

DINOSAURIOS Y TETRÁPODOS ASOCIADOS DEL MAASTRICHTIENSE SUPERIOR (CRETÁCICO SUPERIOR) DE LA PROVINCIA DE HUESCA

José Ignacio CANUDO¹

RESUMEN.— El Maastrichtiense continental del noreste de Huesca contiene una rica y diversa fauna de tetrápodos continentales que ha sido investigada por la Universidad de Zaragoza en los últimos años. Su importancia radica en que son los yacimientos más modernos de Europa con dinosaurios, además documentan la paleobiodiversidad de los tetrápodos en los últimos miles de años del Cretácico en esta parte del mundo, poco antes de la extinción del Cretácico-Paleógeno. Es destacable que se han descrito dos nuevos dinosaurios hadrosaurios (*Arenysaurus ardevoli* y *Blasisaurus canudoi*), dos nuevos Crocodylia (*Arenysuchus gascabadiolorum* y *Allodaposuchus subjupiterus*), además de una diversa fauna de dinosaurios terópodos y uno de los registros de saurópodos más moderno del mundo. El Pirineo de Huesca es uno de los lugares clave a nivel mundial para estudiar la extinción de los dinosaurios.

ABSTRACT.— The continental Maastrichtian of the northeast of Huesca contains a rich and diverse continental tetrapod fauna which has been studied by the University of Zaragoza over the last few years. Its importance resides in having sites with the most modern dinosaurs in Europe, as well as documenting the tetrapod palaeobiodiversity of the region in the last few thousand years of the Cretaceous, just prior to the Cretaceous-Tertiary extinction event. It is particularly noteworthy that two new hadrosaur dinosaurs (*Arenysaurus ardevoli* and *Blasisaurus canudoi*) and two new Crocodylia

¹ Grupo Aragosaurus – IUCA. Área de Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 ZARAGOZA. jicanudo@unizar.es

(*Arenysuchus gascabadiolorum* and *Allodaposuchus subjuniperus*) have been described from the area, as well as a diverse fauna of theropod dinosaurs and one of the most modern records of sauropods in the world. The Pyrenees of Huesca are one of the areas of key importance worldwide for studying the extinction of the dinosaurs.

KEY WORDS.— Fossil vertebrate, K/T extinction, Maastrichtian, Province of Huesca (Spain).

INTRODUCCIÓN

Los primeros restos de dinosaurios de la vertiente española de los Pirineos fueron descubiertos en la década de los cincuenta en la cuenca de Tremp (Lérida), cerca de la localidad de Orcau (Isona). Este fue solo el principio. A lo largo de las siguientes décadas esta cuenca se ha convertido en una de las áreas más importantes para la investigación de los dinosaurios del final del Cretácico de Europa. Una historia detallada de estos descubrimientos puede consultarse en GALOBART y cols. (2006). Los yacimientos de huesos, huevos e icnitas del Pirineo leridano se encuentran en las formaciones Arén y Tremp. Estas mismas formaciones afloran en el noroeste de la provincia de Huesca en continuidad con los afloramientos leridanos, sin embargo, en Aragón hasta mediados de la década de los noventa no se encontraron los primeros fósiles de dinosaurios. El geólogo Lluís Ardèvol, haciendo la cartografía geológica en los alrededores de Arén (Huesca), fue el primero que localizó fósiles de dinosaurios en los yacimientos que ahora conocemos como *Blasi*. Junto con Nieves López Martínez, profesora de la Universidad Complutense de Madrid, se pusieron en contacto con José Ignacio Canudo y Gloria Cuenca Bescós, profesores de la Universidad de Zaragoza, para informar del descubrimiento. En ese momento, comenzaron una serie de actuaciones lideradas por el actual Grupo Aragosaurus – IUCA que ha permitido desarrollar una línea de investigación en la provincia de Huesca de importancia mundial.

La extinción de los dinosaurios y todos los acontecimientos sucedidos alrededor de este evento en los ecosistemas terrestres es uno de los temas más fascinantes en la investigación moderna. Sin embargo, hay pocos lugares en el mundo con afloramientos de fósiles de dinosaurios

de finales del Cretácico, es decir, poco antes de su extinción. Uno de esos lugares donde encontramos el registro geológico prácticamente continuo en facies continentales durante el tránsito del Cretácico al Paleógeno son los Pirineos oscenses (CANUDO y CUENCA-BESCÓS, 2004; OMS y CANUDO, 2004; PEREDA-SUBERBIOLA y cols., 2009; VILA y cols., 2013). En los sedimentos del Maastrichtiense superior se ha encontrado una insospechada paleobiodiversidad de dinosaurios algunos de los cuales son nuevos, así *Arenysaurus* y *Blasisaurus*, como se desarrollará posteriormente.

La investigación sobre dinosaurios tiene un gran impacto mediático fuera de los canales de difusión habituales de las revistas científicas. Los nuevos descubrimientos suelen ser portada en medios generalistas y en los portales de Internet más importantes. Este interés se suele traducir en la creación de infraestructuras museísticas que permiten rentabilizar los descubrimientos científicos sobre el terreno. Un buen ejemplo son los dinosaurios de Huesca, desconocidos hasta hace unos años, pero que en la actualidad son la base de uno de los proyectos más interesantes de difusión del patrimonio paleontológico en la comunidad aragonesa. La gran trascendencia mediática que tuvieron los primeros descubrimientos de dinosaurios en Arén impulsó una serie de actuaciones de puesta en valor de los yacimientos (CANUDO y cols., 2005b) y del Museo de los Últimos Dinosaurios de Europa (fig. 1; CANUDO, 2012). Junto con otras iniciativas desarrolladas en el Pirineo catalán y en el francés (MARMI, 2006), los Pirineos orientales podrían considerarse como un gran espacio museístico sobre los vertebrados del final del Cretácico, especialmente dinosaurios (GALOBART LORENTE, 2010).

La investigación científica es la base para obtener la información necesaria que favorezca el desarrollo de este gran espacio museístico, en general, y en la provincia de Huesca, en particular. Teniendo en cuenta que gran parte de los resultados han sido publicados en revistas internacionales con difusión restringida, parece necesario resumir el estado en que se encuentran las investigaciones. Por esta razón, el objetivo de este artículo es poner al día los conocimientos sobre los dinosaurios y la fauna asociada de tetrápodos del Maastrichtiense de Huesca, así como recopilar el listado de los artículos científicos publicados hasta el momento.



