad, quedará para siempre como un monumento a Florentino Ameghino.

La importancia y el volumen de sus trabajos fueron, infinidad de veces, mencionados en las obras de los más eminentes paleontólogos especialistas en mamíferos.

En estos días conmemorativos, tributando el merecido elogio a la gigantesca obra realizada por Florentino Ameghino, es preciso también recordar a su hermano. Carlos Ameghino investigador incansable de los yacimientos fosilíferos.

Consagrada exclusivamente toda su actividad a los trabajos paleontológicos del campo, Carlos Ameghino no publicó casi ningún trabajo. Nosotros podemos juzgar de sus investigaciones solamente, por lo incluido en las obras de F. Ameghino y también, por las cartas dirigidas a su hermano mayor.

Por desgracia para la ciencia, Carlos Ameghino hombre de cualidades excepcionales y dotado de memoria fenomenal le hicieron "despreocuparse" de llevar diarios y tomar notas. Por lo tanto, toda la cantidad colosal de observaciones acumuladas, por él, las comparaciones y deducciones concernientes a los yacimientos paleontológicos con su muerte se perdieron irremisiblemente.

Los cortes de las capas osíferas, su correlación con los sedimentos que las encierran, introducidos en forma muy generalizada en las obras de F. Ameghino, testifican, indiscutiblemente, que en el estudio de los yacimientos fósiles, C. Ameghino estaba a la cabeza de la ciencia de su tiempo. Yo no me refiero a la estratigrafía de las formaciones continentales, sobre las cuales los trabajos de C. Ameghino, introducidos en los libros de su hermano mayor, siempre

conservarán gran significación. Yo trato de los elementos de biostratonomía (investigación de propios yacimientos), los cuales, tan remarcadamente, se nos presentan en unos cuantos perfiles y cortes originales de Carlos Ameghino, conocidos por nosotros.

Mi intervención, que trata de las cuestiones de la formación de los yacimientos y de los procesos de sepultación, la dedico a la memoria de C. Ameghino, principal colaborador del gran paleontólogo argentino, colaborador, que en su rama científica no fue menos genial que su preceptor y hermano mayor Florentino Ameghino.

Las investigaciones de los yacimientos, las aclaraciones de las leyes y de los fenómenos de sepultación de los restos de animales en las capas sedimentarias y la formación de nuevos petrefactos es una de las nuevas ramas de la Paleontología, desarrollada, principalmente, durante los años 20 de nuestro siglo. Para unir diferentes direcciones en el estudio de leyes de sepultación, fue separada por mí, una nueva rama aparte de la Paleontología, la Tafonomía, la cual tiene por objeto resolver estos propios problemas; la Tafonomía no es el único o principal método para llevar a cabo estos estudios, no es más que uno de los muchos y posibles medios de las investigaciones venideras. La formación de los yacimientos, o sea, el paso de los restos orgánicos de la biosfera a la litosfera se realiza en los procesos que ocurren de una parte, en la litosfera y, de otra, en la biosfera.

La formación de concentraciones de seres vivos o de sus cadáveres, el perecimiento en masa, su distribución y la destrucción de los restos en los límites de la biosfera, la dinámica de la población de los seres todo esto son cuestiones, por lo general, no estudiadas por los paleontólogos. Igualmente, la génesis de los sedimentos con los restos orgánicos en ellos contenidos, la distribu-

ción hidromecánica de los restos, los procesos de litificación ligados a la fosilización, la historia ulterior de las formaciones sedimentarias acumuladas, son cuestiones que entran en la esfera del estudio de los geólogos, tenidas muy poco en cuenta por la Paleontología y casi desconocidas por los biólogos.

