

Los últimos dinosaurios europeos

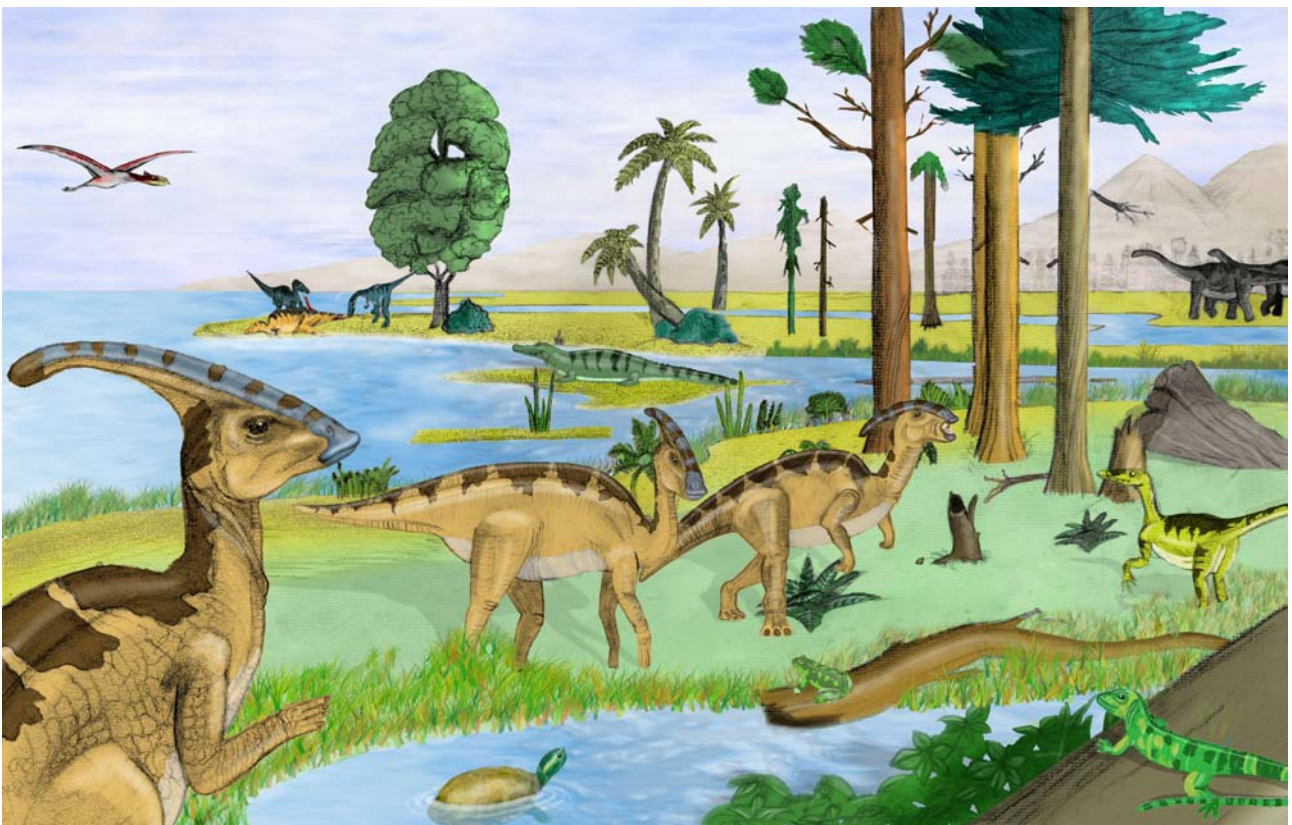
Debates recientes sobre la extinción de los dinosaurios

Texto: José Ignacio Canudo,

Gloria Cuenca-Bescós y José Ignacio Ruiz-Omeñaca

Fotos: Equipo de Dinosaurios de la Universidad de Zaragoza

Dibujos: José Ignacio Ruiz-Omeñaca y Paleoymás, S.L.L



Reconstrucción del ecosistema terrestre de finales del Cretácico en Aren (Huesca).

Dibujo: Paleoymás.

Los dinosaurios se han convertido en los organismos fósiles más populares; sin duda la película *Parque Jurásico* ha ayudado a ello, pero no hay que olvidar que la dinomanía ha ido paralela a los descubrimientos de fósiles de dinosaurio desde el siglo XIX. El hecho es que los dinosaurios no existen en la actualidad, y ésta es una de las muchas pruebas que aporta la paleontología para afirmar que hay especies que se han extinguido en nuestro planeta mucho antes de que el hombre moderno hiciera su aparición hace menos de medio millón de años.

Esta afirmación, sin embargo, no es del todo cierta. Los estudios modernos han demostrado que las Aves son un grupo de dinosaurios terópodos, bien diversificado en la actualidad, y que, por tanto, los dinosaurios conviven con nosotros (véase el artículo de J. L. Sanz y F. Ortega en el número 4 de HISTORIA NATURAL). Sin embargo, la imagen popular del dinosaurio está fijada en los grupos *no avianos*, es decir los ornitiskios y saurópodos (herbívoros), y los terópodos de gran tamaño (carnívoros); por tanto es a la desaparición de estos grupos de dinosaurios a la que nos vamos a referir como la extinción de los dinosaurios.

La extinción, ¿gradual o instantánea?

