

# Historia paleontológica de la biodiversidad: sus implicaciones ambientales y la aportación de la paleobotánica y palinología a este campo

## *The paleontologic history of biodiversity: its environmental implications and the contribution of paleobotany and palynology to this field*

Wolfgang VOLKHEIMER<sup>1</sup>

**Resumen:** Relacionado con un proyecto sobre la biodiversidad de floras (y microfloras) cretácicas del borde sur de la Sierra de Guadarrama (Madrid, España) y de la Cordillera Andina en el oeste argentino, se expone un marco de referencia más general que destaca la importancia de los estudios de la paleobiodiversidad como aporte a la comprensión y resolución de problemas ambientales, poniendo énfasis en los estudios paleobotánicos/palinológicos. Se concluye que un mejor conocimiento de la historia paleontológica de la biodiversidad es indispensable para un manejo correcto de la diversidad biológica actual.

**Palabras clave:** Andes, biodiversidad, Cretácico, evolución, paleobotánica, palinología, Sierra de Guadarrama, taxonomía.

**Abstract:** In relation with a project on *Biodiversity of Cretaceous floras of the Andean Cordillera and the southern border of the Sierra de Guadarrama (Madrid, Spain)*, a more general frame of reference is exposed in order to point up the importance of paleobiodiversity studies as a contribution to understanding and resolving environmental problems, emphasizing paleobotanic/palynologic studies. The Cretaceous history of biologic diversity is of special interest in this context, as it is characterized by the first magnitude transition from the Mesophyticum to the Neophyticum, with the gradual substitution of assemblages dominated by gymnosperms by those dominated by angiosperms.

**Key words:** Andes, biodiversity, Cretaceous, evolution, paleobotany, palynology, Sierra de Guadarrama, taxonomy.

### INTRODUCCIÓN

Esta contribución es parte de un proyecto de colaboración científica entre el Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, de la Universidad Complutense y la Unidad de Paleopalinoología del Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CRICYT-CONICET) de Mendoza, Argentina. Perteneció a un Programa de Colaboración Científica con Iberoamérica, dirigido por la doctora C. ÁLVAREZ RAMIS.

Los primeros contactos entre investigadores de la Universidad Complutense y la Unidad de Paleopalinoología del IANIGLA se realizaron durante el X Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, en octubre de 1997, en Mendoza, donde la doctora C.

ÁLVAREZ RAMIS dictó una conferencia titulada: «Investigaciones sobre micro- y macroflora del Cretácico Superior de la comunidad de Madrid, España» y dio a conocer los resultados del estudio de dieciocho yacimientos paleobotánicos de la Formación Sierra de Guadarrama, abarcando leños fósiles, hojas, polen, esporas, cutículas, frutos, semillas, algas y hongos. En aquella oportunidad conoció a los palinólogos y personal técnico, los laboratorios y los imponentes afloramientos del Sistema Cretácico de Mendoza.

Los primeros pasos de esta colaboración internacional son dos estudios: uno «Sobre la paleobiodiversidad polínica determinada en los yacimientos cretácicos del Cerro de la Mesa (Madrid, España) y Calmu-Co (Mendoza, Argentina), presentado en la XIV Reunión Bienal de la RSEN en Murcia, 2001,

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) y CONICET. Avenida Adrián Ruiz Leal, s/n. Parque General San Martín/CRICYT. (5500) Mendoza. Argentina.

por C. ÁLVAREZ RAMIS y O. PAPÚ, publicado en las Actas del citado simposio.

Actualmente se halla en estado de preparación avanzada el estudio: «Aportación al conocimiento de la megafloora fósil del Cretácico Superior de la Formación Loncoche (Mendoza, Argentina)», por C. ÁLVAREZ RAMIS y M. PRÁMPARO.

## ALGUNAS DEFINICIONES

El tema central del proyecto que une a ambas instituciones, es la *biodiversidad fósil*. El término *biodiversidad* se refiere a la variedad de toda la vida sobre la Tierra, sean plantas, animales, microorganismos, los genes que contienen y los ecosistemas que forman. En el proyecto de cooperación entre la Universidad Complutense y el IANIGLA de Mendoza nos referimos principalmente a la *DIVERSIDAD TAXONÓMICA*, o sea la diversidad específica, infraespecífica o supraespecífica en un área dada durante un período de tiempo determinado. En los estudios de diversidad taxonómica, el área a considerarse puede ser un hábitat, una biocenosis, una superficie determinada, una región, un continente o la biosfera entera.