Fig. 1. Museo de los Últimos Dinosaurios de Europa (Arén).

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

Los trabajos iniciales de investigación sobre los dinosaurios de Huesca se centraron en los yacimientos de Blasi en el término municipal de Arén (LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2001). En los últimos años se han realizado nuevos descubrimientos en los entornos de Serraduy y Beranuy (CRUZADO-CABALLERO y cols., 2012; PUÉRTOLAS y cols., 2012*b*; VILA y cols., 2013). En los términos municipales de estas localidades oscenses situadas en el noroeste de la provincia, surge una estrecha franja de afloramientos de la formación Arén y Tresp en los que se han encontrado los fósiles de tetrápodos del Maastrichtiense. Recientes prospecciones han permitido descubrir algunos restos fragmentarios de dinosaurios en los afloramientos de la formación Tresp en la sierra de Guara y en su continuación al oeste. Son evidencias que abren la posibilidad de encontrar nuevas zonas con restos fósiles de tetrápodos maastrichtienses en la provincia de Huesca.

El continente europeo al final del Maastrichtiense estaba invadido por mares poco profundos que separaban grandes islas. Una de las mayores era la que ocupaba gran parte del sur de Francia y la península ibérica. Se la conoce como el *macizo iberoarmoricano*. Esta peculiar disposición paleobiogeográfica ha hecho que las faunas continentales europeas de esta edad tengan un origen complejo, pues se han mezclado faunas endémicas con posibles migrantes de otras partes de Europa, África y Norteamérica (PUÉRTOLAS y cols., 2011; CRUZADO-CABALLERO y cols., 2013). El Pirineo central formaba parte de la costa atlántica de esta isla, con el desarrollo de facies costeras y continentales cercanas a la costa que suelen agruparse en las formaciones Arén y Tresp, en el Pirineo aragonés y el leridano. La formación Tresp presenta una amplia variación de base a techo, por lo que algunos autores la han considerado como Grupo Tresp y lo han dividido en diferentes formaciones. Las dos más bajas (Posa y Conques) son las que presentan los yacimientos con dinosaurios en los Pirineos. La mayoría de los yacimientos oscenses se han encontrado en la parte baja de la formación Tresp (equivalentes a las formaciones Posa y Conques), y únicamente uno (Blasi 1) está localizado en el techo de la formación Arén. La edad de todo este conjunto es Maastrichtiense superior (OMS y CANUDO, 2004; PEREDA-SUBERBIOLA y cols., 2009*b*; VILA y cols., 2013); no se han encontrado tetrápodos en el Campaniense superior y Maastrichtiense inferior de Huesca, a diferencia del Pirineo catalán, donde se encuentra registro de esa edad.

LOS TETRÁPODOS DEL MAASTRICHTIENSE SUPERIOR DE HUESCA

Amphibia

Los anfibios del Maastrichtiense de la provincia de Huesca provienen únicamente del yacimiento Blasi 2 en Arén. Los restos de anfibios son todos de pequeño tamaño, recuperados con el proceso de lavado-tamizado de varias toneladas de sedimento (LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2001). El estudio de este material ha permitido diferenciar un albanerpetontido descrito como *Albanerpeton* aff. *nexuosum* (fig. 2) y dos anuros diferentes, un discoglósido

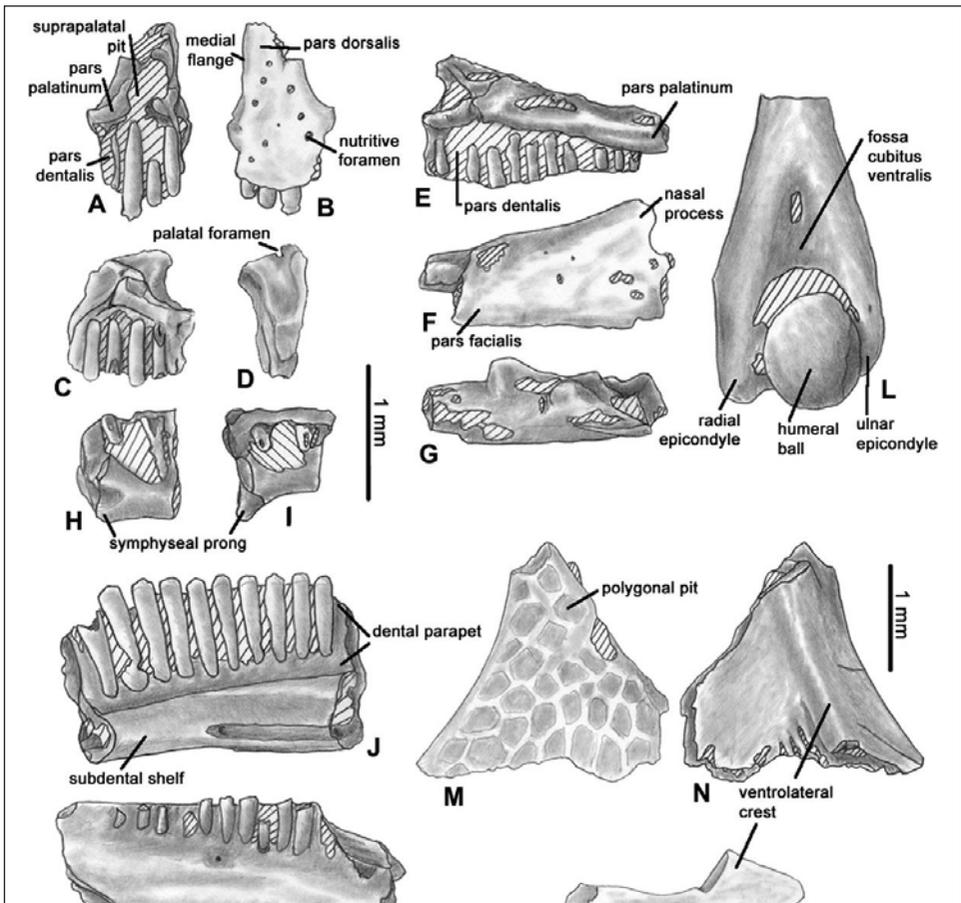


Fig. 2. Diferentes restos craneales y poscraneales del albanerpetontido *Albanerpeton* aff. *nexuosum* procedente del yacimiento Blasi 2, Maastrichtiense superior de Arén (BLAIN y cols., 2010).