La extinción es un proceso tan natural y fundamental para la evolución como lo es la especiación o aparición de nuevas especies. El *relevo* de unas especies por otras es el motor de la evolución: unas especies aparecen aumentando la biodiversidad (diversificación, cladogénesis), y otras desaparecen (extinción). Muchas especies actuales son representantes únicos de grupos que florecieron en el pasado, y otras pueden ser el incipiente comienzo de líneas evolutivas nuevas. Si no hubiera habido extinciones, no habrían ocurrido tampoco nuevas apariciones.

Los factores que pueden influir en la extinción de una determinada especie pueden ser diversos, pero básicamente todos desembocan en una disminución de los efectivos de sus poblaciones hasta que finalmente desaparece. Durante la historia de la Tierra, ha habido intervalos geológicos en los que se han acelerado estas extinciones, afectando a grupos completos que aparentemente gozaban de buena salud y no estaban en el umbral de su extinción. Estos momentos de aceleración se denominan extinciones en masa, y han

sido descritos por los paleontólogos desde el siglo XIX con explicaciones muy diversas. En 1984, David Raup y John Sepkoski, de la Universidad de Chicago (Estados Unidos), demostraron, analizando el número de taxones en cada edad geológica, que había habido cinco grandes extinciones en la historia de la Tierra y que además tenían una cierta periodicidad. Estudios posteriores han confirmado esta periodicidad en las extinciones, por lo que, si Raup y Sepkoski tuvieran razón, hay un factor que cada cierto tiempo altera, por medio de una extinción catastrófica, la vida en la Tierra. Se han hecho propuestas que relacionan esta periodicidad con el paso, cada 26 millones de años, de una extraña estrella llamada *Némesis*, que nos dejaría su estela de muerte y extinción, pero por el momento es sólo una hipótesis sin contrastar. No hay que preocuparse pues faltan todavía millones de años para que este efecto desconocido vuelva a afectarnos.

Uno de esos momentos de aceleración en la extinción es el límite *Cretácico-Terciario*, que suele aparecer en la literatura como K/T, del alemán Kreide (Cretácico)/Tertiär (Terciario). Aunque el Cretácico fue un periodo rico en biodiversidad, al final se produjo una crisis ecológica sin precedentes, que trajo como consecuencia la extinción de distintos grupos de organismos, desde los microorganismos planctónicos (base de la pirámide alimenticia de los océanos y mares) hasta los grandes dinosaurios. Esta extinción ha sido la base de lo que geológicamente se conoce como límite estratigráfico entre el Cretácico y el Terciario. Sin embargo, su causa es sin duda una de las más fascinantes polémicas en geología. Uno de los núcleos del problema es conocer la velocidad de la extinción: ¿gradual o instantánea?.

Un buen ejemplo que nos puede ilustrar sobre cómo hay que tratar las extinciones, nos lo da la extinción del bucardo. El último ejemplar de esta subespecie de *Capra hispanica* murió por la caída de un abeto en el Parque Nacional de Ordesa (Huesca). La conclusión es simple, la caída de los abetos extinguió a los bucardos (*efecto abeto del bucardo*). Sin duda es una afirmación absurda; antes de llegar a que quedase un único ejemplar tuvieron que darse una serie de factores, como una caza excesiva, o la fragmentación del hábitat, que fueron las verdaderas causas de la extinción. Este ejemplo ilustra la diversidad de mecanismos complejos que pueden influir en la extinción, y con este afán integrador vamos a ver lo que sucedió en el límite K/T (hace 65 millones de años) y cómo pudo afectar a los dinosaurios.

Puede chocar el grado de polémica que existe con la extinción de los dinosaurios porque no se está muy bien informado sobre un hecho fundamental en la investigación de la vida en el pasado: en el registro fósil únicamente está representada una pequeñísima parte de la paleobiodiversidad

