スペイン奇跡の恐竜たち

Dinosaurios Maravillosos de Cuenca

EMBAJADA DE ESPAÑA EN JAPÓN

cooperación española

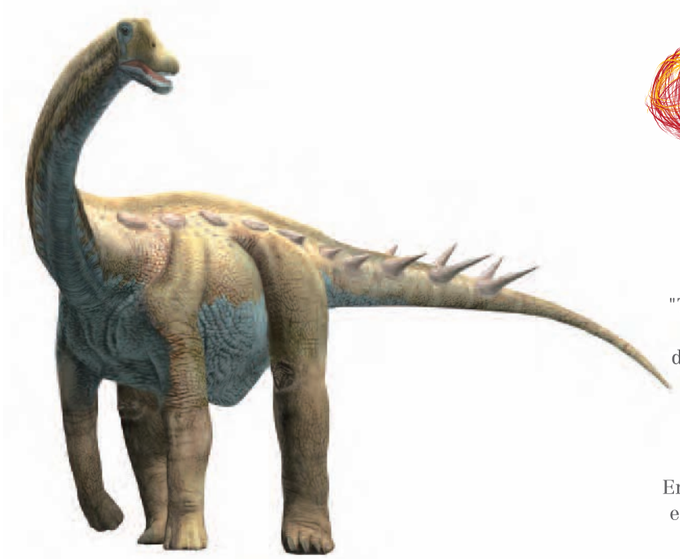
Castilla-La Mancha

QVIXOTE

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CUENCA

2013
2014

AÑO DUAL ESPAÑA-JAPÓN
日本スペイン交流400周年
400 AÑOS DE RELACIONES



"This book was originally written for the special dinosaur exhibition, “Miracle dinosaurs from Spain” held at the Fukui Prefectural Dinosaur Museum (FPDM), Japan, in 2014 (July 11th –Oct. 13th). The original edition was published in Japanese in 2014 by FPDM and the English edition was in 2015 after FPDM’s editing. FPDM and the Yomiuri Shimbun hosted the first exhibition."

スペイン 奇跡の恐竜たち

Dinosaurios Maravillosos de Cuenca

Castilla-La Mancha

QVIXOTE

Los castellano-manchegos siempre hemos estado orgullosos de nuestro rico patrimonio histórico cultural. Pero, además, Castilla-La Mancha es una de las regiones españolas que cuentan con un paisaje más diverso y llamativo, en gran parte debido a un patrimonio natural importante y singular. De hecho, contamos con dos Parques Nacionales y seis Parques Naturales de carácter regional. En los últimos años, el patrimonio natural castellano-manchego ha sido enriquecido con patrimonio paleontológico, que ha alcanzado una notable relevancia internacional. Un ejemplo de hace casi 30 años: el hallazgo y estudio del ave cretácica *Iberomesornis* produjo un comentario de Isaac Asimov, apareció en portadas de importantes rotativos de todo el mundo, y se incorporó de manera inmediata a la Enciclopedia Británica. Desde entonces, los nuevos hallazgos paleontológicos han sido incesantes. En tiempos recientes, las autoridades patrimoniales y la Diputación de Cuenca, junto con los paleontólogos, y otros agentes sociales, han trabajado mucho para crear un Museo Regional de Paleontología y una Ruta de los Dinosaurios basados en los hallazgos de dos famosos yacimientos conquenses, Las Hoyas y Lo Hueco. La suma de estos dos sitios paleontológicos constituye una de las referencias más importantes sobre los dinosaurios cretácicos en Europa Occidental. Los castellano-manchegos estamos orgullosos de nuestras aportaciones al conocimiento de los dinosaurios y otros organismos fósiles de nuestro pasado remoto. Por ello, esta exposición de dinosaurios de Cuenca en Japón nos parece una gran oportunidad. En primer lugar, nos sumamos muy gustosamente a las celebraciones del “Año Dual España-Japón. 400 años de relaciones”. Además, estamos convencidos de que dinosaurios como *Concavenator* van a despertar el mayor interés entre los aficionados japoneses a los dinosaurios. Por todo ello, agradecemos al Gobierno de la Prefectura de Fukui, al Museo de Dinosaurios de la Prefectura de Fukui, al grupo The Yomiuri Shimbun, y a la Embajada Española en Tokyo, todo el esfuerzo desarrollado para la generación de esta magnífica exposición, “Dinosaurios Maravillosos de España”.

María Dolores de Cospedal
Presidenta de Castilla-La Mancha

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CUENCA

La provincia de Cuenca ha recibido, en los últimos años un notable impulso en su proyección tanto nacional como internacional. Una de las riquezas con la que contamos en esta tierra que ha servido para que seamos conocidos en todo el mundo es nuestra herencia paleontológica. La Diputación Provincial de Cuenca y la Junta de Comunidades han trabajado de la mano para que todo este patrimonio, único e inigualable, pueda, primero seguir un meticuloso proceso de recuperación y, segundo, que ese resultado llegue a ser apreciado y disfrutado por nuestros ciudadanos y quienes nos visiten. Paralela a la puesta en marcha del Museo Regional de Paleontología, que tiene su sede en la capital conquense, la Diputación Provincial inauguraba la Ruta de los Dinosaurios, una propuesta innovadora que pretende trasladar, a quienes la realicen, a los lugares exactos en los que vivieron estos fascinantes animales. Nuestra Ruta transcurre por los municipios de Fuentes, Cañada del Hoyo y La Cierva y es una mezcla de Centros de Interpretación, reproducciones a escala real de dinosaurios, entre ellas de nuestro ya célebre *Concavenator corcovatus* 'Pepito' y el deleite de un paisaje único que nos traslada y acerca a una época que, día a día y gracias al esfuerzo de grandes profesionales, vamos conociendo con más exactitud.