(aff. *Paradiscoglossus* sp.) y un paleobatrácido (BLAIN y cols., 2010). Se trata de una asociación típica laurasiática, sin elementos gondwánicos como sucede en yacimientos del Campaniense-Maastrichtiense de otras partes de los Pirineos (BLAIN y cols., 2010).

Quelonia

Las placas aisladas de quelonios son relativamente frecuentes en la parte inferior de la formación Tresp en el Pirineo oscense. Hay representados dos quelonios de pequeño-mediano tamaño, uno es un taxón indeterminado de Bothremydidae (muy abundante) y el otro es también un taxón indeterminado, en este caso de Solemydidae descrito únicamente en Blasi 2 (MURELAGA y CANUDO, 2005). El material es demasiado fragmentario para clasificar a nivel genérico a los taxones que pertenecen.

Squamata

Los restos de escamosos del Maastrichtiense superior de la provincia de Huesca son de pequeño tamaño; como los anfibios, provienen del lavado-tamizado del yacimiento Blasi 2. Se han encontrado restos de tres lagartos distintos, uno de los cuales sería un ánguido y además una vértebra de una serpiente indeterminada (BLAIN y cols., 2010). El material es demasiado fragmentario para poder precisar, pero como en los anfibios no se han detectado elementos gondwánicos.

Hadrosauria

Los fósiles de tetrápodos más abundantes en el Maastrichtiense de Huesca son los de dinosaurios hadrosaurios. Se trata de un grupo de ornitópodos típicos en el Cretácico superior de Laurasia, pero que hasta el comienzo de la primera década de nuestro siglo no se habían descrito en el Pirineo oscense (LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2001). Estos restos fósiles provienen de los yacimientos Blasi 1 y 3. Una de las novedades que deparró la investigación es el reconocimiento de lambeosaurinos (CRUZADO-CABALLERO y cols., 2005) y una biodiversidad inusitada de hadrosáuridos (PEREDA-SUBERBIOLA y cols., 2009a). La buena conservación del material

y las claras diferencias morfológicas con los taxones conocidos de hadrosaurios en Europa han permitido describir dos nuevos taxones. En Blasi 3 se han recuperado elementos de prácticamente todas las partes del cuerpo de un lambeosaurino descrito como *Arenysaurus ardevoli* (fig. 3). Su nombre hace referencia a la localidad donde se ha encontrado (Arén) y al descubridor de los yacimientos (Lluís Ardèvol). Entre el material recuperado se encuentra la mayor parte del cráneo, excepto los nasales (PEREDA-SUBERBIOLA y cols., 2009b). Este hueso es especialmente importante en los lambeosaurinos, ya que suele estar modificado llegando a formar vistosas estructuras. Desconocemos cómo sería el de *Arenysaurus*, pero tendría esta estructura sobresaliendo del cráneo más o menos desarrollada. El segundo taxón descrito es *Blasisaurus canudo* en el yacimiento Blasi 1 (formación Arén), es decir, un poco más antiguo que *Arenysaurus* (CRUZADO-CABALLERO y cols., 2010a). Además, se ha descrito material de un hadrosaurino (CRUZADO-CABALLERO y cols., 2010b) en Blasi 5 y una mandíbula aislada diferente de las de *Blasisaurus* y *Arenysaurus* (CRUZADO-CABALLERO y cols., 2014). Esta biodiversidad extraordinaria de hadrosaurios al final del Maastrichtiense en el Pirineo de Huesca ha sido señalada en varios trabajos (PEREDA-SUBERBIOLA y cols., 2009b; CRUZADO-CABALLERO, 2012), a la que habría que sumar otros taxones descritos al final del Cretácico en otras partes del Pirineo (DALLA-VECHIA, 2009; PRIETO-MÁRQUEZ y cols., 2013). Los estudios paleobiogeográficos indican que los lambeosaurinos oscenses son faunas emigrantes de Asia que llegaron a las islas europeas en el tránsito Maastrichtiense inferior-superior.

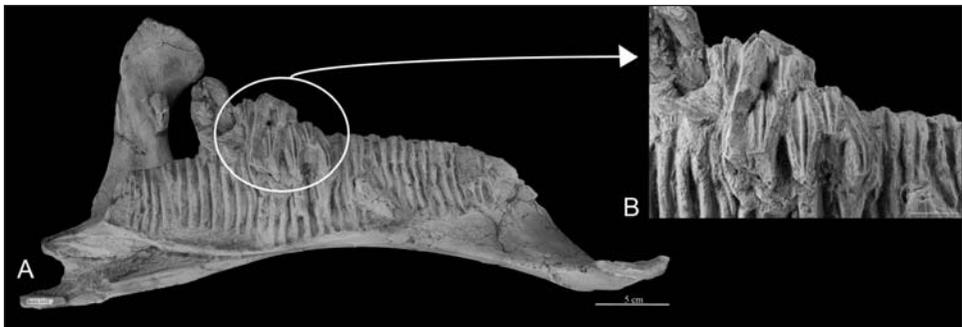


Fig. 3. Dentario del dinosaurio hadrosaurio *Arenysaurus ardevoli* procedente del yacimiento Blasi 3, Maastrichtiense superior de Arén (PEREDA-SUBERBIOLA y cols., 2009b). Se observan los detalles de los dientes ligeramente desplazados de sus posiciones originales.



Fig. 4. Icnita de *Hadrosauropodus*, que se conserva como contramolde en la base de un estrato de areniscas (VILA y cols., 2013). Yacimiento de Isclés, Maastrichtiense superior de Arén.

