

Dinosaurios, meteoritos, cambio climático y extinciones

Por José Ignacio Canudo

Los Pirineos oscenses, hace 65 millones de años, estaban ocupados por un gran golfo del océano Atlántico que se adentraba en la Península desde el Cantábrico. En su costa tropical vivían unos grandes vertebrados que hoy conocemos como hadrosáuridos. Estos dinosaurios, así como sus parientes más cercanos, no se encuentran actualmente en la Tierra porque se han extinguido. La evolución de la vida en nuestro planeta no se puede entender sin la extinción de los organismos, en un proceso que ha funcionado desde el mismo comienzo de la vida terrestre.

La causas de la extinción, en general, y de los dinosaurios, en particular, es uno de los debates más enriquecedores de la Ciencia. Dos son las razones. Una es más científica ya que es una investigación abordada desde múltiples disciplinas y que permite colaborar a investigadores tan aparentemente alejados como un astrofísico, un químico y un paleontólogo. La segunda es más popular. Si algo pudo extinguir a unos colosos como los dinosaurios que domi-

naron la Tierra durante más de 200 millones de años, también podría hacerlo con nosotros... Las evidencias más importantes para poder estudiar la extinción de los dinosaurios son precisamente sus restos fosilizados, y mejor si son de los últimos que vivieron en la Tierra. Uno de esos lugares privilegiados, donde se pueden estudiar, son los Pirineos oscenses. Desde el año 1997, el grupo Aragosaurus de nuestra universidad viene desarrollando un proyecto de investigación que ha permitido recuperar varios cientos de huesos de hadrosaurios en los alrededores de Arén (Huesca). La excavación de sus restos no fue sencilla y rompe con la idea de un paleontólogo trabajando con un pincel. De hecho, se realizó con amoladoras y martillos pilones. Horas al sol y extracción de casi una tonelada de fragmentos de rocas con fósiles en su interior. Han sido necesarios cientos de horas de preparación con medios mecánicos y químicos (ácidos) para la separación de los fósiles de su matriz. Estos métodos se basan en la diferente composición y consistencia del hueso fósil de la roca. El esfuerzo vale la pena ya que los fósiles recuperados son, en su conjunto, una de las mejores colecciones del mundo de los últimos dinosaurios.

Precisamente, ese es el lema del Museo de Arén donde pueden verse algunos de estos huesos, y esa es la importancia de estos fósiles. Estos animales habrían vivido unos 200.000 años antes del límite (o un poco menos), esto lo conocemos gracias a los estudios magnetoestratigráficos. Como bien se conoce, la Tierra tiene en la actualidad un Polo Norte y un Polo Sur. Sin embargo, la posición relativa de estos polos ha cambiado numerosas veces a lo largo de la historia terrestre. Esta información queda reflejada en los minerales magnéticos que

“La evolución de la vida en nuestro planeta no se puede entender sin la extinción de los organismos, en un proceso que ha funcionado desde el mismo comienzo de la vida terrestre.”

tienen las rocas, de manera que conocemos cuándo la disposición de los polos era igual que en la actualidad o al contrario. En diferentes partes del mundo se ha datado, con exactitud, los instantes de los cambios de polaridad y, de esta manera, se ha podido tener una escala válida en todo el mundo. Nuestro colega, el geólogo Oriol Oms de la Universidad Autónoma de Barcelona, ha sido el encargado de realizar el estudio magnetoestratigráfico. Su estudio ha permitido situar a los fósiles de los dinosaurios de Arén en el mismo cambio de polaridad que el límite Cretácico-Terciario con una antigüedad de 65 millones de años, es decir, menos de 200.000 años del límite.

En Geología no solemos usar los millones de años para referirnos a la edad de unas rocas, sino que hablamos de periodos de tiempo. Algunos bien conocidos por las películas como es el Jurásico que forma, junto al Triásico y el Cretácico, la era Mesozoica (era en que vivieron los dinosaurios). Precisamente en el final del Cretácico es cuando se produjo la extinción de los dinosaurios. Pero ¿cómo se conoce esto?. Uno de los grandes problemas en Geología es situar, en el campo, los límites de las grandes unidades temporales, a partir de criterios que permitan correlacionarlos en diferentes partes del mundo. Una de las maneras es que suceda en la Tierra un acontecimiento instantáneo, que quede registrado en los sedimentos como un impacto extraterrestre.

José Luis Barco del grupo Aragosaurus excavando en el yacimiento de Blasi 3 (Arén, Huesca). La técnica usada no es la habitual, debido a la dureza de la roca.