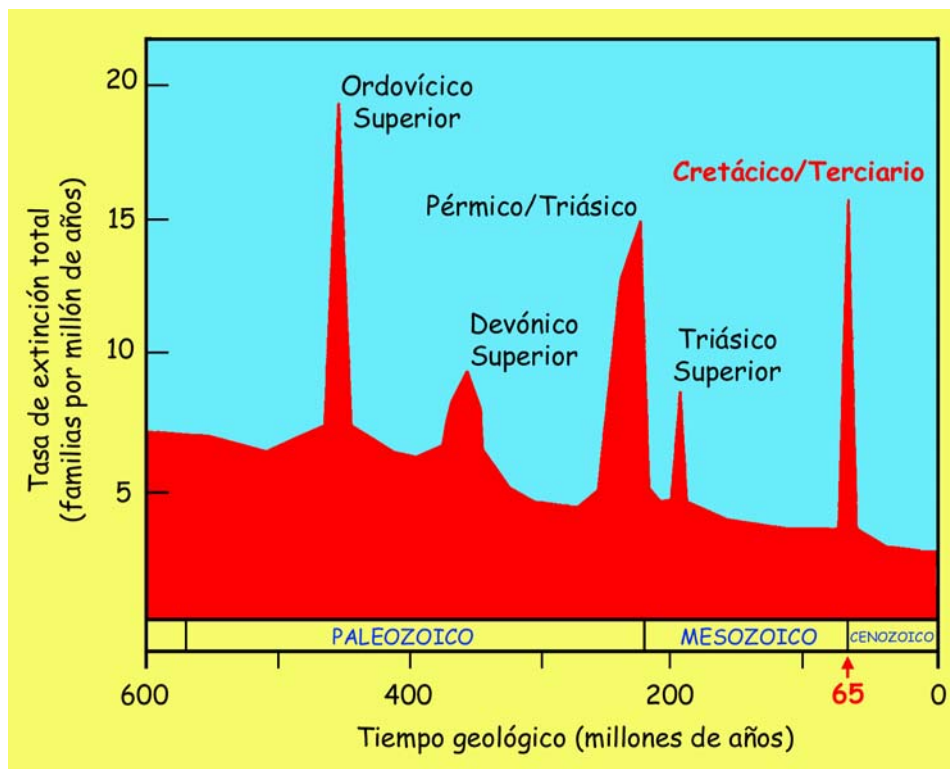


Gráfico de Raup y Sepkoski (1984) mostrando las cinco grandes extinciones de la historia de la vida en la Tierra.

Al lector desconocedor, en ocasiones, de la realidad paleontológica, le puede chocar el grado de polémica que existe con la extinción de los dinosaurios porque no está muy bien informado sobre un hecho fundamental en la investigación de la vida en el pasado: en el registro fósil únicamente está representada una pequeñísima parte de la paleobiodiversidad. Hay grupos enteros de organismos, como los de cuerpo blando (es decir que carecen de esqueleto mineralizado), de los que difícilmente conocemos indicios. Por tanto el registro fósil es incompleto por su propia naturaleza, pero esto no significa que no nos proporcione la suficiente información para interpretar las extinciones. El esfuerzo investigador nos permite rellenar huecos, y el intervalo del límite K/T es, posiblemente, el mejor conocido de todo el registro de la vida en la Tierra.

El registro fósil de los animales terrestres, aunque tengan esqueleto, es escaso, porque únicamente fosilizan en condiciones excepcionales, y los vertebrados, dinosaurios incluidos, constituyen los más raros indicios de la vida en la Tierra pues los cuerpos que quedan expuestos al aire libre se desintegran y desaparecen rápidamente. Sólo un rápido enterramiento o la acumulación en determinados lugares, como lagos y cuevas, pueden proporcionar un buen registro de vertebrados. Éste problema no existe en otros grupos fósiles, como los foraminíferos planctónicos, sin duda el grupo de organismos estrella en el Cretácico y en el Terciario. Las conchas o esqueletos calcáreos de estos organismos unicelulares (protistas) forman uno de los componentes principales del barro depositado en el fondo del mar. Los foraminíferos planctónicos viven

flotando cerca de la superficie marina en el océano abierto. Al morir, sus conchas se van acumulando en grandes cantidades en sedimentos fuera de la plataforma continental durante largos periodos de tiempo, por lo que tenemos un registro bastante continuo de este grupo de microfósiles, lo que no sucede con los dinosaurios. Esto ha hecho que, desde finales de la década de 1980, se haya hecho un gran esfuerzo en documentar exactamente la distribución de estos organismos en el intervalo del límite K/T.

Uno de los grupos punteros en la investigación de la extinción de foraminíferos planctónicos en el K/T es el equipo de micropaleontología de la Universidad de Zaragoza, liderado por Eustoquio Molina, que ha estudiado secciones del límite en España, Francia, México, Túnez y Cuba, y ha demostrado que esta extinción es la más catastrófica documentada en este grupo en toda su historia. Coincidiendo con el límite se extinguieron bruscamente las especies más complejas, y las más simples sobrevivieron unos pocos miles de años en el Terciario. Algo debió de ocurrir para que sucediera esta catástrofe, y de hecho la extinción de los foraminíferos planctónicos es la base para la teoría catastrofista, que intenta explicar la extinción simultánea de todos los organismos que vivían al final del Cretácico, incluidos los dinosaurios.

Extinción catastrófica a corto plazo: el impacto meteorítico

En 1980, el grupo de Luis Alvarez, de la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos), propuso una teoría de gran trascendencia

Estudios geofísicos muestran como un buen candidato, sobre el lugar donde cayó el meteorito, al cráter de Chicxulub, en la península del Yucatán (México). Incluso se ha realizado una campaña de perforación que ha permitido extraer muestras de las rocas del cráter, que no dejan duda sobre su origen relacionado con un impacto

en la interpretación de las extinciones masivas, especialmente la del final del Cretácico. Descubrieron una concentración anormalmente elevada de iridio (unas 30 veces más de lo normal) en Gubbio (Italia), coincidiendo con la extinción de los foraminíferos planctónicos. Esta anomalía se ha documentado en otras zonas del mundo, siendo especialmente significativas las de Caravaca (Murcia), Agost (Alicante) y Zumaya (Vizcaya) en España.