Cualesquiera que sean los restos fósiles, lo mismo de plantas que de animales, solamente pueden formarse como resultado de una serie compleja de procesos, cuyo comienzo está en la parte de la naturaleza estudiada por la Biología y cuyo fin, está en la esfera de la Geología. De esto resultaba que la serie de procesos no podía ser estudiada en su totalidad por encontrarse “dividida” entre dos ciencias muy diferentes. Tanto en una ciencia como en la otra reinaba la opinión de que la petrificación era un fenómeno casual. Además de la insuficiencia de los restos descubiertos, que en su mayoría sólo han conservado las partes duras de los esqueletos, aquella parte del mundo orgánico que ha llegado hasta nosotros encerrada en los antiguos sedimentos, corresponde solamente a una pequeña parte de la flora y de la fauna del pasado. La insuficiencia de flora y fauna, del pasado conservada hasta hoy día condiciona la gran importancia de los mismos yacimientos, como documentos paleontológicos, de no menor importancia que los mismos restos fósiles. Cada yacimiento de restos fósiles, después de una detallada investigación, es para nosotros una ventana por la cual podemos observar el pasado, ventana que posibilitará, mediante la litoesfera, percibir la sombra de la biosfera de las épocas geológicas pasadas.

Darwin fue el primero que científicamente planteó el problema de que los anales geológicos se encontraban incompletos y formuló también, las primeras concepciones acerca de los últimos. Se basaba más

que en otra cosa en deducciones de carácter paleontológico. Después de Darwin los geólogos casi no se dedicaron al estudio de este problema.

Generalmente, la sucesión histórica de la estratificación se estudiaba desde el punto de vista de los procesos creativos. Sin embargo, los procesos destructivos, que borran y destruyen las hojas de los anales geológicos – las capas terrestres – y que constituyen otra parte indispensable e inevitable de cualquier fenómeno geológico, apenas se investigaron. Por eso la insuficiencia de los anales geológicos, no pudo ser descubierta y continuaba siendo un símbolo no más. No obstante, las hojas de los anales geológicos desaparecerían conforme a las leyes rigurosas.

Al haber conocido estas leyes, podemos definir qué “hojas”, precisamente, han sido arrancadas con el tiempo, por la destrucción, pues el tiempo actúa como seleccionador.

La parte destructiva de los procesos geológicos opera principalmente en las superficies subareales de los continentes y actúa ante todo en la destrucción de estas superficies y después, en sedimentos en la regiones altas del continente. Esta destrucción es de mayor intensidad, cuanto más alto estén las regiones de denudación – sobre el nivel del mar, - la base general de erosión. Partiendo ya de esta evidente comparación, nosotros podemos presuponer la distinta calidad de los procesos destructivos en diferentes lugares continentales, que conducen a la mayor destrucción de unas facies en comparación con otras. Nos es difícil ver que en este caso la geología histórica se encuentra ante un complejo de cuestiones, análogas a las que se elaboran en el estudio sobre las sepultaciones: Tafonomía.

Mientras que la Tafonomía tiene como objetivo el estudio de las leyes de la conservación de los restos orgánicos en las capas sedimentarias, la Geología histórica debe

tener como problema estudiar leyes de la conservación de las mismas capas sedimentarias en los procesos de modificación de la superficie de la Tierra en virtud del tiempo. Esta rama de la geología histórica análoga a la Tafonomía en la Paleontología, puede ser llamada "Litoleimonomía", o sea, la ciencia de leyes de conservación de capas sedimentarias.

Los sedimentos de los anales geológicos se consideran como restos de los complejos sedimentarios antes propagados ampliamente que se han conservado conforme a las leyes naturales, en los procesos destructivos del tiempo. En completa concordancia, los objetos estudiados por la Tafonomía, no son más que restos de acumulaciones riquísimas y diversas en otros tiempos de productos orgánicos de faunas y floras, que se encontraban en la superficie de los continentes. De los sedimentos de los continentes paleozoicos se han conservado sólo las mayores zonas de acumulación sedimentaria, y de estas últimas, sólo las partes continentales bajas limítrofes al nivel del mar.