La *DIVERSIDAD GENÉTICA* es la variedad de material genético en una especie dada. Se refiere a la diversidad de genes (o alelos) y genotipos dentro de una población.

La *DIVERSIDAD ECOSISTÉMICA* es la variedad de ecosistemas; por ejemplo sistemas de médanos costeros, bosques costeros, bosques de tierras bajas. O en el caso típico de ecosistemas costeros tropicales, los sistemas de manglares, de bosques litorales abiertos y pantanos, de bosques pluviales y de sabanas tropicales. Se refiere a la diversidad de comunidades que se hallan en un área de referencia.

Finalmente, existe una estrecha interdependencia entre *BIODIVERSIDAD* y *GEODIVERSIDAD*. Debido a esta última, existen múltiples *hábitats* o *biotopos* condicionados por factores abióticos.

## GRADIENTES NATURALES DE LA BIODIVERSIDAD

En términos generales, la diversidad taxonómica aumenta:

- desde los polos hacia el ecuador (o sea, desde áreas de frío extremo hacia áreas cálidas durante todo el año).

- desde áreas extremadamente áridas hacia áreas con abundante humedad uniformemente distribuida a lo largo del año.
- desde áreas geológicamente inestables, sometidas a continuos cambios, hacia áreas estables.
- desde áreas de baja geodiversidad hacia áreas de alta geodiversidad, o sea, hacia áreas que están topográficamente fuertemente diferenciadas.

Es justamente esta interdependencia entre geodiversidad y biodiversidad que nos debe preocupar al estudiar la biodiversidad fósil.

## BIODIVERSIDAD GLOBAL

En un mapamundi de diversidad taxonómica a nivel específico, BARTHOLOTT *et al.* (1998) presentaron diez Zonas de Diversidad de plantas vasculares, que expresan la cantidad de especies por cada 10.000 Km<sup>2</sup>. Las regiones menos diversas (que son las más frías o extremadamente áridas), tienen una diversidad menor a 100 especies por cada 10.000 Km<sup>2</sup>. Llama la atención la existencia de 6 centros globales de máxima diversidad, con más de 5.000 especies de plantas vasculares por cada 10.000 Km<sup>2</sup>. Se trata de Costa Rica y áreas adyacentes de América Central; los Andes Orientales tropicales; una región costera atlántica del este de Brasil, con Rio de Janeiro en el centro; los Himalayas orientales; el norte de Borneo y Nueva Guinea.

Con todas las limitaciones que representaciones cartográficas basadas en una cobertura de datos muy despareja puedan tener, este primer ensayo de un mapamundi de biodiversidad de plantas vasculares ofrece valiosa información y representa un estímulo para futuras investigaciones.

## OTRAS VARIABLES

Un conocimiento lo más preciso posible de la paleogeografía y de los cambios paleogeográficos en el pasado geológico nos puede dar la pauta dónde buscar las áreas de mayor y menor paleodiversidad vegetal.

La estratigrafía secuencial, la palinología secuencial y las reconstrucciones paleogeográficas basadas en el paleomagnetismo y la teoría de la tectónica de placas, son herramientas importantes para comprender, en el marco de un estudio multidisciplinario, los cambios en la biodiversidad fósil.

En nuestros estudios cuantitativos anteriores, realizados en el Cretácico de la Cuenca Neuquina del centro-oeste argentino, vimos que el cociente de la participación de esporomorfos terrestres (*la paleobiodiversidad polínica terrestre*) en relación con los palinomorfos marinos (*la paleobiodiversidad microfiteopláctónica marina*), o sea el índice t/m, es el más adecuado para investigar los cambios relativos del nivel marino –siempre teniendo los recaudos necesarios como la posibilidad de un aumento en la productividad del fitoplancton–, o un aporte eólico o fluvial más fuerte de esporomorfos terrígenos a una cuenca determinada (PERALTA & VOLKHEIMER, 2000).