Dado que el iridio es un elemento escaso en la corteza terrestre, pero abundante en algunos tipos de meteoritos, se propuso que el origen de este iridio era extraterrestre, aportado por la caída de un gran cuerpo cósmico. Se ha calculado que este impacto podría generar una explosión de 100 millones de megatones, miles de veces más poderosa que la explosión de todas las armas nucleares del mundo. El impacto vaporizaría el objeto extraterrestre y el área circundante, formando un gran cráter. Estudios geofísicos muestran como un buen candidato al cráter de Chicxulub, en la península del Yucatán (México). Incluso se ha realizado una campaña de perforación que ha permitido extraer muestras de las rocas del cráter, que no dejan duda sobre su origen relacionado con un impacto. Dada la violencia del impacto, el hábitat costero quedaría destrozado por los *tsunamis* (olas gigantes). En varias partes del Golfo de México se ha encontrado un sedimento caótico que se interpreta como resultado directo de estos tsunamis. Algunos científicos creen

que hubo varios impactos sucesivos, puesto que en algunas zonas se han encontrado varios niveles consecutivos con iridio, y hay otros cráteres que pudieron formarse en el K/T, como los de Boltysh (Ucrania), Shiva (India) y Silverpit (Mar del Norte), pero tanto el origen de estos cráteres como su edad geológica son aún muy discutidos.

En las zonas tropicales se produjo la extinción de la mayoría de los foraminíferos planctónicos, coincidiendo con el nivel de impacto. En un principio se consideró que únicamente una especie sobrevivió, pero posteriormente se ha demostrado que más de una docena de especies sobrevivieron y se fueron extinguiendo progresivamente durante el Terciario inicial. A lo largo de la década de los 1990 ha habido una rica polémica que ha permitido conocer el patrón de extinciones y apariciones de estos microorganismos en todo el mundo. Los datos apuntan que la extinción del plancton de concha calcárea fue especialmente significativa. Una de las consecuencias del impacto fue la acidificación de las aguas marinas superficiales. La lluvia ácida hizo decrecer la alcalinidad de los océanos y por tanto la destrucción de los organismos que vivían en la parte superior de la columna de agua, con el consiguiente colapso de las cadenas alimenticias. Independientemente de la polémica, se ha logrado reconocer un nivel de correlación a nivel global (nivel con evidencias de impacto) relacionado con un evento bioestratigráfico (la extinción de los foraminíferos).



Ya nadie duda que a final de Cretácico un gran meteorito cayó en la Península de Yucatán en México. Dibujo: Paleoymás.

En definitiva, hay una evidencia razonable de un impacto extraterrestre en la región del Yucatán que afectó tanto a la región del Caribe, como a la costa norteamericana del Atlántico Norte. Hay una capa enriquecida de iridio de espesor variable, pero bien distribuida a nivel mundial, que ha sido utilizada para situar el límite K/T. Para muchos autores la estructura de Chicxulub es la prueba del *asesino* del límite, pero en la actualidad hay polémica sobre si pudo haber uno o más impactos, incluso si el de Chicxulub es el del límite o es en realidad anterior al del límite. Independientemente de si hubo uno o más impactos y del tamaño del objeto que cayó en la Tierra, es indudable que tuvo que afectar a la vida en la misma, lo que no descarta que otros fenómenos hayan podido afectar a los ecosistemas terrestres.

Extinción a largo plazo: el vulcanismo

El final del Cretácico fue un periodo especialmente prolijo en vulcanismo en el área del Deccan (India). La mayor actividad se produjo cerca de los 65 millones de años (límite K/T). Muchos paleontólogos son escépticos acerca del holocausto que propone el escenario del impacto. Argumentan que la extinción del K/T no fue global ni instantánea, al reconocerse a



A finales del Cretácico hubo grandes erupciones volcánicas en la India.
Dibujo: Paleoymás.

carecería de las características letales que se asocian a un impacto de un gran cuerpo extraterrestre. El modelo del impacto sería más traumático en los ecosistemas que las emisiones volcánicas. Por tanto tendría un efecto más brusco e instantáneo que el vulcanismo, que implicaría una extinción rápida a nivel geológico pero más gradual.

Algunas otras hipótesis sobre la extinción de los dinosaurios se refieren a los efectos bióticos, epidemias, variaciones en el grosor de la cáscara de los huevos o el cambio de sexo. A modo de ejemplo vamos a ver este último. El sexo en los dinosaurios podría estar controlado por la temperatura de incubación, como sucede en los actuales cocodrilos y tortugas. Se ha sugerido que las perturbaciones climáticas del final del Cretácico pudieron producir poblaciones de dinosaurios con un único sexo. Es una hipótesis sugerente pero difícil de contrastar en el registro fósil, y como refutación está el hecho que en el control del sexo de las aves carece de importancia la temperatura de incubación. Independientemente de las incongruencias que pueda tener esta hipótesis, lo que se nos describe es el *efecto abeto del bucardo*, pero no la causa real de la extinción que sería la contaminación y/o el cambio climático. Por tanto las causas bióticas son el agente productor de la muerte, pero no el efecto asesino. Esta es la razón por la que los modelos más aceptados en la identificación del asesino han sido el vulcanismo y el impacto meteorítico, y en menor medida la caída del nivel del mar. Aunque los tres

Algunas otras hipótesis sobre la extinción de los dinosaurios se refieren a los efectos bióticos, epidemias, variaciones en el grosor de la cáscara de los huevos o el cambio de sexo

lo largo de un intervalo temporal que comienza antes del nivel de impacto. Estos investigadores sugieren que el vulcanismo del Deccan pudo ser un componente fundamental en la crisis biótica del límite K/T. Parece claro que el vulcanismo durante un tiempo prolongado debería tener consecuencias medioambientales.