En el mesozoico nosotros encontramos sedimentos también de otros tipos de acumulaciones sedimentarias, estos últimos provienen de partes más interiores del continente.

En el cenozoico, poco a poco, aumentan las diversidades de las facies continentales, haciéndose cada vez menores en potencia y extensión en el espacio.

Lo expuesto nos lleva a una deducción sumamente interesante. Con el tiempo el curso de los procesos de destrucción de los antiguos continentes, se conservan preeminentemente sólo *sedimentos de las mayores zonas de acumulación sedimentaria, ligadas con los mayores elementos tectónicos, manifestadas en las formas negativas del relieve.*

En la formación de los anales geológicos se manifiestan dos leyes fundamentales que

seleccionan los productos sedimentarios de las facies conservadas durante el tiempo. La primera ley se refiere a las dimensiones de las facies que se dividen, para cada nivel dado de tiempo geológico, en grupos, conservados en los anales lo que yo llamo, *ultrafacies*, y los grupos, que han desaparecido de los anales, *infrafacies*. La segunda ley, determina la selección de las facies por sus grados de destrucción, o sea, por su disposición en cuanto a la base de erosión con la conservación de las facies colocadas lo más abajo posible.

No es difícil observar, que ambas leyes expresan dos aspectos de un mismo proceso. Las dimensiones y el tiempo de existencia de las facies aumentan tanto más, cuanto más se acercan a la base de erosión, y la diversidad de tipos de sedimentos disminuye al mismo tiempo que aumenta el grado de trituración de las partículas de que consisten los sedimentos.

La destrucción y desaparición de las infrafacies de los anales geológicos condiciona la desaparición de los anales de un inmenso número de formas de faunas y floras sepultadas en estas facies. Esto tiene particular significación para la vida terrestre. En el paleozoico casi todas las facies de la superficie subareal del continente son infrafacies. En el mesozoico, del mismo modo, la parte predominante de la superficie de los continentes son regiones de desarrollo de las infrafacies y solamente en el cenozoico las ultrafacies ocupan extensas partes subareales de los continentes. Por desgracia, mi tiempo es limitado para esta intervención, y no me permite ampliar lo suficientemente las anteriores posiciones.

El libro que publiqué en 1950 contiene diversos materiales que han servido de base para las deducciones anteriores y las siguientes. La determinación del carácter electivo de la conservación de los distin-

tos tipos de sedimentaciones en los anales geológicos que establece los tipos de facies osíferas es la raíz del estudio de las leyes de sepultaciones, o sea la Tafonomía.

La etapa siguiente para investigar los procesos de sepultación será el análisis de las formaciones de los mismos yacimientos.

Comenzando desde el momento de la formación de las acumulaciones de restos de animales que han perecido por thanatocoenosis distintas causas en la biosfera – el proceso de génesis de los yacimientos inevitablemente desarrolla a través de las formaciones de las acumulaciones en los sedimentos thafocoenosis y la fosilización hasta el resultado del proceso, horyctocoenosis acumulaciones de restos mineralizados que son petrefactos. Es evidente, que son necesarias una serie de coincidencias que aseguren paso rápido de cada etapa en la formación de los yacimientos. De otra manera, las acumulaciones de restos de animales serían destrozadas en la superficie de la tierra, es decir, en el thanatocoenosis, o arruinadas durante el traslado a la zona de las acumulaciones sedimentarias, o sea (en el thafocoenosis) o disueltas o desechas en sedimentos esponjosos, hasta la formación del horyctocoenosis.