La formación Tresp es significativamente rica en icnitas de hadrosaurios en la provincia de Huesca, así como en el resto del Prepirineo español (VILA y cols., 2013). En los últimos 300 000 años del Cretácico son extremadamente abundantes en los niveles de areniscas fluviales (fig. 4). En la mayoría de los casos se conservan como contramoldes en donde se puede observar con gran detalle la disposición de los dedos de estos dinosaurios (VILA y cols., 2013). En la provincia de Huesca solo hay un yacimiento donde se conservan las huellas reales (BARCO y cols., 2001). Este yacimiento puede ser visitado cerca del núcleo urbano de Arén. La excelente conservación de algunas icnitas, como las recuperadas en Serraduy y en Isclés (Arén), ha permitido incluirlas en el icnogénero *Hadrosauropodus*, de manera similar a otras de Asia y Norteamérica (VILA y cols., 2013).

Sauropoda

Los saurópodos son dinosaurios saurisquios cuadrúpedos caracterizados por poseer un largo cuello y una larga cola. Entre ellos se encuentran los mayores animales terrestres encontrados en el registro fósil. Los saurópodos son relativamente frecuentes en el Campaniense-Maastrichtiense inferior de los Pirineos, pero muy escasos en el Maastrichtiense superior (VILA y cols., 2012). De hecho, durante un tiempo se consideró que se extinguían en el tránsito Maastrichtiense inferior-superior. Los fósiles de saurópodos encontrados en Huesca son escasos, pero de gran interés científico. Uno de ellos es un fragmento proximal de un fémur de gran tamaño recuperado cerca de Serraduy (CANUDO, 2001). Su descubrimiento documentó la presencia de este grupo hasta el final del Cretácico; así, VILA y cols. (2012) lo sitúan unos pocos miles de años antes del límite y representa el registro más moderno en Europa de Sauropoda. Se ha asignado a un titanosaurio indeterminado (CANUDO, 2001; VILA y cols., 2012). Recientemente PUÉRTOLAS-PASCUAL y cols. (2012*b*) citan la presencia de una vértebra caudal de Sauropoda en el yacimiento Barranco Serraduy 4 que por el momento se encuentra sin estudiar. Son niveles estratigráficamente cercanos al nivel donde se encontró el fémur.

Las cáscaras de huevo y huevos completos de saurópodo son muy abundantes en la formación Arén y Tremp en el Pirineo catalán, sin embargo, están ausentes por el momento en el Pirineo aragonés. Se han citado cáscaras de huevo asignadas a aff. Megaloolithidae en el yacimiento de Blasi 2 (LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 1999; LÓPEZ-MARTÍNEZ, 2003). La oofamilia Megaloolithidae ha sido relacionada con los saurópodos titanosaurios. Sin embargo, un trabajo reciente (MORENO-AZANZA y cols., 2014) reestudia estas cáscaras y concluye que su estructura es la de un crocodylomorfo, descartando por el momento la presencia de cáscaras de huevo de saurópodo en este yacimiento.

Theropoda

Los dinosaurios carnívoros se agrupan en el orden Theropoda. Hasta el momento su registro en el Maastrichtiense de la provincia de Huesca es escaso y fragmentario, compuesto exclusivamente por dientes aislados

(LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2001; TORICES y cols., 2004; TORICES HERNÁNDEZ, 2007; TORICES y cols. [en prensa]). También se han reconocido evidencias de su actividad depredadora registrada sobre huesos de hadrosaurios (CANUDO y cols., 2005a), incluyendo un raro ejemplo en el registro fósil de interacción entre depredador-presa, interpretada como una estrategia de caza de los terópodos similar a la que hacen los grandes lagartos como *Varanus komodoensis* (CANUDO, 2004; CANUDO y cols., 2005c).

Los dientes de terópodos son de los restos fósiles más abundantes de estos dinosaurios. La principal razón es que estos animales tenían un reemplazamiento dental a lo largo de su vida. Cada diente desprendido por el uso era reemplazado por otro. Esto hace que un solo terópodo pueda aportar gran cantidad de dientes al registro fósil. La presencia conjunta de carcasas de dinosaurios fitófagos y dientes de terópodos está bien documentada en el registro fósil con numerosos ejemplos, uno de ellos es con la carcasa del hadrosaurio *Arenysaurus* y prueba que fue carroñeada por varios terópodos distintos (CANUDO y cols., 2005a).

Los dientes de terópodos nos dan una importante aportación para conocer la paleobiodiversidad. Se han recuperado una veintena de dientes de terópodos del Maastrichtiense de la provincia de Huesca. Estos provienen exclusivamente de tres yacimientos (Blasi 1, 2 y 3). La mayoría de los dientes de Blasi 2 son de pequeño tamaño y se recuperaron por el método del tamizado-levigado (LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2001). Los de mayor tamaño se han recogido en prospecciones superficiales o durante las campañas de excavación. Los dientes de terópodos suelen ser bastante plesiomórficos, manteniendo los caracteres primitivos para los dinosaurios como puede ser el aplastamiento latero-medial o la presencia de carenas en sus bordes mesial y distal. A pesar de esto, en los últimos años se ha hecho un gran esfuerzo en describir caracteres que permiten identificar con dientes aislados los principales clados de terópodos. Esto tiene gran interés, ya que permite esbozar la paleobiodiversidad de los terópodos en una formación a pesar de carecer de otros restos anatómicos como sucede en el Maastrichtiense de Huesca.

Están representados entre cuatro y ocho taxones de terópodos a partir de sus dientes: Neoceratosauria indet., Maniraptoriformes indet. (cf. *Richardoestesia* de TORICES y cols. [en prensa]), Dromaeosauridae indet. y cf. *Euronychodon* sp. (TORICES y cols., 2004; CANUDO y cols., 2005). La presencia de

un terópodo de tamaño medio-grande está bien documentada por unos dientes aquí incluidos en Neoceratosauria indet. Sin embargo, su posición sistemática es dudosa. Son dientes con carenas mesial y distal y sin caracteres diagnósticos. Hasta hace unos años, únicamente se conocía a los neoceratosaurios como los únicos terópodos con dientes tan plesiomórficos representados al final del Cretácico. Sin embargo, se ha documentado la presencia de un clado de tetanuros basales (Neovenatoridae) que podrían tener dientes similares. Por esta razón, en algunas clasificaciones se prefiere usar una nomenclatura más abierta (Theropoda indet.) para este morfotipo o morfotipos presentes en otras partes del Pirineo (TORICES y cols. [en prensa]).