Alguna de las consecuencias del impacto de un objeto extraterrestre podrían ser similares a las del vulcanismo: contaminación de la atmósfera, falta de luz como resultado del oscurecimiento por el material en suspensión y las cenizas, disminución de la fotosíntesis, lluvia ácida, enfriamiento global, crisis de carbonatos en las aguas oceánicas, estrés medioambiental, devastación de los ecosistemas y colapso de la cadena alimentaria. El escenario de la extinción por la rotura de la cadena alimentaria es compatible tanto con el impacto como con el vulcanismo. Sin embargo, el vulcanismo

coinciden en el tiempo, su importancia relativa o absoluta para la inestabilidad y destrucción de la vida es un objeto de debate.

Los tres escenarios que podrían explicar la extinción de los dinosaurios son: una extinción instantánea producida por un impacto extraterrestre de gran magnitud; una extinción rápida pero gradual, producida por la contaminación y el cambio climático consecuencia del intenso vulcanismo; y por último, una extinción relativamente lenta pluricausal, debida a un cambio climático a nivel global donde los efectos a largo plazo, como la caída del nivel del mar y el vulcanismo, producirían un desequilibrio de los ecosistemas y el impacto sería un efecto añadido. Una vez planteadas las posibilidades debemos estudiar el registro fósil de las *víctimas*, es decir de los que se extinguieron, y de los posibles supervivientes (si los

hubo) a lo largo del K/T, para ver cual se adapta mejor a estas hipótesis.

El registro de los dinosaurios y sus consecuencias en el K/T

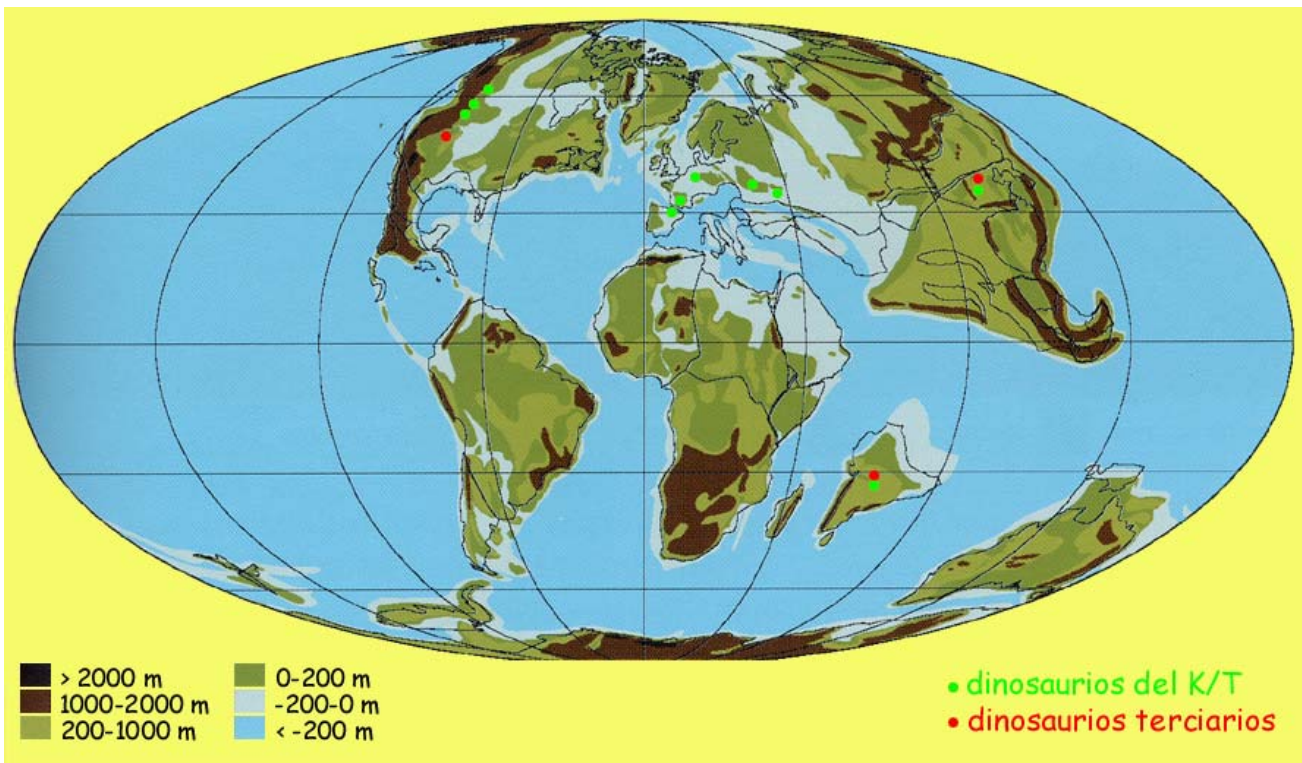
Se han citado dinosaurios del final del Cretácico en todos los continentes, por lo que podemos considerar que su extinción fue un fenómeno global. A pesar de ello, hay pocos lugares del mundo donde exista una buena documentación de los últimos dinosaurios, es decir los del Maastrichtiense superior, edad geológica comprendida entre hace 65 y hace 70 millones de años.