Cada una de las etapas fundamentales, anteriormente mencionadas, actúa de seleccionador. Las acumulaciones de restos en el thanatocoenosis proceden de las formas más corrientes y numerosas para cada región dada de la biosfera. La misma región debe encontrarse cerca de la zona de acumulación sedimentaria para que en el caso de un inevitable traslado de la zona habitable a la zona de sedimentación, las acumulaciones de los restos no pueden ser arruinadas por completo y al mismo tiempo sepultadas lo más pronto posible. En la etapa de la formación de thafocoenosis entran en acción las leyes hidro-dinámicas del mo-

vimiento de los restos en el agua, donde el material se distribuye, según la fuerza de la corriente, en categorías de restos grandes, medianos y pequeños, que son sepultados en diferentes lugares. Es una regla general que en el campo de estudio de los paleontólogos sólo se encuentra una de las fracciones o categorías, pongamos por ejemplo, los restos de un tamaño medio los restos de gran tamaño continúan en su sitio y no quedan sepultados y los pequeños serán arrastrados de las zonas de formación del thafocoenosis. De acuerdo con las modificaciones que experimentan las fuerzas móviles de la corriente que forman los restos de los animales, inesperadamente aparecen entre los sedimentos “mudos” y desaparecen de la misma manera, formando capas osíferas de corta, “duración” pero potentes. En la última etapa de fosilización y formación de horyctocoenosis se destruyen todas las formas sin esqueleto, con blando esqueleto o las variedades más jóvenes.

Los enumerados factores de selección en la formación de yacimientos “reflejan” a “grosso modo”, la infinidad de los complicados procesos naturales. No obstante, el conocimiento previo de estos procesos permite hacer las deducciones siguientes:

Puesto que los yacimientos sólo pueden surgir en un conjunto consecutivo de coincidencias en la biosfera y litoesfera, la existencia de cualquier yacimiento, por lo tanto, testimonia la gran riqueza de la fauna real del pasado. Por otra parte, la ausencia en los yacimientos de unas u otras formas, incluso la ausencia de clases enteras, no nos permite hablar de su desaparición o aparición posterior sin resolver previamente las cuestiones de la sepultación. La repentina aparición de acumulaciones de restos fósiles en las capas osíferas de las capas “mudas”, no puede servir, de ningún modo, de exponente de la catastrófica

“desaparición”, repentinas “migraciones”, y sólo testimonia *que se han iniciado las condiciones para la (...): sepultación de la fauna*. Este mismo se refiere a la “desaparición” de una fauna. En la inmensa mayoría de los casos nos encontramos con una interrupción de la sepultación incluso una simple desviación de la corriente sepultadora hacia un rumbo desconocido, y, no una verdadera desaparición de una fauna dada.

Otra de las importantes deducciones del análisis de los procesos sepultadores, será la de que todo yacimiento jamás reflejará la verdadera composición de la fauna en las regiones y en el momento de su formación, sino que es absolutamente incompleto y además, compuesto de formas seleccionadas, cuya presencia se determina por el carácter de la sepultación. Como regla general la “fauna”, más exactamente, el horyctocoenosis de cada yacimiento, estará compuesto de individuos adultos de las formas más numerosas de la región dada. Mejor adaptados al agua. Los restos de estas formas serán reducidos a los tamaños medios unificados en correspondencia a la velocidad de la corriente depositaria.

Sin pararnos en las cuestiones secundarias de la Tafonomía: destrucción solamente mencionaremos, que para la fauna marítima, los procesos de formación de yacimientos tienen esencialmente otro carácter. La primera etapa, que es la acumulación de los restos en el “thanatocoenosis” en la biosfera se une con la formación del “tafocoenosis”; en este caso la destrucción subareal, en masa, no aparece entre la primera y segunda etapa. La documentación de los procesos evolutivos de los vertebrados terrestres por los anales geológicos nos hace reconocer la imposibilidad de edificar concretos y detallados filogénesis con sobre los materiales paleontológicos para las más pequeñas categorías sistemáticas de los animales terrestres.

Para las faunas marítimas nosotros nos encontramos con fenómenos inversos. Las filogénesis concretas de las pequeñas unidades sistemáticas están extraordinariamente documentadas, mientras que relaciones entre las grandes unidades o grupos se perdieron por completo. Al mismo tiempo, de todas las variedades de las antiguas formas terrestres se eliminan por selección todos los “números menores”, o sea, formas representadas por un pequeño número de individuos, raros y escasos en los areales de su habitabilidad.