El resto de terópodos son de pequeño tamaño y representan taxones de celurosaurios derivados de difícil clasificación genérica en el material del Pirineo debido a la escasez de restos más o menos completos en el Maastrichtiense del macizo iberoarmoricano. Por esta razón, se ha tendido a usar nombres genéricos en nomenclatura abierta de taxones norteamericanos donde sí hay un buen registro osteológico. Los dientes asignados a Dromaeosauridae presentan cinco morfologías diferentes (morfotipos A-E), por lo que en el caso de ser taxones diferentes darían un número máximo de ocho taxones distintos. Sin embargo, no hay que descartar que algunos de estos morfotipos pudieran formar parte del mismo taxón y nos está expresando una heterodoncia. En este sentido, TORICES y cols. [en prensa] identifican dos taxones con esta morfología y los asignan a *cf. dromaeosáuridos* y *cf. Pyroraptor olympus*.

Crocodylomorpha

El registro fósil de los crocodylomorfos en el Cretácico superior es especialmente interesante, porque tiene taxones que podrían estar involucrados en la primera radiación de Crocodylia, el clado que incluye a los representantes actuales (Crocodyloidea, Alligatoidea y Gabyaloidea). Los primeros restos descritos en el Maastrichtiense de Huesca provienen de los yacimientos Blasi 1-3 (LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2001). Estos autores a partir de dientes aislados y material poscraneal identificaron la presencia de eusuchios clasificados como Trematochampsidae indet., *Acynodon* y Alligatoridae. Posteriormente, se han encontrado dos cráneos en los yacimientos de Elias (Arén) y Amor 3 (Beranuy) que han aportado una novedosa

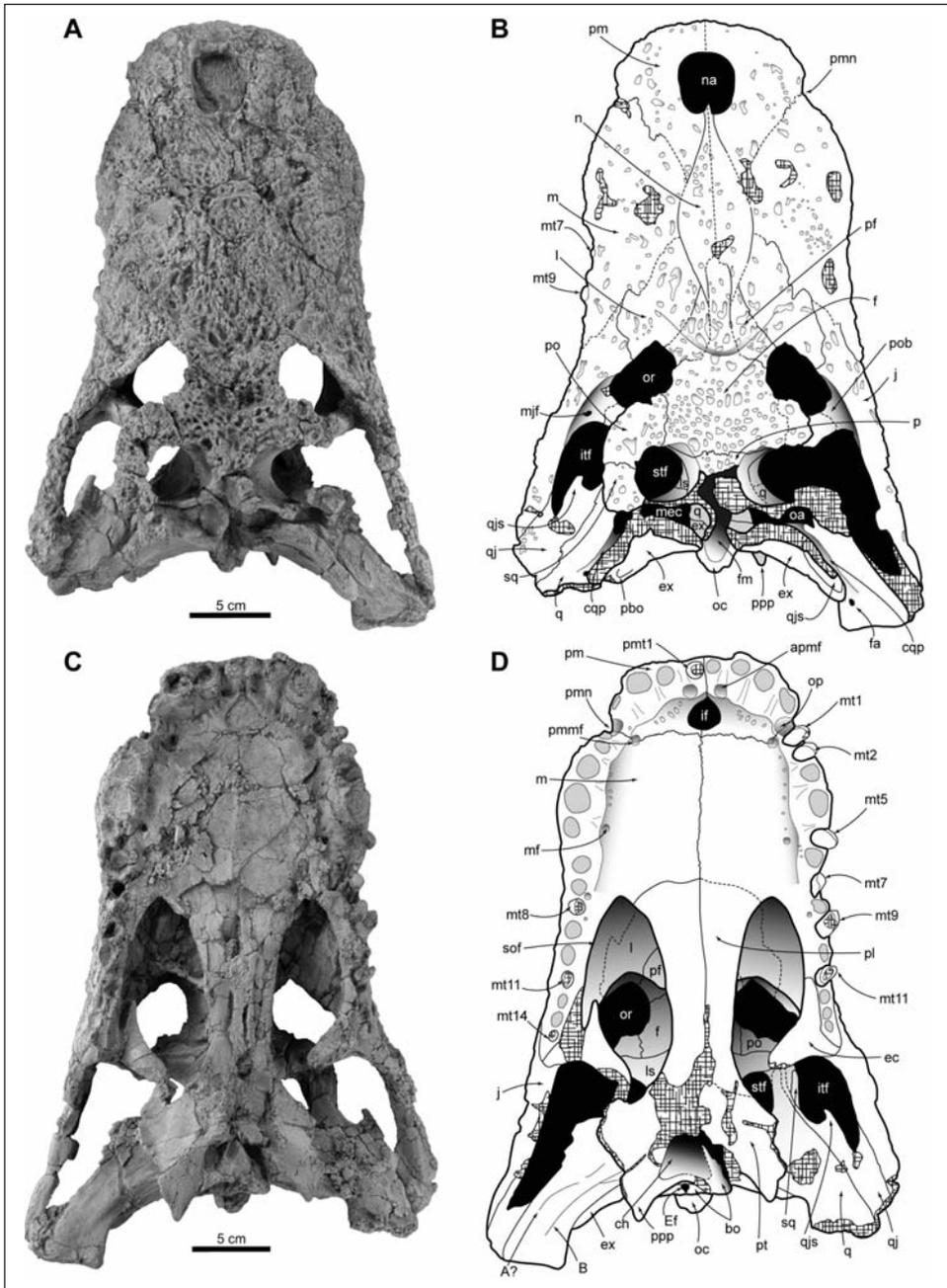


Fig. 5. Cráneo del Alligatoroidea *Allodaposuchus subjuniperus* del Maastrichtiense superior del yacimiento Amor 3 en Beranuy (PUÉRTOLAS-PASCUAL y cols., 2014).

información. En Elías se ha descrito *Arenysuchus gascabadiolorum*, que podría ser el representante de Crocodyloidea más antiguo de Eurasia y abre la posibilidad de que sean los primeros pasos en la evolución de este clado en Europa (PUÉRTOLAS y cols., 2011), aunque también podría formar parte de un grupo de Alligatorioidea. Por otra parte, recientemente se acaba de describir *Allodaposuchus subjuniperus* en unos niveles prácticamente coincidentes con el límite Cretácico-Paleógeno (fig. 5; PUÉRTOLAS-PASCUAL y cols., 2012a, 2014). *Allodaposuchus* es un género de Alligatorioidea exclusivo del final del Cretácico en Europa (Rumanía, Francia y España). El taxón oscense es el más moderno del registro fósil y demuestra que es un grupo que llegó hasta el límite Cretácico-Paleógeno y posiblemente fue uno de los taxones que se extinguieron en ese momento.