Los yacimientos del Centro de Estados Unidos y Canadá han sido presentados como el paradigma de la extinción de los dinosaurios debida a un impacto meteorítico. Es el mejor registro conocido de dinosaurios del final del Cretácico, aunque hay que resaltar que no se han encontrado ningún resto de dinosaurio justo en el nivel de impacto, a pesar que se ha buscado de manera exhaustiva. Aunque estos dinosaurios se conocen desde el siglo XIX, hay cientos de puntos fosilíferos que, hasta la década de los 1980, no se habían ordenado temporalmente. Fue precisamente en esta década cuando se realizaron las primeras síntesis, cuyas conclusiones fueron que la extinción de los dinosaurios en Montana y Wyoming

(Estados Unidos) y Alberta (Canadá) fue un proceso gradual a lo largo de últimos 7 millones de años del Cretácico para acelerarse en los últimos 300.000 años. Estos datos estaban en contra de la teoría impactista que se estaba imponiendo para explicar las extinciones del K/T. Los dinosaurios eran especialmente escasos en los tres últimos metros del Cretácico, lo que animó el trabajo de prospección, y permitió recuperar 113 huesos aislados de dinosaurio en este pequeño intervalo, demostrando que los dinosaurios vivieron hasta el final del Cretácico.

Si además de estudiar lo que sucede en los últimos miles de años tomamos un intervalo de varios millones de años, se observa que existe una disminución de la mitad de especies de dinosaurios. La interpretación de este dato no se puede considerar como falta de registro; los niveles del final del Cretácico están prospectados de manera exhaustiva. Por tanto se puede afirmar que en los últimos siete millones la diversidad de los dinosaurios en Norteamérica fue disminuyendo hasta llegar muy cerca del límite.

En este punto vamos a incluir un nuevo concepto, ya que hemos dado por sentado que los dinosaurios se extinguieron en el límite K/T, pero, ¿hay evidencias de que algunos de ellos pudieron haber sobrevivido un tiempo al evento? La respuesta es que existen.



Mapa de la Tierra durante el Maastrichtiense superior (65-70 millones de años) con los yacimientos con restos de dinosaurios y los posibles yacimientos con dinosaurios terciarios.

Se ha confirmado la presencia de cáscaras de huevo de dinosaurio por encima del límite con anomalías de iridio. Este patrón de extinción se ha interpretado como una extinción escalonada debido a un estrés medioambiental, provocado entre otras circunstancias por el cambio de condiciones tropicales a un clima templado

En la Cuenca de San Juan (Nuevo México, Estados Unidos) hay restos de dinosaurios, conocidos desde principios del siglo XX, en la base del Terciario. La presencia de huesos de dinosaurios en rocas del Terciario nos lleva a plantear la cuestión de la reelaboración (refosilización de fósiles erosionados de terrenos antiguos en sedimentos más modernos). Sin embargo, muchos de los huesos fósiles son grandes y aislados, e incluso se han encontrados restos articulados, como los 34 elementos de un ejemplar de dinosaurio hadrosaurio, que no se puede explicar por una reelaboración.

Los dinosaurios del final del Cretácico de la India se conocen desde principios del siglo XX, siendo especialmente importantes los yacimientos de huevos. La presencia conjunta de dinosaurios y del vulcanismo del Deccan es la razón para situar a la India como clave en la interpretación del evento del límite. Entre los niveles de rocas volcánicas hay sedimentos que contienen fósiles marinos y continentales. Las dataciones indican que las emisiones volcánicas comenzaron antes del K/T, prolongándose posteriormente, lo que ha quedado comprobado al reconocerse la anomalía de iridio en los sedimentos intercalados entre las rocas volcánicas. La arcilla que incluye el límite está situada encima de una caliza con restos de saurópodos titanosaurios, y por encima del límite no se habían encontrado restos de dinosaurios, lo que se consideraba una buena evidencia de extinción en relación con el nivel de impacto. El panorama ha cambiado recientemente al encontrarse abundantes cáscaras de huevo de terópodos y saurópodos, y dientes de terópodos por encima de los niveles enriquecidos en iridio.

En la Cuenca de Nanxiong, en el Sureste de China, se han citado restos fragmentarios de dinosaurios en la base del Terciario. Se ha definido el límite K/T en un nivel con cáscaras de huevo de dinosaurio que contienen anómalas concentraciones de ciertos elementos químicos. Por encima de este límite siguen apareciendo cáscaras, y por tanto los últimos dinosaurios de Nanxiong se encuentran en el Terciario. Posteriormente se ha confirmado la presencia de cáscaras de huevo de dinosaurio por encima del límite con anomalías de iridio. Este patrón de extinción se ha interpretado como una extinción escalonada debido a un estrés medioambiental, provocado entre otras circunstancias por el cambio de condiciones tropicales a un clima templado.

Los dinosaurios del final del Cretácico se han citado en diferentes partes de Europa, siendo los más significativos los de Rumania y los de los Pirineos españoles y franceses. Estos restos se han datado como Cretácico Superior, no habiendo evidencias de dinosaurios por encima del límite. A este respecto hay que destacar que en Europa no se ha encontrado el nivel con evidencias de impacto en sedimentos continentales (en marinos sí que está), por lo que, tradicionalmente, si hay dinosaurios en las rocas, éstas se consideran como Cretácico. A partir del trabajo del equipo del Museo de Esperaza (Francia), dirigido por Jean Le Loeuff, se ha considerado que en el Maastrichtiense inferior se produjo un reemplazamiento de las faunas de dinosaurios. Así, en el Campaniense y Maastrichtiense inferior (entre hace 83,5 y hace 70 millones de años) dominaron los saurópodos titanosaurios y había nodosaurios, sin embargo en el Maastrichtiense superior (entre hace 70 y hace 65 millones de años) dominaron los hadrosaurios y desaparecieron los nodosaurios, lo que indica que también hubo cambios faunísticos previos al límite K/T.