Cráneo de Tyrannosaurus rex (final del Cretácico, Norteamérica), terópodo de los más grandes que se han descubierto. Se extinguió muy cerca del impacto meteorítico, por lo que puede considerarse uno de los "últimos dinosaurios".



Dinosaurios, meteoritos, cambio climático y extinciones

Al final del Cretácico se produjo el impacto de un gran meteorito al norte de la península de Yucatán (Méjico). El violento impacto formó un enorme cráter de unos 250 Km de diámetro y de varios kilómetros de profundidad. Hoy en día, este cráter se encuentra enterrado debajo de sedimentos más modernos y no puede verse en la superficie. Los efectos locales y regionales debieron ser devastadores con la destrucción del entorno en varios miles de kilómetros. Además, la expulsión a la atmósfera de gran cantidad de polvo en suspensión y elementos contaminantes, fruto de la vaporización de las rocas, afectaron, de una u otra manera, a la mayor parte de la Tierra.

Hay numerosas evidencias encontradas especialmente en el hemisferio norte que ratifican este hecho. Se trata de concentraciones anómalas de elementos raros en la corteza terrestre como el iridio; pequeñas esferas llamadas microtectitas formadas por la solidificación de gotitas fundidas expulsadas por el impacto; microdiamantes, espinelas de níquel, cuarzo formado a gran presión, todo ello en un nivel estratigráfico de pocos centímetros de espesor. En fin, es posiblemente el impacto extraterrestre mejor documentado en la historia de la Tierra.

Pero la pregunta surge rápidamente: ¿cómo pudo afectar a la vida, especialmente a los dinosaurios?

Para comenzar a dar respuesta nos tenemos que fijar en unos organismos microscópicos con caparazón calcáreo y que forman parte del plancton marino. Los foraminíferos son muy abundantes en las rocas sedimentarias marinas, siendo muy sensibles a los cambios medioambientales. El grupo de investigación de Micropaleontología de la Universidad de Zaragoza liderado por Eustoquio Molina lle-

va más de 20 años buscando la relación entre las evidencias del impacto del límite Cretácico – Terciario con la distribución de los foraminíferos. Sus conclusiones, a partir de estudiar el límite en España, Francia, Méjico, Túnez y Cuba, son contundentes: coincidiendo el nivel geológico con las evidencias del impacto del límite Cretácico – Terciario se produce la mayor extinción de los foraminíferos planctónicos de su historia evolutiva, de hecho casi se extinguieron. Esta conclusión, por parte de nuestros colegas de Facultad, está en la línea de las teorías catastrofistas que relacionan la extinción de los dinosaurios con el impacto. Estas teorías surgen de un clásico trabajo del investigador norteamericano Álvarez y sus colaboradores publicado el año 1980, a partir del estudio de la sección de Gubbio. Esta bella ciudad del centro de Italia ha pasado a la historia por ser el primer lugar donde se relacionó una anomalía de iridio con la extinción, en masa, de los foraminíferos planctónicos del Cretácico. Con todos los respetos a estos microfósiles (de hecho el autor hizo su tesis sobre foraminíferos), el trabajo de Álvarez no hubiese tenido la trascendencia que tuvo si solo hubiera explicado su extinción. Estos investigadores fueron un poco más allá y relacionaron al impacto extraterrestre con la extinción de los dinosaurios. La polémica estaba servida y continúa hasta la actualidad entre los defensores de una muerte catastrofista

de los dinosaurios y una desaparición más gradual a lo largo del final del Cretácico.

En Gubbio, así como en los demás cortes del mundo donde se han estudiado los foraminíferos planctónicos, no hay fósiles de dinosaurios. Estos tetrápodos tenían un modo de vida terrestre y sus restos se encuentran mayoritariamente en rocas formadas en los medios continentales. Esto tiene una gran desventaja respecto a los organismos marinos. El potencial de conservación de los dinosaurios como fósiles es mucho menor, por dos razones: la primera es por ser más es-



Serie de vértebras caudales en conexión anatómica de un dinosaurio hadrosaurio del yacimiento de Blasi 3. Los fósiles se han preparado con parte de la matriz para que sea más atractiva en la exposición. Estos fósiles se encuentran depositados en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza. Actualmente se pueden ver en el Museo de Arén (Huesca).

casos que los marinos. La segunda es que si no se entierran rápidamente, las carcasas de los dinosaurios se destruían por las inclemencias del tiempo. Esto se traduce en que el registro fósil de los dinosaurios del final del Cretácico sea muy escaso a nivel mundial. De hecho, sólo se han registrado sus fósiles en algunos lugares de EEUU, en la India, Rumanía y en los Pirineos. Esa es la gran importancia de los yacimientos de Arén, lo que los hace singulares a nivel mundial, como los últimos dinosaurios europeos.