#### BIODIVERSIDAD ACTUAL Y FÓSIL: IMPORTANCIA DE SU ESTUDIO PARA LA SOCIEDAD HUMANA Y PARA LA SALUD DEL PLANETA

La biodiversidad actual es resultado de una larga evolución histórica que se mide en centenares de millones de años. Solo se la puede comprender con mayor aproximación si se conocen los mecanismos que produjeron los cambios en la biodiversidad durante la historia de la Tierra. Si bien en el transcurso del Fanerozoico se puede observar, en términos generales, un aumento de la biodiversidad, éste no ha sido lineal, sino que se caracteriza por repetidos tiempos de crisis, durante los cuales la biota se redujo drásticamente. El momento actual también es de crisis florística y faunística, pero esta vez provocada por el hombre que sólo por la deforestación de selvas pluviales tropicales está reduciendo el número de especies tropicales a niveles alarmantes. La contaminación antropogénica de suelos y aguas es otra causa de extinción de especies vegetales y animales.

#### CONVENIOS INTERNACIONALES

En la última década del siglo XX, la mayoría de los gobiernos del mundo reconoce la Convención sobre la Diversidad Biológica, uno de los grandes logros del sentido común en el marco de las Naciones Unidas, firmado por 154 países al final de la «Cumbre Mundial» de Río de Janeiro, en junio de 1992. Posteriormente se organizan reuniones anuales, denominadas «Conferencias de las Partes sobre la Biodiversidad», donde se establecen o perfeccionan las reglas internacionales relacionadas con la

conservación de la Biodiversidad, a lograrse mediante una amplia gama de acciones, como la creación de áreas protegidas de la diversidad actual y fósil, la promoción de un desarrollo ambientalmente sano y sostenible en áreas adyacentes a las protegidas; el saneamiento de ecosistemas degradados y la protección de especies en peligro de extinción.

#### IMPEDIMENTO TAXONÓMICO

Entre los grandes problemas para el logro de las metas mencionadas se destaca la existencia de un impedimento taxonómico, por el cual no son posibles el manejo y la conservación adecuada de la biodiversidad, quedando claro que, a nivel mundial, el número de taxónomos capacitados para estudiar la biodiversidad actual y fósil, es demasiado pequeño: *sólo 4.800 personas*, en todo el mundo, se dedican a investigar la diversidad actual, publicando sus resultados, y muchos de ellos en edad de retirarse del ejercicio de su profesión de taxónomos. *De continuar esta situación, muchas especies se extinguirán antes de haber sido descubiertas y descritas.*

Como próximo paso, representantes de los gobiernos del mundo se pusieron de acuerdo en que existe la urgente necesidad de movilizar fondos para mejorar la infraestructura, el entrenamiento, la investigación y el acceso a y la gestión de la información taxonómica. Este esfuerzo se consideró indispensable para fomentar la conservación, el uso sostenible y el reparto igualitario de los beneficios resultantes de la diversidad biológica.

Así nació la Iniciativa Taxonómica Global, orientada hacia la solución del *IMPEDIMENTO TAXONÓMICO*. El documento más relevante en este contexto, que logró destrabar las resistencias a la movilización de fondos, es la Declaración de Darwin (Darwin, Australia, febrero de 1998), donde 36 biólogos y 2 paleontólogos, todos ellos relacionados con grandes instituciones de todos los continentes, dedicadas a la taxonomía, con la presidencia de ROSS SIMONS, Director del Smithsonian Environmental Research Center, manifestaron, entre otros conceptos, que:

*«La taxonomía es la ciencia dedicada a descubrir, describir y dar nombres a las especies individuales de plantas y animales, incluyendo formas microscópicas, que constituyen la biota; también estudia sus relaciones, para obtener una clasificación. Este tra-*

*bajo se ha completado razonablemente bien para algunos grupos, como los mamíferos, aves, algunos grupos de plantas superiores y algunas especies espectaculares de insectos y moluscos. Estas especies, sin embargo, comprenden sólo una pequeña porción de la flora y fauna. Poco se conoce de la taxonomía, distribución, biología y genética de la vasta mayoría. El impedimento taxonómico es un término que describe los huecos de nuestro conocimiento en nuestro sistema taxonómico (incluyendo huecos de conocimiento asociados con sistemas genéticos), la escasez de taxónomos y conservadores («curators») entrenados y el impacto que tienen estas deficiencias sobre nuestra capacidad de manejar y utilizar nuestra diversidad biológica.»*

Hemos entrado, de este modo, al siglo XXI con ideas más claras sobre los problemas a resolver y nuestro proyecto trata de ser un aporte a esta importante meta científica y ambiental.