En el yacimiento Blasi 2 se han descrito las únicas cáscaras de huevo de crocodilomorfo del Maastrichtiense superior de España. Se trata de un material demasiado fragmentario para describir un nuevo taxón. Presentan tres capas estructurales, de manera similar a la de las cáscaras de taxones actuales, como son las de *Crocodylus porosus* o *Crocodylus niloticus*, lo que las diferencia de las de Megaloolithidae inicialmente asignadas (MORENO-AZANZA y cols., 2014).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La investigación del Grupo Aragosaurus – IUCA, en colaboración con otras instituciones españolas (Institut Català de Paleontologia, Universidad del País Vasco, IPHES de Tarragona, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Complutense de Madrid), ha permitido descubrir una paleobiodiversidad de tetrápodos del Maastrichtiense superior de Huesca totalmente desconocida en el siglo pasado. Los yacimientos oscenses, junto con los del Pirineo catalán, conforman una unidad que va a ser de gran importancia en la investigación de la extinción de los dinosaurios en el límite Cretácico-Paleógeno.

La asociación de tetrápodos del Maastrichtiense superior de los Pirineos oscenses está compuesta por anfibios, lacértidos, quelonios, crocodilomorfos, hadrosaurios, terópodos (incluyendo aves) y saurópodos. En cuanto a los arcosaurios, hay representación tanto de huesos como de cáscaras de huevo

e icnitas. Es destacable la ausencia de mamíferos y pterosaurios. En el caso de los pterosaurios podría ser un sesgo tafonómico; sin embargo, en cuanto a los mamíferos, sería un sesgo paleoecológico, ya que estos tetrápodos no se han descrito por el momento en el Maastrichtiense superior del Pirineo. Al menos hay representados diecisiete taxones diferentes de tetrápodos. Este número es aproximado, ya que la biodiversidad de los terópodos resulta imprecisa a partir de dientes aislados. En los sedimentos de la base del Terciario de Huesca no se conoce ningún resto fósil de tetrápodo. Esta ausencia no parece poder asignarse a un sesgo tafonómico; ya que no hay un cambio paleoambiental en las facies del final del Cretácico y del comienzo del Terciario. La investigación debe continuar, pero en el estado del conocimiento actual parece que la diversa y abundante fauna de tetrápodos del Maastrichtiense superior en los Pirineos se extinguió de manera brusca cerca o coincidente con el límite entre el Cretácico y el Paleógeno.

AGRADECIMIENTOS

Las actuaciones en Arén han contado con la ayuda inestimable de sus gentes, que personalizamos en los agradecimientos a su Ayuntamiento. Los trabajos en el Pirineo aragonés han recibido ayudas de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón y del Proyecto Grupos Consolidados. Forma parte del plan de divulgación incluido en el convenio mixto Universidad de Zaragoza – Comarca de Ribagorza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCO, J. L., L. ARDÈVOL y J. I. CANUDO (2001). Descripción de los primeros rastros asignados a Hadrosauridae (Ornithopoda, Dinosauria) del Maastrichtiense de la Península Ibérica (Areny, Huesca). *Geogaceta*, 3: 235-238.
- BLAIN, H. A., J. I. CANUDO, G. CUENCA-BESCÓS y N. LÓPEZ-MARTÍNEZ (2010). Amphibians and squamates from the latest Maastrichtian (Upper Cretaceous) of Blasi 2 (Huesca, Spain). *Cretaceous Research*, 31: 433-446.
- CANUDO, J. I. (2001). Descripción de un fragmento proximal de fémur de Titanosauridae (Dinosauria, Sauropoda) del Maastrichtiense superior de Serraduy (Huesca). En *Actas de las XVII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Los fósiles y la paleogeografía (Albarracín, 2001)*. Albarracín, 1: 255-262.