Especialmente en el centro de EEUU, se ha realizado un gran esfuerzo por buscar una relación clara entre la extinción de los dinosaurios y el nivel con las evidencias de impacto. Esta relación nunca se ha encontrado.



Conjunto de flamencos fotografiados en el Zoológico de Madrid. Los flamencos, junto al resto de las aves, son los representantes de los dinosaurios, ya que un grupo de terópodos (dinosaurios carnívoros) emplumados sobrevivieron a la extinción. Son los que conocemos como las aves.



Aspecto de campo de una sección vértebra cervical de un dinosaurio hadrosaurio en el yacimiento de Blasi 3. Este es el aspecto que presentan los huesos en campo, antes de la extracción.

Dinosaurios, meteoritos, cambio climático y extinciones

Dicho de otra manera, el investigador que encuentre un esqueleto de dinosaurio coincidiendo con el nivel de impacto, pasará a la historia de la Ciencia. El argumento de los catastrofistas es que es un problema del sesgo (tafonómico) del registro fósil, por tanto no es argumento la ausencia de fósiles de dinosaurios, coincidiendo con el límite, para descartar una extinción instantánea por el impacto meteorítico.

El escenario sería sencillo: final del Cretácico (Maastrichtiense) no se produce un descenso gradual de especies de dinosaurios, sino que se extinguen coincidiendo con el límite (geológicamente hablando). Sin embargo, para los gradualistas el escenario es bien diferente. Según estos investigadores, al final del Cretácico se produce una extinción gradual de las especies debido a una serie de cambios medioambientales, es decir, por un cambio climático que empieza a manifestarse antes del límite. El papel del impacto meteorítico sería un añadido más a los efectos asesinos, pero no el único y quizás tampoco el más importante.

Para entender este concepto se puede usar un ejemplo de extinción actual. El bucardo es (mejor dicho era) una subespecie de la *Capra*

hispanica que se extinguió al final del siglo pasado. El último ejemplar era una hembra que vivía en el Parque Nacional de Ordesa y murió aplastada por un abeto en el transcurso de una tormenta. Se podría decir que el bucardo se extinguió por la caída de los abetos pero, sin duda, sería atrevido ya que, en realidad, la extinción de esta especie se debió a otros factores como la fragmentación de su territorio, la caza excesiva etc. Por tanto, hay que diferenciar al agente asesino de las especies, del último factor ("efecto bucardo") que puede terminar con la vida de las últimas poblaciones de una especie. Para los gradualistas, los efectos medioambientales del impacto meteorítico podrían ser el efecto bucardo que terminó con los últimos dinosaurios, pero no sería el verdadero asesino.

Las ideas gradualistas sustentadas, además del registro fósil de dinosaurios, también tienen datos geológicos que indican un deterioro medioambiental al final del Cretácico. En ese momento se produjo un importante reajuste de las placas tectónicas que se tradujo en la modificación del nivel del mar y en el mayor episodio de emisiones volcánicas de la historia de la Tierra. Hay zonas, como en el Deccan (India), donde hay varios kilómetros de capas volcánicas.

Es fácil de comprender que la gran cantidad de elementos contaminantes emitidos a la atmósfera tuvo que afectar al clima terrestre. Términos que nos suenan muy familiares como lluvia ácida, efecto invernadero etc., pudieron producirse en relación con este vulcanismo.