Imaginemos una fauna cualquiera de vertebrados terrestres, que habitara en un lugar cercano a las regiones de sedimentación. Las formas que la componen, en el proceso de la sepultación, se distribuirán según los siguientes grupos principales.

1. Las formas cuantitativamente predominantes en el momento dado y adaptados a la vida acuática en las regiones cercanas al agua. Estas formas con una densidad de población suficiente, pasaran a los anales geológicos.
2. Las formas más progresivas en el comienzo de su radiación adaptativa y conquistadores de nuevos areales de habitabilidad. Estas son, por lo tanto, o poco numerosas, o bastante alejadas de las regiones de sepultación. En su inmensa mayoría estas formas no entrarán en los anales geológicos.
3. Formas arcaicas, que ya han desaparecido de la escena y grupos que están extinguiendo y que, por lo tanto, se encuentran poco. Estas formas tampoco entrarán en los anales geológicos. De esta última regla existen excepciones regulares, en las épocas muy antiguas de la vida terrestre.

De esta manera, al pasar a los anales geológicos cada determinada fauna terrestre se descompone en tres grupos de formas, de las cuales en la inmensa mayoría de los



casos, solamente una es sepultada: el grupo de formas que alcanzó en cantidad un mayor florecimiento. Este estará compuesto de formas, a menudo diferentes por su etapa evolutiva, con una especialización expresada, bien claro que determinó su prosperidad en la selección natural en el momento histórico dado y, por consiguiente, su predominio cuantitativo en la fauna.

Por las condiciones de la sedimentación acumulativa, los períodos de diastrofismo se reflejan en los anales geológicos con gran cantidad de restos de fauna terrestre, en la cual encontramos alguna mayor cantidad de formas típicamente terrestres.

### CONCLUSIÓN

La formación de anales geológicos representa un gran proceso que se desarrolla desigualmente en diferentes períodos de la historia de la Tierra. El conocimiento de este proceso, a través del estudio minucioso de los yacimientos, constituye un problema esencial de los paleontólogos y puede dar a la historia de la Tierra y de la Vida elementos de exactitud, los cuales son insuficientes en la Paleontología y la Geología histórica. Es extraordinariamente interesante renovar de nuevo el estudio detallado de los yacimientos de los mamíferos del cenozoico y mesozoico de la América del Sur, cuyo fundador ha sido Carlos Ameghino. Entre los sabios del Viejo Mundo existe la tendencia de desvalorizar la significación de la excelente fauna de los mamíferos fósiles del Sur. Esta tendencia está fundada en que la fauna sudamericana es muy específica, se ha desarrollado en condiciones especiales, ocupa un areal de distribución lejano del Viejo Mundo. El estudio de las sepultaciones de las formas terrestres -Tafonomía-, contra-

dice la supuesta ausencia de relaciones determinada por las leyes generales objetivas de la formación de los anales geológicos y la documentación paleontológica. Y, efectivamente, con la ampliación de nuestros conocimientos, se encuentran nuevas confirmaciones acerca de la relación entre los mamíferos de América del Sur y los del Viejo Mundo. Sin hablar ya de América del Norte, donde son conocidos restos de Notoungulata y "marsupiales tigres". Los primeros mencionados fueron encontrados en el centro de Asia en Mongolia.

No cabe ninguna duda, que con el tiempo serán descubiertas muchísimas más confirmaciones sobre las relaciones de los mamíferos del Viejo Mundo y los Sudamericanos.

Además de estas conexiones directas, la fauna mamífera de América del Sur tiene un grandísimo, e interesante valor científico, siendo un fenómeno paralelo al Viejo Mundo de desarrollo de grandes grupos enteros absolutamente aislados y que, a su manera, se adaptaron a las condiciones de vida análoga.