#### ESTUDIOS DE LA BIODIVERSIDAD FÓSIL: OBJETIVOS, HERRAMIENTAS Y LIMITACIONES

La relevancia de la biodiversidad fósil involucra campos tan diferentes y amplios como la taxonomía de esporas, polen, dinoflagelados, acritarcos, megafósiles vegetales, evolución, dinámica evolutiva del fitomicroplankton, las extinciones en masa, las características de la diversidad marina y continental bajo condiciones climáticas áridas, húmedas, cálidas y frías; el estudio de series de tiempo de baja y alta resolución; la evolución ambiental y la evolución de la atmósfera; la materia orgánica, la producción primaria y la biomasa; el estudio de sedimentos paleolacustres y su microflora algal; el estudio microflorístico de paleosuelos y turberas.

#### RAZONES ADICIONALES PARA ELEGIR EL PERÍODO CRETÁCICO PARA UN ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD FÓSIL

El Cretácico es un período de grandes cambios florísticos y ambientales que nos permite estudiar la interdependencia entre la evolución de la biota, del relieve y del clima. Con su duración de 81 millones de años, el Cretácico es el período más largo del Fanerozoico. Es el último período del Mesozoico. Sin embargo, el límite entre el Mesofítico y el Ceno-

fítico se encuentra en la parte media del Cretácico y se caracteriza por la aparición en masa de las angiospermas, que reemplazan cada vez más a las gimnospermas. En un término de unos 25 millones de años, entre el Barremiense, que todavía corresponde al Eocretácico y el Cenomaniense, con el cual se inicia el Neocretácico, las angiospermas lograron reemplazar a las gimnospermas y los helechos en la mayoría de las biocenosis terrestres. El éxito de las angiospermas se debe, en gran parte, a su plasticidad y adaptabilidad a las más diversas condiciones ambientales, con el desarrollo de formas arbóreas, arbustivas y herbáceas, que durante los últimos 100 millones de años de la historia del planeta han logrado colonizar, mediante avances masivos sin precedentes, la mayor parte de las áreas continentales hasta los límites de los desiertos extremos y del frío absoluto.

Es interesante mencionar que el Cretácico ha sido un período *acriogénico*, lo que quiere expresar que no existieron calotas polares de hielo. Por consiguiente, el gradiente de temperaturas entre el ecuador y los polos ha sido poco pronunciado y los polos se caracterizaron por temperaturas templadas.

Debido al hecho de la falta de hielo polar, el agua correspondiente estaba en gran parte incorporado al océano, lo que resultó en niveles marinos altos. El Cretácico era, así, un período talasocrático, o sea de amplio dominio de los mares sobre las áreas continentales.

Durante el Cretácico asistimos a la continuación del desmembramiento del supercontinente Pangea, que desde el final de la Era Paleozoica caracterizó como masa continental única la paleogeografía del planeta.

#### LA BIODIVERSIDAD FÓSIL EN SUDAMÉRICA AUSTRAL

Al comienzo del Mesozoico asistimos en Sudamérica austral a la iniciación de una tectónica tensional en gran estilo que lleva a la formación de una serie de cuencas de tipo *rift*.

Luego, durante el Jurásico tardío, debido a los *Movimientos Araucanos*, se reorganiza la paleogeografía a fondo y ahora aparecen todas las cuencas marginales atlánticas que tienen vigencia durante el transcurso del Período Cretácico y que han suministrado testigos impresionantes que ilustran la biodiversidad palinológica y de microfósiles calcáreos, entre otros.

Un papel muy especial juega la *Cuenca Neuquina-Mendocina*, que es la terminación austral de la Cuenca Chilena y al mismo tiempo de los Andes Centrales. Esta cuenca ya se inicia en el Triásico, tiene un registro marino muy completo de todo el Jurásico y presenta una transición marina entre Jurásico y Cretácico. El registro de la biodiversidad algal marina en el Mesozoico medio y superior de esta cuenca es muy completo, lo que permitió que durante las dos últimas décadas se hayan logrado algunos avances en el estudio taxonómico, bioestratigráfico y paleoecológico de este grupo de fósiles en la Cuenca Neuquina; especialmente de los dinoflagelados, que tienen una resolución bioestratigráfica similar a la de los amonites. El estudio taxonómico de este grupo de microfósiles vegetales es muy complejo, pero el esfuerzo se compensa por su alto valor estratigráfico y ecológico. Éste último se expresa mediante la caracterización de determinadas áreas del ambiente marino por agrupaciones de quistes de dinoflagelados con propiedades morfológicas adaptadas a ciertos tipos de ambientes.