- CANUDO, J. I. (2004). El caso del dinosaurio hadrosaurio de Arén (Huesca): ¿muerte accidental o asesinato? *Naturaleza Aragonesa*, 13: 4-14.
- CANUDO, J. I. (2012). Research on fossil vertebrates and its application as cultural tourism in Aragón (Spain). *Virtual Archeology Review*, 3 (5): 28-32.
- CANUDO, J. I., X. PEREDA-SUBERBIOLA y N. LÓPEZ-MARTÍNEZ (2000). Los dinosaurios del Maastrichtiense superior de Huesca y su importancia en el estudio de la extinción del límite Cretácico / Terciario. *Geo-Temas*, 1 (2): 339-342.
- CANUDO, J. I., y G. CUENCA-BESCÓS (2004). La extinción de los dinosaurios: lo que puede aportar el registro paleontológico español. En *Libro Homenaje a Emiliano Aguirre*: 119-127. Museo Arqueológico. Alcalá de Henares.
- CANUDO, J. I., J. L. BARCO, P. CRUZADO-CABALLERO, G. CUENCA-BESCÓS, J. I. RUIZ-OMEÑACA y R. ROYO-TORRES (2005a). Evidencias de predación de dinosaurios terópodos en el Maastrichtiense superior, Cretácico superior de Arén (Huesca). *Lucas Mallada*, 12: 29-58.
- CANUDO, J. I., J. L. BARCO, G. CUENCA-BESCÓS, J. I. RUIZ-OMEÑACA y P. CRUZADO, (2005b). *Guía de los yacimientos de Arén*. Prames-Diputación General de Aragón, Departamento de Educación Cultura y Deportes. Zaragoza. 35 pp.
- CANUDO, J. I., P. CRUZADO-CABALLERO y M. MORENO-AZANZA (2005c). Possible theropod predation evidence in hadrosaurid dinosaurs from the Upper Maastrichtian (Upper Cretaceous) of Arén (Huesca, Spain). *Kaupia. Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte*, 14: 9-13.
- CRUZADO-CABALLERO, P. (2012). *Restos directos de dinosaurios hadrosáuridos (Ornithopoda, Hadrosauridae) del Maastrichtiense superior (Cretácico superior) de Arén (Huesca)*. Tesis doctoral presentada en la Universidad de Zaragoza. 403 pp.
- CRUZADO-CABALLERO, P., J. I. CANUDO y J. I. RUIZ-OMEÑACA (2005). Nuevas evidencias de la presencia de hadrosaurios lambeosaurinos (Dinosauria) en el Maastrichtiense superior de la Península Ibérica (Arén, Huesca). *Geogaceta*, 38: 47-50.
- CRUZADO-CABALLERO, P., J. I. RUIZ-OMEÑACA y J. I. CANUDO (2010a). Evidencias de la coexistencia de hadrosaurinos y lambeosaurinos en el Maastrichtiano superior de la Península Ibérica (Arén, Huesca, España). *Ameghiniana*, 47 (2): 153-164.
- CRUZADO-CABALLERO, P., X. PEREDA-SUBERBIOLA y J. I. RUIZ-OMEÑACA (2010b). *Blasisaurus canudo* gen. et sp. nov., a new lambeosaurine dinosaur (Hadrosauridae) from the latest Cretaceous of Arén (Huesca, Spain). *Canadian Journal of Earth Sciences*, 47 (12): 1507-1517.
- CRUZADO-CABALLERO, P., E. PUÉRTOLAS-PASCUAL, J. I. CANUDO, D. CASTANERA, J. M. GASCA y M. MORENO-AZANZA (2012). New hadrosaur remains from the Late Maastrichtian of Huesca (NE Spain). *Fundamental*, 20: 45-48.
- CRUZADO-CABALLERO, P., J. I. CANUDO, M. MORENO-AZANZA y J. I. RUIZ-OMEÑACA (2013). New material and phylogenetical position of *Arenysaurus ardevoli*, a lambeosaurine dinosaur from the Late Maastrichtian of Arén (northern Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 33 (6): 1376-1384.

- CRUZADO-CABALLERO, P., J. I. RUIZ-OMEÑACA, R. GAETE, V. RIERA, O. OMS y J. I. CANUDO (2014). A new hadrosaurid dentary from the latest Maastrichtian of the Pyrenees (North of Spain) and the high diversity of the duck-billed dinosaurs of the Ibero-Armorican Realm at the very end of the Cretaceous. *Historical Biology*, 26 (5): 619-630.
- DALLA-VECCHIA, F. M. (2009). European hadrosauroids. En CAS (eds.), *Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su entorno*: 45-74. Colectivo Arqueológico y Paleontológico de Salas. Salas de los Infantes.
- GALOBART LORENTE, À. (2010). El Prepirineo concebido como museo paleontológico. En J. A. Gámez Vintaned (ed.), *XI Jornadas Aragonesas de Paleontología "La Paleontología en los museos"*. Homenaje al profesor Eladio Liñán Guijarro: 95-109. IFC. Zaragoza.
- GALOBART, À., J. LE LOEUFF y J. I. CANUDO (2006). Història de les troballes de dinosaure als Pirineus. En B. Vila y J. Marmi (eds.), *Els dinosaures dels Pirineus*: 26-37. Zenobita Edicions. Barcelona.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (2000). Eggshell sites from the Cretaceous-Tertiary transition in South-Central Pyrenees (Spain). En A. M.^a Bravo y T. Reyes (eds.), *First International symposium on Dinosaur eggs and babies. Extended abstracts*: 95-115. Isona i Conca Dellà.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (2003). Dating dinosaur oodiversity: Chronostratigraphic control of Late Cretaceous oospecies succession. *Palaeovertebrata*, 32 (2-4): 120-148.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., J. I. CANUDO y G. CUENCA (1999). Latest Cretaceous eggshells from Arén (southern Pyrenees, Spain). En *First international symposium on Dinosaur eggs and babies (Isona i Conca Dellà)*: 35-36. Isona i Conca Dellà.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., J. I. CANUDO, L. ARDÈVOL, X. PEREDA-SUBERBIOLA, X. ORUE-ETXEBARRÍA, G. CUENCA-BESCÓS, J. I. RUIZ-OMEÑACA, X. MURELAGA y M. FEIST (2001). New dinosaur sites correlated with Upper Maastrichtian pelagic deposits in the Spanish Pyrenees: Implications for the dinosaur extinction pattern in Europe. *Cretaceous Research*, 22: 41-61.
- MARMI, J. (2006). Museums, entitats i centres de recerca relacionats amb l'estudi i la divulgació dels dinosaures dels Pirineus. En B. Vila y J. Marmi (eds.), *Els dinosaures dels Pirineus*: 110-118. Zenobita Edicions. Barcelona.
- MORENO-AZANZA, M., B. BAULUZ, J. I. CANUDO, E. PUÉRTOLAS-PASCUAL y A. G. SELLÉS (2014). A re-evaluation of aff. *Megaloolithidae* eggshell fragments from the uppermost Cretaceous of the Pyrenees and implications for crocodylomorph eggshell structure. *Historical Biology*, 26 (2): 195-205.
- MURELAGA, X., y J. I. CANUDO (2005). Descripción de los restos de quelonios del Maastrichtiense superior de Arén y Serraduy (Huesca). *Geogaceta*, 38: 51-54.
- OMS, O., y J. I. CANUDO (2004). Datación magnetoestratigráfica de los dinosaurios del Cretácico terminal (Maastrichtiense superior) de Arén (Huesca, Unidad Surpirenaica Central). *Geo-Temas*, 6 (5): 51-54.

