

## LOS DINOSAURIOS DEL MAASTRICHTIENSE SUPERIOR DE HUESCA Y SU IMPORTANCIA EN EL ESTUDIO DE LA EXTINCIÓN DEL LÍMITE CRETÁCICO/TERCIARIO

J. I. Canudo (\*), X. Pereda Suberbiola (\*\*) y N. López Martínez (\*\*\*)

(\*) Paleontología, Fac. Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza. España.

(\*\*) Dept. Estratigrafía y Paleontología, Fac. Ciencias, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Apdo. 644, 48080 Bilbao. España y

Muséum National d'Histoire Naturelle, Lab. Paléontologie, 8 rue Buffon, 75005 Paris. Francia.

(\*\*\*) Depto. Paleontología, Fac.C.Geológicas e IGE, Universidad Complutense de Madrid-CSIC, 28040 Madrid. España

### ABSTRACT

*To document a global extinction of dinosaurs a Cretaceous fossil record of dinosaurs from many areas around the world is required. Most of the latest Cretaceous dinosaur localities have been discovered throughout the central interior of North America, but no accurate information was hitherto known from other areas. The new dinosaur findings in the Pyrenees of Huesca can help to evaluate the dinosaur extinction pattern in Europe.*

**Key words:** *Dinosaurs, K/T Boundary, Extinction, Pyrenees, Spain*

### Un tema a debate: La extinción de los dinosaurios

Los dinosaurios no avianos desaparecen a finales del Cretácico, hace aproximadamente 65 millones de años, en una crisis biológica que afectó a numerosos organismos, tanto continentales como marinos. Se trata de uno de los episodios más importantes de la historia de la Tierra, y a pesar de la abundante literatura publicada sobre el tema en los últimos veinte años, las causas directas de esta extinción son polémicas. Las causas primarias más verosímiles comúnmente propuestas para explicarla son de origen extraterrestre (el impacto de un asteroide) y de origen terrestre (erupciones volcánicas masivas y la regresión del Maastrichtiense). Estos tres eventos, aunque conocidos en otros periodos del registro geológico, fueron de importancia excepcional al final del Cretácico, y coinciden de forma significativa con la crisis biótica. Cada una de estas causas puede explicar parte de las extinciones de los vertebrados en la transición entre el Cretácico y Terciario, pero no todas las evidencias disponibles, en particular el carácter selectivo de estas extinciones (Archibald, 1996; Russell & Dodson, 1997).

Para poder diferenciar cómo actuaron los tres eventos en la extinción de los dinosaurios, se necesita en primer lugar una buena documentación del registro de dinosaurios del Cretácico superior a nivel mundial. Esta documentación es fragmentaria en el Maastrichtiense superior, y hasta hace poco, la discusión sobre

la extinción de los dinosaurios estaba centrada en la información procedente del oeste de Norteamérica. Estos datos se han extrapolado a menudo de manera abusiva a nivel mundial, teniendo en cuenta el marcado provincialismo de los dinosaurios al final del Cretácico, como consecuencia del desmembramiento de la Pangea. En segundo lugar, se necesita cuantificar el tiempo de extinción. Un periodo de pocos años se relaciona particularmente con el impacto, mientras que un periodo más largo (superior a un centenar de millares de años), estaría más relacionado con la regresión o el volcanismo (Dingus & Rowe, 1997). En ambos casos se requiere mejorar el registro finicretácico en áreas continentales, que es lo que aporta nuestro trabajo en el entorno de Arén (Huesca).

### **Los dinosaurios del Maastrichtiense final a nivel mundial**

Situar los restos de dinosaurios en relación con el límite Cretácico/Terciario (K/T), definido en base a foraminíferos planctónicos, resulta complicado, ya que no hay correlaciones tan precisas entre medios oceánicos y continentales debido a la tradicional dificultad en la datación de los niveles continentales. Además, al situar el límite K/T coincidiendo con la fuerte anomalía de Iridio tenemos un problema añadido, ya que únicamente en Norteamérica se ha encontrado la anomalía en medios continentales con restos fósiles de dinosaurios. En la región sur-central de los Pirineos se han conseguido correlacionar por primera vez yacimientos de dinosaurios con la última biozona de foraminíferos planctónicos del Cretácico. En otros lugares hemos seleccionado los restos de dinosaurios razonablemente datados como Maastrichtiense superior en medios continentales y costeros por medio de carofitas, palinomorfos y macrofósiles. Constatamos que en el Campaniense y en el Maastrichtiense inferior, los dinosaurios están ampliamente representados en todos los continentes. Por el contrario, en el Maastrichtiense superior únicamente se conocen una veintena de yacimientos, la mayoría de los cuales se encuentran en el oeste norteamericano.