Dado que los dinoflagelados también están presentes en el Neocretácico del borde sur de la Sierra de Guadarrama, nos proponemos realizar estudios comparativos en el marco del proyecto hispano-argentino.

Las algas fósiles también son indicadores ambientales por excelencia en cuerpos de agua dulce, donde algas verdes coccales como *Pediastrum* y *Botryococcus* y formas como *Scenedesmus* dan valiosa información sobre paleosalinidades. Sin embargo, para una correcta interpretación de esas formas en el Cretácico y, por extensión, en casi todas las asociaciones dulceacuícolas pre-cuaternarias, aún queda un largo camino a recorrer afinando la metodología a través del estudio de sus componentes a nivel específico, lo que en algunos casos ya se ha logrado para el Cuaternario (JANKOVSKÁ & KOMÁREK, 2000).

## PALINOLOGÍA MARINA

Es elocuente la gran perspectiva que nos abre la palinología marina: en una misma muestra palinológica, en pocos gramos de sedimento de grano fino, tenemos encerrada la doble información: 1) la proveniente de los palinomorfos marinos con su potencial bioestratigráfico, paleoecológico, paleoclimático, paleobiogeográfico y paleoceanográfico y 2) la proveniente de las asociaciones de especies terrestres de la palinoflora que reflejan la edad, las condiciones ambientales, el clima sobre el continente y el contex-

to paleobiogeográfico, al comparar con otras asociaciones terrestres contemporáneas.

## HISTORIA PALEONTOLÓGICA DE LA BIODIVERSIDAD FANEROZOICA

Las faunas del Precámbrico final (Vendiense) se extinguieron sin excepción y no llegaron al Cámbrico. También entre el paleomicrofitoplancton del Vendiense se produjo una extinción masiva, relacionada con una gran glaciación.

Del Cámbrico Medio mencionamos la fauna de las lutitas de Burgess, en Canadá, que fue reinterpretada por GOULD (1989), quien demostró que la diversidad a nivel de *Phylum* era mucho mayor en el Cámbrico Medio que en todos los periodos posteriores. Con esto refutó al antiguo modelo de un cono de diversidad creciente para las lutitas de Burgess y lo sustituyó por un modelo de «diezmación» (ingl. *decimation*), donde sobreviven pocas líneas y la gran mayoría se extingue. En la historia posterior predominó la eliminación sobre la expansión. Si bien hoy en día tenemos más especies que nunca, la mayoría de ellas son reiteraciones de unos pocos diseños básicos de anatomía.

## EXTINCCIONES MASIVAS

A escala global, las principales extinciones masivas son siete, sobre un total de más de 20 extinciones en masa. Debido a algunas de ellas, la fauna o la flora han sido diezmadas. Algunas de las extinciones afectan mayormente a las especies marinas, otras a las terrestres.

Las extinciones masivas son *modeladoras* de la diversidad biológica. Su efecto puede ser tan terminante que inclusive las especies mejor adaptadas al medio desaparecen, dejando nichos desocupados que ahora dan la posibilidad para la incorporación de nuevas especies. Las grandes extinciones masivas pueden generar las condiciones adecuadas para la *radiación adaptativa* o *evolución explosiva*, que puede potenciarse por la aparición de *innovaciones adaptativas* (SPRECHMANN et al., 1994).

## IMPLICACIONES AMBIENTALES

En la sociedad actual existe un consenso, expresado en los documentos internacionales que hemos analizado, de que es necesario mantener intacta la biodiversidad,

como una herencia que se formó mediante un proceso evolutivo que duró varios miles de millones de años.

La experiencia nos enseña que los ecosistemas extremos, de muy baja diversidad, son muy sensibles a cambios ambientales. Ejemplos son los ecosistemas de fuentes calientes o los monocultivos muy extensos en agricultura, que se hallan expuestas a muchas calamidades (MOSBRUGGER, 1992). Pero también los ecosistemas muy complejos son vulnerables frente a cambios bióticos y abióticos del ambiente. Ejemplos de tremenda actualidad son las selvas pluviales tropicales, cuya eliminación paulatina por el hombre es una amenaza seria al funcionamiento del ecosistema planetario.