También hay cambios en la composición de la fauna de dinosaurios anteriores al límite en el Pirineo español, pero se interpretan de manera distinta. El equipo liderado por Nieves López-Martínez, de la Universidad Complutense de Madrid, ha hecho un gran esfuerzo en los últimos diez años por documentar los últimos dinosaurios de los Pirineos. Los huevos y los restos directos de dinosaurios son abundantes en el Campaniense y Maastrichtiense inferior de la cuenca de Tremp (Lérida), disminuyendo bruscamente en el Maastrichtiense superior, pero aún así están presentes hasta el final del Cretácico como muestran López-Martínez y sus colaboradores. Los dinosaurios del Pirineo español *rejuvenecen* así la edad de la extinción de estos vertebrados en Europa, a los que se les suponía desaparecidos dos millones de años antes del K/T.

Los dinosaurios de Arén (Huesca)



Yacimientos de Blasi 1, 2 y 3 en Arén, Huesca.

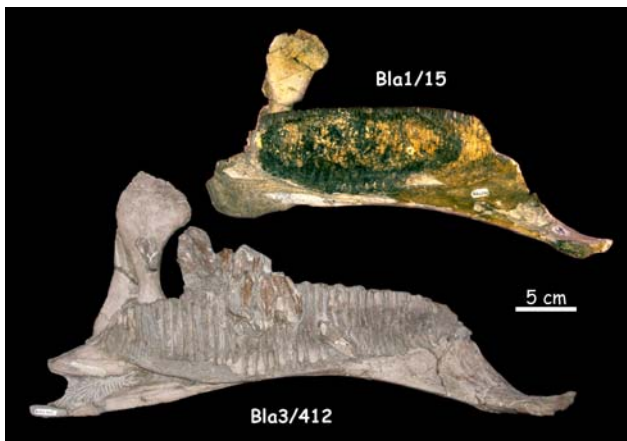
Por todo lo expuesto, los esfuerzos que se están realizando a nivel mundial para documentar los dinosaurios del final del Cretácico en diferentes partes del mundo son importantes. Una de las áreas privilegiadas con dinosaurios del Maastrichtiense superior es el Pirineo aragonés. Desde mediados de la década de 1990, el equipo de dinosaurios de la Universidad de Zaragoza, en colaboración con la Uni-

versidad del País Vasco, la Universidad Complutense de Madrid y el Instituto de Estudios Ilerdenses, ha realizado campañas de excavación en la localidad de Arén (Huesca). En el paraje de Blasi se han localizado seis yacimientos, a los que denominamos Blasi 1 a Blasi 6 del más antiguo a más moderno, geológicamente hablando.



Yacimiento Blasi 3, en Arén (Huesca), en el que se han colocado réplicas de varios huesos de hadrosaurio en la posición exacta en la que aparecieron y paneles explicativos.

Los restos fósiles de dinosaurios de los yacimientos de Blasi son abundantes y tienen buena conservación, habiéndose encontrado dos cráneos de hadrosaurio parcialmente articulados, uno en Blasi 1 y otro en Blasi 3. Su extracción y procesamiento en el laboratorio son lentos debido a que son yacimientos conservados en areniscas muy duras, por lo que parte del material se encuentra todavía en proceso de preparación. En un primer estudio se han reconocido 8 especies de dinosaurios, de los que los hadrosaurios son los más abundantes. Hay al menos dos hadrosaurios (conocidos popularmente como *dinosaurios de pico de pato*) distintos, representados por tres esqueletos desarticulados (dos de ellos con restos del cráneo), y dientes de un saurópodo y cinco terópodos (un gran terópodo, dos dromeosáuridos de distinto tamaño, un pequeño celurosaurio y el enigmático *Euronychodon*). También se han encontrado siete tipos diferentes de cáscara de huevo de terópodos y un tipo de cáscara de huevo de saurópodo. Todo esto indica que los dinosaurios eran abundantes al final del Cretácico, al menos en esta parte de Europa. Además hay restos de peces, anfibios, lagartos, tortugas y cocodrilos, que convierten a los yacimientos de Blasi en unos de los más completos del Cretácico Superior de Europa.



Mandíbulas de hadrosaurio de Arén, Huesca: Blasi 1 (arriba) y Blasi 3 (abajo).

En Blasi está registrado el paso del Cretácico al Terciario. En el estado actual de conocimientos colocamos el límite K/T unos metros por encima de Blasi 6, coincidiendo con el nivel donde desaparecen los restos de dinosaurios. Lo importante de esos yacimientos es su edad; los yacimientos Blasi 1, 2, y 3 están bien datados como Maastrichtiense superior, y teniendo en cuenta la distribución estratigráfica que se observa en otras partes del mundo, no hay que descartar que alguno de los yacimientos más modernos (Blasi 4, 5, 6) sea del Terciario.