Si consideramos el registro de dinosaurios de Norteamérica a finales del Cretácico, hay más de treinta géneros registrados en la "Judith River Formation" de Alberta (Canadá), que disminuyen a una veintena de géneros en la "Hell Creek Formation" de Montana (EUA), donde se sitúa el límite. La fauna de la Formación Hell Creek está dominada por ceratopsios, hadrosaurios evolucionados y tiranosáurios, pero otros grupos (hipsilofodóntidos, anquilosaurios, paquicefalosaurios, dromeosáuridos, troodóntidos, elmisáuridos) también están representados (Archibald, 1996). La reducción de diversidad antes del Maastrichtiense superior también ha sido observada en los demás grupos de reptiles (Archibald, 1996). Tales diferencias no se pueden achacar a problemas de muestreo, ya que ambas formaciones han sido intensamente muestreadas en los últimos 100 años. Por otra parte, hay diferentes interpretaciones sobre el patrón de extinciones en la "Hell Creek Formation", fundamental para conocer la duración del evento catastrófico del final del Cretácico en Norteamérica. Unos autores afirman que no hay cambios significativos desde la base al techo en el registro de dinosaurios y, por tanto, su final fue geológicamente instantáneo,

mientras que otros abogan por una extinción rápida a lo largo de un tiempo más largo (ver discusión en Fastovsky & Weishampel, 1995).

Los dinosaurios representados en el oeste norteamericano son diferentes a los del resto del mundo. En el este de Asia su registro en el Cretácico superior se centra en el desierto de Gobi (Mongolia) y China. Estos ricos yacimientos no están datados como Maastrichtiense superior. Las dataciones palinológicas de la Cuenca de Nanxiong en China, donde se han citado cáscaras de huevo de dinosaurio por encima del límite, no han sido confirmadas. En los depósitos basálticos del Deccan y capas infrayacentes (Formación Lameta) del Maastrichtiense superior de la India se ha encontrado una variada representación de titanosáuridos y abelisaurios. En el "Maastrichtiense" de Africa y Sudamérica hay fundamentalmente titanosáuridos y abelisáuridos como dinosaurios más característicos (Weishampel, 1990).

En Europa, los problemas de correlación estratigráfica han impedido datar exactamente las localidades fosilíferas y ofrecer una imagen fiable de la sucesión de faunas de vertebrados finicretácicos. Basándose en el registro fósil del sur de Francia, Buffetaut & Le Loeuff (1997) proponen un cambio faunístico durante el Maastrichtiense, a saber el reemplazamiento de los titanosaurios por los hadrosaurios. No obstante nuevas correlaciones estratigráficas indican que los hadrosaurios estaban representados al menos desde el Campaniense superior en la Península ibérica (López- Martínez *et al.*, en prensa). Una reevaluación de las localidades finicretácicas europeas basada en nuevas correlaciones permite establecer que los únicos yacimientos de dinosaurios del final del Maastrichtiense son los situados en el Pirineo aragonés y catalán, aunque no se descarta que los dinosaurios del área de Maastricht (Países Bajos) y Crimea (Ucrania) pueden ser de esta edad.

### **Los dinosaurios del Pirineo español**

La Cuenca de Tremp es un área conocida desde los años 50 por sus yacimientos de dinosaurios del Maastrichtiense, aunque actualmente se considera que algunos de ellos son de edad Campaniense. Se ha postulado a partir de estudios magnetoestratigráficos que los dinosaurios desaparecían de esta área unos dos millones de años antes del límite K/T (Galbrun, 1997).

Los yacimientos de dinosaurios más importantes del Pirineo se han descubierto en Arén (Huesca), con ocho localidades en las Formaciones Tremp y Arén, en las que se han recuperado varios cientos de restos fósiles articulados y desarticulados. Se puede destacar parte de un cráneo de hadrosáurido parcialmente desarticulado (yacimiento de Blasi 1), y diversos huesos largos y vértebras, incluyendo varias caudales articuladas, de un hadrosáurido del que posiblemente se haya recuperado casi el 50% del esqueleto (Blasi 3). Estos yacimientos son además importantes por permitir su datación y correlación respecto a las escalas cronoestratigráficas oceánicas. Todos ellos están situados por encima de la primera aparición de *Abathomphalus mayaroensis*, que es el

foraminífero planctónico que data la última biozona del Cretácico. Corresponden por tanto a la parte más moderna del Maastrichtiense superior (López-Martínez *et al.*, en prensa). Una mandíbula de hadrosaurio descubierta en Lérida tiene una edad similar a los dinosaurios de Arén (Casanovas *et al.*, 1999). Los estudios aún preliminares permiten afirmar que en Huesca (Lérida) están representados al menos 6 especies de dinosaurios: tres terópodos de pequeño tamaño (dos dromaeosáuridos y un "euronicodóntido"), dos hadrosáuridos distintos y un saurópodo titanosáurido (Casanovas *et al.*, 1999; López-Martínez *et al.*, en prensa).