Las extinciones del pasado geológico nos enseñan cuan vulnerable es la biosfera terrestre. Las amenazas del «Cambio Climático Global» y del «Invierno Nuclear», ambas factibles de ser provocadas por la actividad humana, pueden llevarnos a situaciones extremas comparables a los grandes desastres ocurridos, sin la presencia del hombre, en el transcurso de la historia geológica.

## CONCLUSIÓN

Tomando como ejemplo el número de especies conocidas de plantas vasculares, vemos que la biodiversidad de este importante grupo vegetal ha aumentado sustancialmente en el transcurso de la historia geológica. EHRENDORFER (1998) destaca que los organismos han contribuido decisivamente en la formación de la imagen actual de la superficie terrestre y que se observa, a lo largo de la historia del planeta,

- a) una interdependencia e integración ecológica cada vez mayor
- b) una racionalización y economía ecológica cada vez mayor que permite una utilización sostenible del ambiente
- c) una autorregulación cada vez mas perfeccionada y un aumento de independencia de las limitaciones ambientales.

El hombre, entonces, debería utilizar toda su inteligencia para internalizar y asumir estos principios rectores, que dan forma a la vida orgánica.

La biodiversidad del momento actual –y por extensión, la de todos los tiempos– es un delicado sistema dinámico, caracterizado por la interdependencia entre sus componentes biológicos y por la total dependencia de éstos de la dinámica de su entor-

no abiótico, expresada en las cambiantes condiciones físicas y químicas del ambiente.

El status quo de la diversidad biológica es el resultado de una historia que se mide en millones de años: es la historia paleontológica, expresada en sucesivos pasos evolutivos de la biota. Querer comprender, utilizar sosteniblemente, compartir y administrar la biodiversidad, sin considerar sus orígenes paleontológicos y las reglas de juego que aprendemos estudiando las leyes causales de la evolución biológica, es más alejado del principio de la realidad que pretender gobernar un país sin conocer su historia, pues se trata de la biosfera como sistema y, por ende, del futuro de todo el planeta.

Conferencia impartida en el Departamento de Paleontología el día 9 mayo de 2002.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ RAMIS, C. & PAPU, O. 2001. Sobre la paleobiodiversidad polínica determinada en los yacimientos cretácicos del Cerro de la Mesa (Madrid, España) y Calmu-Co (Mendoza, Argentina). *Actas de la XIV Reunion Bienal de la RSEN, Murcia (Resumen)*.
- BARTHLOTT, W., BIEDINGER, N., BRAUN, G., FEIG, F., KIER, W., LAUER, W. & MULKE, J. 1998. *Globale Biodiversität: Artenzahlen von Gefäßpflanzen. Robinson Projektion, Masstab 1:110.000.000*. Botanisches Institut und Geographisches Institut, Universität Bonn. German Aerospace Research Establishment, Cologne.
- EHRENDORFER, F.:1998.-Vierter Teil: Geobotanik. In: STRASBURGER, E. et al. *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*. 34. Auflage. 1007 Seiten. Stuttgart.
- ENVIRONMENT AUSTRALIA, 1998. *The Darwin Declaration*. Australian Biological Resources Study, Environment Australia, GPO Box 636, Canberra ACT 2601.
- GOULD, S.J. 1989. *Wonderful Life: the Burgess Shale and the nature of History*. 347 pp. W.W. Norton, Nueva York.
- JANKOVSKÁ, V. & KOMÁREK, J. 2000. Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in palaeoecology. *Folia Geobotanica*, **35**: 59-82.
- PERALTA, P.I. & VOLKHEIMER, W. 2000. Early Cretaceous sea level variations and changes in dinocyst assemblages and organic matter components in the Neuquén Basin, western Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **10**: 613-631.
- SPRICHMANN, P., UBILLA, M. & GAUCHER, C., 1994. *Las extinciones masivas*.- Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Departamento de Paleontología. Paleociencias del Uruguay. Serie Didáctica, No. 1, 1994: 1-20.
- UNESCO. 1997. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Textos y Anexos. *3º Conferencia de las Partes sobre la Diversidad Biológica*. Buenos Aires.