Tanto si los dinosaurios tienen su última aparición en el límite, como si ésta es anterior o posterior a él, los futuros estudios pueden hacer que la sección de Blasi sea una referencia internacional en la investigación de la extinción de los dinosaurios. Además estos yacimientos pueden visitarse ya que se han situado

reproducciones en resina de algunos de los huesos en la situación en la se encontraban en el yacimiento, que se explican con ayuda de paneles divulgativos haciendo la visita francamente agradable.

Evidencias del impacto y dinosaurios

Las evidencias de un impacto extraterrestre al final del Cretácico son abundantes, aunque aún está por demostrar que la extinción de los dinosaurios sea debida exclusivamente a dicho impacto. La coincidencia de la actividad volcánica con una importante caída del nivel del mar, además de un impacto meteorítico, pudieron producir significativos cambios medioambientales en los ecosistemas marinos y terrestres durante el final del Cretácico y principios del Terciario. La evidencia geológica indica que, por separado, cada uno de estos fenómenos es suficiente para explicar las extinciones del Cretácico, aunque no hay razón para que estos fenómenos sean excluyentes.

Para evaluar estas evidencias es clave conocer el patrón de la extinción de los dinosaurios; sin embargo, hasta en las áreas con mejor registro, como Norteamérica, carecemos de un consenso del patrón de extinción. Los dinosaurios, en comparación con otros grupos de organismos, tienen un registro escaso y fragmentario. En una sola muestra marina del final del Cretácico se pueden recoger miles de ejemplares de microorganismos, mientras que los fósiles de dinosaurios, como los demás grandes vertebrados continentales son escasos, debido a los procesos que generalmente destruyen los restos antes de ser enterrados. Como resultado, las bases de datos están condenadas a ser incompletas y siempre en continua mejora conforme la investigación vaya descubriendo nuevos fósiles.

Podemos concluir que, en las áreas donde existe el mejor registro de dinosaurios, hay una documentada reducción de diversidad al final del Cretácico, que no puede ser atribuida al impacto. Los cambios medioambientales fueron significativos al final del Cretácico, con importantes cambios en el clima y la vegetación. La convergencia de la caída del nivel del mar, la reestructuración de la circulación marina, y los cambios en las temperaturas durante el final del Cretácico pudieron producir un considerable estrés ambiental. Más cerca del límite, la actividad volcánica pudo acentuar el estrés, para finalmente el impacto extraterrestre ser un acelerador de los procesos en marcha, e incluso tener un importante efecto asesino en algunas áreas de Norteamérica y América Central.

En algunas zonas, los dinosaurios pudieron sobrevivir uno o dos millones de años en el Terciario, un argumento a favor de que el impacto del límite K/T no tuvo un efecto instantáneo sobre los ecosistemas terrestres a nivel global.

La causa última, el agente asesino que terminó por acabar con el último individuo de cada especie es difícil de identificar. Parece más real buscar un conjunto de causas que achacar todo el problema a un evento único



Una de las reproducciones de huesos de hadrosaurio en el yacimiento Blasi 3 (Aren, Huesca).

Por el momento hay demasiados matices para aceptar una respuesta única. En nuestra opinión la extinción de algunos grupos de dinosaurios al final del Cretácico fue posiblemente producto de la conjunción, durante un corto periodo de tiempo, de fenómenos geológicos y cósmicos de magnitud inusual: una significativa caída del nivel del mar, las mayores emisiones volcánicas de la historia moderna de la Tierra, y el impacto de un gran meteorito. Las dos primeras a largo plazo, y la tercera a corto plazo, fueron las desencadenantes de un cambio climático que provocó la extinción de los dinosaurios (excluyendo las aves) que vivían al final del Cretácico. La causa última, el *agente asesino* que terminó por acabar con el último individuo de cada especie es difícil de identificar. Parece más real buscar un conjunto de causas que achacar todo el problema a un evento único.

Cada vez hay mas datos que demuestran que en diferentes partes del mundo algunos grupos de dinosaurios sobrevivieron hasta el Terciario inferior. Esto plantea una interesante línea de investigación: ¿cuándo y cómo se produjo la extinción de los dinosaurios en los diferentes continentes? En este sentido, los yacimientos de Arén en el Pirineo aragonés son una magnífica oportunidad para conocer el momento exacto de la extinción en el sur de Europa. Queda un largo camino para situar lo más detalladamente posible el evento de extinción en relación con el momento del impacto en esta parte de Europa, para poder proponer un modelo más real de lo que sucedió al final del Cretácico.

José Ignacio Canudo y Gloria Cuenca-Bescós son Profesores Titulares de paleontología en la Universidad de Zaragoza. José Ignacio realizó su tesis doctoral sobre los foraminíferos planctónicos del K/T, y actualmente dirige el equipo de dinosaurios de la Universidad de Zaragoza. Por su parte, Gloria realizó su tesis doctoral sobre ardillas fósiles del Terciario, y ahora dirige el equipo de micromamíferos de los yacimientos del Pleistoceno la Sierra de Atapuerca.

José Ignacio Ruiz-Omeñaca está realizando su tesis doctoral sobre los dinosaurios del Barremiense (Cretácico Inferior) de Teruel, contratado dentro del proyecto de investigación VECOBA (VERtebrados CONTinentales del BARremiense, Ministerio de Ciencia y Tecnología, BTE 2001-1746).

Los tres trabajan en el Área y Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

Artículo publicado en el número 7 (abril 2004) de la revista *Historia Natural*, páginas 42-51.

ISSN: 1696-6341

www.historianatural.net