Con un detallado estudio de este inmenso laboratorio de desarrollo de formas, cenozoicas en el continente Sudamericano, nosotros podríamos explicar muchísimas particularidades del desarrollo de una gran serie de ramas filogenéticas del Viejo Mundo. Para esto hace falta restablecer las condiciones físico-geográficas de la América del Sur a fines de las eras mesozoicas y cenozoicas, aclarar detalles de las sucesiones de las faunas y las correlaciones cuantitativas de las variadas adaptaciones a lo que se puede ayudar substancialmente por las investigaciones tafonómicas, estudio detallado de los yacimientos.

Si este modesto informe ayudará a mis estimados colegas en su gran trabajo práctico, estaría muy satisfecho.

## NOTA PREVIA

Lucas H. Pomi<sup>1</sup>, Federico L. Agnolin<sup>2,3</sup> y José F. Bonaparte<sup>4</sup>

<sup>1</sup>División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/nº (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. lucaspomi@fcnym.unlp.edu.ar

<sup>2</sup>Laboratorio de Anatomía Comparada y Evolución de los Vertebrados, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Av. Angel Gallardo, 470 (1405), Buenos Aires, Argentina.

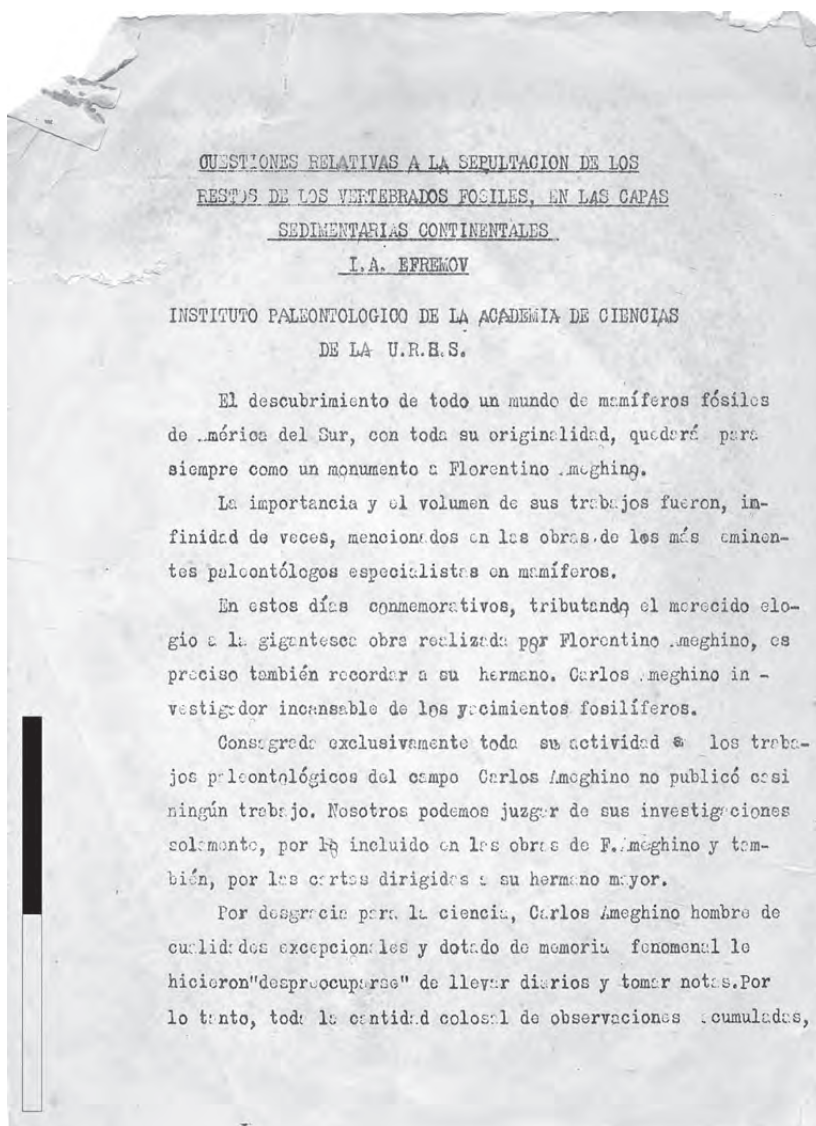
<sup>3</sup>Fundación de Historia Natural “Félix de Azara”. Dto. de Ciencias Naturales y Antropología. CEBBAD - Universidad Maimónides. Hidalgo 775 piso 7, Buenos Aires, Argentina. fedeagnolin@yahoo.com.ar