- PEREDA-SUBERBIOLA, X., J. I. CANUDO, J. COMPANY, P. CRUZADO-CABALLERO y J. I. RUIZ-OMEÑACA (2009a). Hadrosaurids from the latest Cretaceous of the Iberian Peninsula: new interpretations. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29 (3): 946-951.
- PEREDA-SUBERBIOLA, X., J. I. CANUDO, P. CRUZADO-CABALLERO, J. L. BARCO, N. LÓPEZ-MARTÍNEZ y J. I. RUIZ-OMEÑACA (2009b). The last hadrosaurid dinosaurs of Europe: a new lambeosaurine from the uppermost Cretaceous of Arén (Huesca, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 8: 559-572.
- PRIETO-MÁRQUEZ, A., F. M. DALLA-VECCHIA, R. GAETE y À. GALOBART (2013). Diversity, relationships, and biogeography of the Lambeosaurine dinosaurs from the European Archipelago, with description of the new Aralosaurin *Canardia garonnensis*. *Plos One*, 8 (7): e69835.
- PUÉRTOLAS-PASCUAL, E., J. I. CANUDO y P. CRUZADO-CABALLERO (2011). A new Crocodylian from the Late Maastrichtian of Spain: Implications for the initial radiation of Crocodyloids. *Plos One*, 6 (6): e20011.
- PUÉRTOLAS-PASCUAL, E., P. CRUZADO-CABALLERO, J. I. CANUDO, M. MORENO-AZANZA, J. M. GASCA, D. CASTANERA y J. PARRILLA (2012a). A new specimen of *Allodaposuchus* sp. (Eusuchia) from the Late Maastrichtian of Spain (Serraduy, Huesca). *Fundamental*, 20: 199-202.
- PUÉRTOLAS-PASCUAL, E., P. CRUZADO-CABALLERO, J. I. CANUDO, J. M. GASCA, M. MORENO-AZANZA, D. CASTANERA, J. PARRILLA y L. EZQUERRO (2012b). Nuevos yacimientos de vertebrados del Maastrichtiense superior (Cretácico superior) de Huesca (España). *Geo-Temas*, s. p.
- PUÉRTOLAS-PASCUAL, E., J. I. CANUDO y M. MORENO-AZANZA (2014). The eusuchian crocodylomorph *Allodaposuchus subjuniperus* sp. nov., a new species from the latest Cretaceous (Upper Maastrichtian) of Spain. *Historical Biology*, 26 (1): 91-104.
- TORICES HERNÁNDEZ, A. (2007). *Los dinosaurios terópodos del Cretácico superior de la Cuenca Surpirenaica*. Tesis presentada en la Universidad Complutense de Madrid. 409 pp.
- TORICES, A., J. I. RUIZ-OMEÑACA, J. I. CANUDO y N. LÓPEZ-MARTÍNEZ (2004). Nuevos datos sobre los dinosaurios terópodos (Saurischia: Theropoda) del Cretácico superior de los Pirineos sur-centrales (Huesca y Lleida). *Geo-Temas*, 6 (5): 71-74.
- TORICES, A., P. CURRIE, J. I. CANUDO y X. PEREDA-SUBERBIOLA (2015). Theropod dinosaurs from the Upper Cretaceous of the south Pyrenean zone. *Acta Palaeontologica Polonica* [en prensa].
- VILA, B., À. GALOBART, J. I. CANUDO, J. LE LOEUFF, J. DINARÉS-TURELL, V. RIERA, O. OMS, T. TORTOSA y R. GAETE (2012). The diversity of sauropod dinosaurs in the latest Cretaceous of southwest of Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 350: 19-38.
- VILA, B., O. OMS, V. FONDEVILLA, R. GAETE, À. GALOBART, V. RIERA y J. I. CANUDO (2013). The latest succession of dinosaur tracksites in Europe: Hadrosaur ichnology, track production and palaeoenvironments. *Plos One*, 8 (9): e72579.

CONTENIDOS DEL NÚMERO 16 (2014)

PRESENTACIÓN

Sobre la temática para publicar en *Lucas Mallada*, por José Antonio CUCHÍ

PREFACIO

La vuelta de los grandes, por Juan HERRERO

ARTÍCULOS

Dinosaurios y tetrápodos asociados del Maastrichtiense superior (Cretácico superior) de la provincia de Huesca, por José Ignacio CANUDO

Reducción del impacto ambiental en la edificación mediante la selección consciente de materiales de construcción: el caso de una vivienda unifamiliar construida en tierra (técnica de la tapia) en el Prepirineo aragonés, por Àngels CASTELLARNAU

Tipificación de patrones espacio-temporales y en relación con las crecidas de NO_3^- , sólidos en suspensión y sales disueltas en la cuenca del río Flumen (Huesca), por Nadia DARWICHE-CRIADO y Francisco COMÍN

Genética de las poblaciones ibéricas de trufa negra (*Tuber melanosporum*), por Iván GARCÍA-CUNCHILLOS, Sergio SÁNCHEZ, Juan José BARRIUSO y Ernesto PÉREZ-COLLAZOS

Rocas silíceas de la margen izquierda del valle medio del Ebro, por Luis Miguel GARCÍA-SIMÓN y Juan MANDADO

Fracasos en la reproducción del quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), por predación, en el Pirineo central (Aragón), por Juan Antonio GIL y Gonzalo CHÉLIZ

Un antiguo escorial en Ballibierna (Benasque, Huesca), por José Antonio MANSO y José Antonio CUCHÍ
Estado trófico y calidad ecológica del río Gállego a su paso por la provincia de Huesca, por Marta MICHAVILA, Rocío LÓPEZ-FLORES y José Antonio CUCHÍ

Reacciones agua-roca en la cuenca alta de los ríos Isuela y Flumen (Huesca), por Domingo MONAJ, José Luis VILLARROEL, José Antonio MANSO y José Antonio CUCHÍ

Estudio estacional de la calidad ecológica del río Cinca (Huesca) según sus comunidades de macroinvertebrados bentónicos, por Beatriz ORÓS, Rocío LÓPEZ-FLORES y José Antonio CUCHÍ

El Campo Fenero: las disputas seculares por un pequeño monte del término municipal de Biel (Zaragoza), por Ignacio PÉREZ-SOBA

Tierra Bucho (Huesca): aproximación al análisis microespacial de sus yacimientos prehistóricos, por Pilar SÁNCHEZ