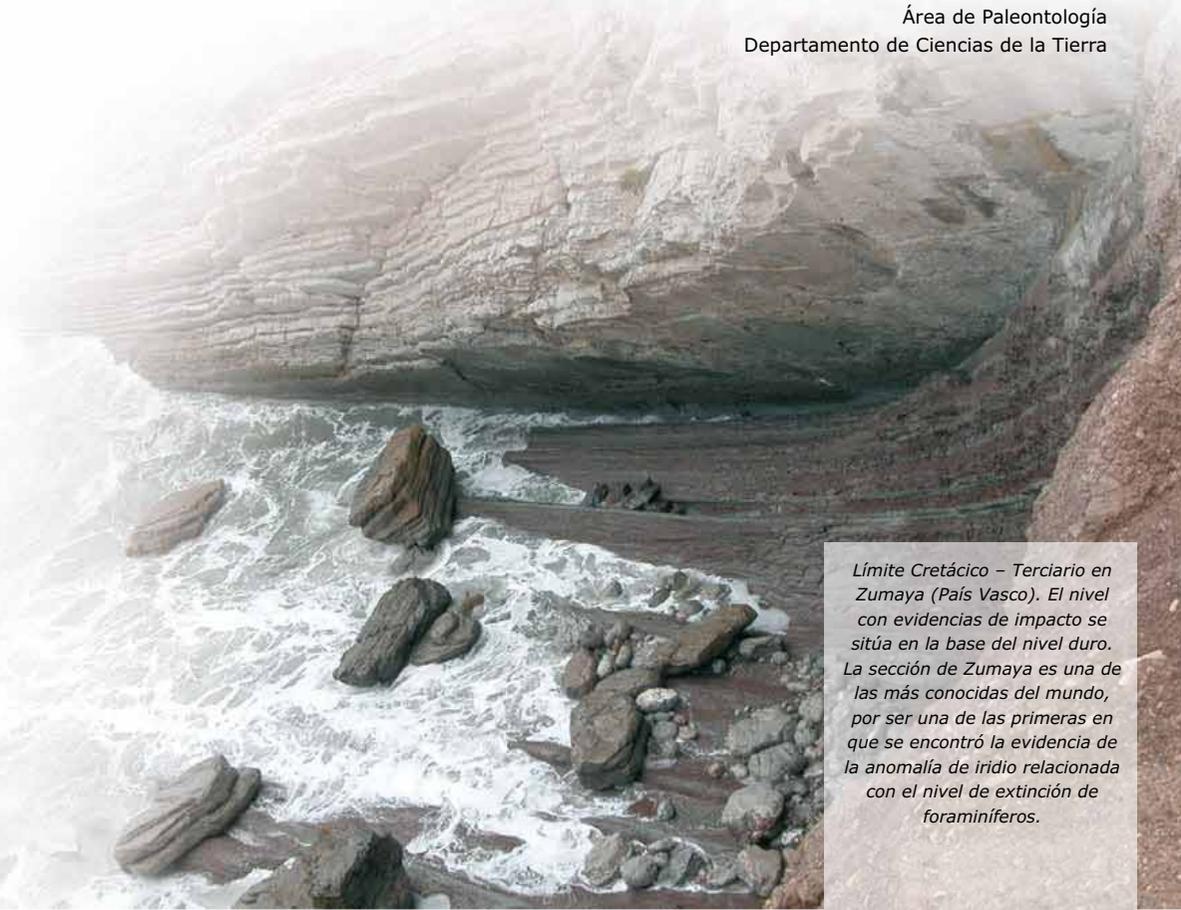
En este escenario, los dinosaurios irían extinguiéndose de una manera gradual en pocos cientos de miles de años (geológicamente casi instantáneamente). De alguna manera, el mundo de los dinosaurios, con unas condiciones climáticas tropicales en la mayor parte de la Tierra, había cambiado y terminaron por extinguir a los hadrosaurios de Arén y a la mayoría de los dinosaurios.

"Nuestros gorriones o los bellos flamencos son la evidencia viva de animales tan fantásticos como los grandes saurópodos extinguidos hace 65 millones de años."

Independientemente de cuál de las dos teorías nos parezca más correcta, no ha sido una equivocación el párrafo anterior donde se ha apuntado "la mayoría de los dinosaurios". En realidad, hubo un grupo de pequeños dinosaurios carnívoros (terópodos) que fueron capaces de sobrevivir a este conjunto de eventos encadenados. Se trata de las aves que, en realidad, son dinosaurios emplumados. La máquina de la evolución trabaja deprisa y el cambio orgánico puede producir estas paradojas. Nuestros pequeños gorriones, o los bellos flamencos, son la evidencia viva de la existencia de animales tan fantásticos como los grandes saurópodos extinguidos hace 65 millones de años. Ni el mejor escritor de ciencia ficción podría habérselo imaginado.

José Ignacio Canudo
Grupo Aragosaurus (www.aragosaurus.com)
Área de Paleontología
Departamento de Ciencias de la Tierra

"Según estos investigadores, al final del Cretácico se produce una extinción gradual de las especies debido a una serie de cambios medioambientales, es decir, por un cambio climático. El papel del impacto meteorítico sería un añadido más a los efectos asesinos, pero no el único."



Límite Cretácico – Terciario en Zumaya (País Vasco). El nivel con evidencias de impacto se sitúa en la base del nivel duro. La sección de Zumaya es una de las más conocidas del mundo, por ser una de las primeras en que se encontró la evidencia de la anomalía de iridio relacionada con el nivel de extinción de foraminíferos.