<sup>4</sup>Museo de Ciencias Naturales “Carlos Ameghino”, Calle 26 Nº 512, Mercedes, Argentina. bonajf@speedy.com.ar

El documento analizado es parte de la biblioteca personal de uno de los autores (J.F.B.) -que actualmente es patrimonio de la Fundación de Historia Natural Félix de Azara- y consta de 15 hojas escritas en máquina de escribir, en idioma castellano. Actualmente el manuscrito se encuentra algo deteriorado, con subrayados, inscripciones y correcciones posteriores a su tipeado (Figura 1). La transcripción del manuscrito a formato digital fue realizada por los autores de la presente nota previa y sólo se modificaron aquellas palabras que con seguridad correspondían a errores tipográficos. El manuscrito titulado “Cuestiones relativas a la sepultación de los restos de los vertebrados fósiles, en las capas sedimentarias continentales” fue enviado por Iván

Efremov a la Comisión Organizadora de un homenaje a Florentino Ameghino, realizado en la ciudad de Luján (Buenos Aires, Argentina) en el año 1954. Efremov fue invitado a dicha reunión, pero no concurrió a la misma. Se desconoce si el manuscrito fue redactado directamente en idioma castellano por él mismo o si se trata de una traducción efectuada por otra persona. Hasta el momento, las contribuciones de la reunión científica mencionada permanecen inéditas, conservándose únicamente algunas copias mecanografiadas. Debido a la ingerencia de Efremov en el desarrollo de la paleontología de vertebrados y atendiendo al Convenio de Berna, se decidió publicar su intervención dedicada especialmente a la memoria de Carlos Ameghino.





QUESTIONES RELATIVAS A LA SEPULTACION DE LOS  
RESTOS DE LOS VERTEBRADOS FOSILES, EN LAS CAPAS  
SEDIMENTARIAS CONTINENTALES.

L. A. EFREMOV

INSTITUTO PALEONTOLOGICO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS  
DE LA U.R.S.S.

El descubrimiento de todo un mundo de mamíferos fósiles de América del Sur, con toda su originalidad, quedará para siempre como un monumento a Florentino Ameghino.

La importancia y el volumen de sus trabajos fueron, infinitas veces, mencionados en las obras de los más eminentes paleontólogos especialistas en mamíferos.

En estos días conmemorativos, tributando el merecido elogio a la gigantesca obra realizada por Florentino Ameghino, es preciso también recordar a su hermano, Carlos Ameghino investigador incansable de los yacimientos fosilíferos.

Consagrada exclusivamente toda su actividad a los trabajos paleontológicos del campo Carlos Ameghino no publicó casi ningún trabajo. Nosotros podemos juzgar de sus investigaciones solamente, por lo incluido en las obras de F. Ameghino y también, por las cartas dirigidas a su hermano mayor.

Por desgracia para la ciencia, Carlos Ameghino hombre de cualidades excepcionales y dotado de memoria fenomenal le hicieron "despreocuparse" de llevar diarios y tomar notas. Por lo tanto, toda la cantidad colosal de observaciones acumuladas,

Figura 1 - Fotografía de la primera página del documento. Escala: 5 centímetros.