El registro de dinosaurios del Pirineo muestra, en primer lugar, que los dinosaurios no desaparecen en esta región dos millones de años antes de límite, en contra de lo que se había afirmado. En segundo lugar, muestra una relativa diversidad de dinosaurios en Europa al final del Maastrichtiense. Comparando los dinosaurios de Huesca con los de otros yacimientos de Europa Occidental, se encuentran diferencias y similitudes. Los yacimientos de Arén son los más ricos en número de restos y diversidad del Maastrichtiense superior de Europa occidental, ya que aparecen agrupados en una localidad los taxones que parcialmente se encuentran en yacimientos aislados. En Arén, como en los yacimientos franceses, holandeses y belgas, los dinosaurios más abundantes del Maastrichtiense son los hadrosáuridos. La gran diversidad de terópodos es similar a la de Transilvania, aunque los yacimiento de la cuenca de Hateg, generalmente datados como Maastrichtiense superior, podrían ser más antiguos (López-Martínez *et al.*, en prensa). Una singularidad de los yacimientos de Huesca es la presencia de un gran titanosáurido. En base a los datos actualmente disponibles, los ornitópodos primitivos (*Rhabdodon*) y los anquilosaurios nodosáuridos, que son formas abundantes en Europa durante el intervalo Campaniense-Maastrichtiense inferior, no tienen registro fósil conocido en el Maastrichtiense superior.

## **Discusión y Conclusiones.**

El registro de dinosaurios del Maastrichtiense superior es escaso a nivel mundial y, tras su revisión, solo dos áreas parecen aportar información fiable sobre los patrones de extinción de los dinosaurios: el "Western Interior" de Norteamérica y los Pirineos en Europa. En Norteamérica se observa una importante disminución de taxones de dinosaurios a lo largo del Maastrichtiense, y se ha interpretado que una extinción catastrófica habría provocado la desaparición de los últimos dinosaurios no avianos al final del Cretácico. Según los datos disponibles, el registro fósil ibérico sugiere una reducción de las especies durante el Maastrichtiense superior, pero hay que tener en cuenta que se conocen pocos yacimientos de esta edad y que podría tratarse de un artefacto tafonómico. En cualquier caso, se observan cambios entre las asociaciones de dinosaurios del Campaniense-Maastrichtiense inferior respecto a los del Maastrichtiense superior, principalmente la extinción de los anquilosaurios y de los ornitópodos primitivos como *Rhabdodon*. Poco antes del límite K/T, en Europa occidental hay un variado registro fósil de hadrosáuridos, terópodos y saurópodos

cuya extinción implica un proceso catastrófico. Esta interpretación es preliminar a la espera de nueva información que permita estimar el ritmo y mecanismos de la extinción de los dinosaurios europeos.

## Agradecimientos

Queremos agradecer a Lluís Ardévol por su trabajo en las correlaciones estratigráficas, y a Josep, Antoni, Julio, Rubén (IEI, Lleida), José (Trempe), Ome (Zaragoza), Rafa (Dinópolis) y Paleoymas, además de las gentes de Arén, por su ayuda en el campo. Los trabajos están subvencionados por Diputación General de Aragón, y DGES proyectos PB95-0398 y PB98-0813.

## Referencias

- Archibald, J. D. (1996): *Dinosaur Extinction and the End of an Era: What the Fossils Say*. Columbia Univ. Press, New York: 237 p.
- Buffetaut, E. & Le Loeuff, J. (1997): Late Cretaceous dinosaurs from the foothills of the Pyrenees. *Geology Today*, March-April, 60-68.
- Casanovas, M.L., Pereda Suberbiola, X., Santafé, J.V. & Weishampel, D. B. (1999): A primitive euhadrosarian dinosaur from the uppermost Cretaceous of the Ager syncline (southern Pyrenees, Catalonia). *Geologie en Mijnbouw*, 78, 345-356.
- Dingus, L. & Rowe, T. (1997): *The mistaken extinction. Dinosaur Evolution and the Origin of birds*. W. H. Freeman and Company (eds.). Nueva York: 332 p.
- Fastovsky, D. E. & Weishampel, D. B. (1996): *The evolution and extinction of the dinosaurs*. Ed. Cambridge University Press: 461 p.
- Galbrun, B. (1997): Did the European dinosaurs disappear before the K-T event? Magnetostratigraphic evidence. *Earth and Planetary Science Letters*, 148: 569-579.
- López-Martínez, N., Ardévol, L., Arribas, M.E., Civis, J. & González Delgado, A. (1998): The geological record in non-marine environments around the K/T boundary (Trempe formation; Spain). *Bull. Soc. géol. France*, 169, 1, 11-20.
- López-Martínez, N., Canudo, J.I., Ardévol, L., Pereda Suberbiola, X., Orue-Etxebarria, X., Ruiz Omeñaca, J. I. & Murelaga, X. (en prensa): New dinosaur localities near the Cretaceous/Tertiary boundary (Arén, southcentral Pyrenees, Spain). *Cretaceous Research*.
- Rusell, D.A. & Dodson, P. (1997): The Extinction of the Dinosaurs: a dialogue between a Catastrophist and a Gradualist. In: Farlow, J.O. & Brett-Surman, M.K. (eds.). *The Complete Dinosaur*. Indiana Univ. Press: 663-672.
- Weishampel, D. B. (1990): Dinosaurian Distribution. In *The Dinosauria*. D.B. Weishampel, P. Dodson, H. & Osmólska (eds.). University of California Press: 63-140.