Contar en nuestra provincia con un legado tan valioso supone una gran responsabilidad que no podemos obviar. Y difundirlo fuera de nuestras fronteras el ejercicio de generosidad con el que rendir nuestro particular homenaje a una época de la historia de la Tierra que despierta una curiosidad que lejos de disminuir aumenta con cada hallazgo. Por ello, quiero agradecer a las autoridades japonesas y a los numerosos visitantes de la exposición 'Dinosaurios Maravillosos de España' su acogida y excepcional hospitalidad.

Quisiera añadir, para finalizar, que la generosidad de la historia con Cuenca no se detuvo en el Cretácico. Pinturas rupestres, ciudades romanas y medievales, castillos, iglesias y un imponente paisaje lleno de contrastes y rincones inimaginables componen una provincia que merece la pena visitar.

Benjamín Prieto Valencia
Presidente de la Excma. Diputación de Cuenca

Introducción a la edición japonesa en inglés

En esta exposición, titulada “Dinosaurios Maravillosos de España”, se pueden admirar los dinosaurios de Castilla-La Mancha (España), representados por fósiles cuyo estado de preservación es “maravillosamente” bueno.

¿Por qué presentar dinosaurios de España? Es evidente que, además de las herencias histórica, artística, deportiva, y cultural, por las que España es muy conocida, este país es el reino de los dinosaurios. Los dinosaurios de la exposición tienen un valor inestimable, algunos han sido descritos en la prestigiosa revista Nature. Además, la exposición contiene fósiles aún no descritos, procedentes de un yacimiento descubierto hace solo unos pocos años.

Durante los años 2013 y 2014 se celebra el cuarto centenario de las relaciones internacionales entre Japón y España, que comenzaron cuando una expedición desde Sendai fue enviada de Japón a España. Teniendo en cuenta que uno de los dinosaurios carnívoros de la exposición, *Concavenator*, se considera comparable en edad y parentesco a *Fukuiraptor* (hallado en Fukui), podríamos decir que las relaciones entre ambos países han sido largas y duraderas, desde la era de los dinosaurios. Las conocidas aventuras de Don Quijote se sitúan en Castilla-La Mancha. ¿Fue real y no soñado el dragón que vio Don Quijote? Esperamos que lo descubras en los fósiles de España que se encuentran en la exposición, por primera vez en Japón.

Por último, expresamos nuestra gratitud a los siguientes colaboradores: Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Castilla-La Mancha, la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, el Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha, el profesor José Luis Sanz, de la Universidad Autónoma de Madrid y el profesor Francisco Ortega, de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Fukui, Junio de 2014

Introducción a la edición en español

Esta guía, ahora titulada “Dinosaurios maravillosos de Cuenca”, es la versión española de dos catálogos, en japonés y en inglés, editados por el Museo de los Dinosaurios de la Prefectura de Fukui en Japón. Estos catálogos han acompañado a la exposición titulada “Dinosaurios maravillosos de España” que ha tenido tres emplazamientos en Japón desde julio de 2014 hasta octubre de 2015. La primera sede fue el mencionado Museo de los Dinosaurios de la Prefectura de Fukui, luego el Museo de Historia Natural de Osaka y finalmente el Museo de Historia Natural e Historia Humana de Kitakyushu.

La exposición consta de unas doscientas piezas fósiles pertenecientes a los yacimientos conquenses de Las Hoyas (Cretácico Inferior) y Lo Hueco (Cretácico Superior). El tema principal de la exposición son los dinosaurios, especialmente los castellano-manchegos y, particularmente, los conquenses. De esta forma, se han desarrollado en Cuenca, durante los últimos años, un Museo Paleontológico Regional y una Ruta de los Dinosaurios que, por primera vez, ofrece una oferta de turismo paleontológico de calidad. Un objetivo principal de esta guía es complementar la información disponible para los usuarios del museo y la ruta de los dinosaurios.

Nos gustaría agradecer a diversas instituciones y personas su interés, apoyo y decisión, para la realización de todos estos proyectos paleontológicos conquenses. En primer lugar, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha ha financiado y facilitado esta labor durante más de un cuarto de siglo. La actual presidenta, María Dolores de Cospedal, ha apoyado con entusiasmo el proyecto del Museo Regional de Paleontología, como lo hizo en su día José María Barreda. Gracias a la decidida actuación de la Diputación de Cuenca, encabezada por su presidente, Benjamín Prieto, la Ruta de los Dinosaurios es un nuevo atractivo de la oferta cultural conquense, y se ha producido esta guía. Nuestro reconocimiento también a Jesús Madero y al Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha, así como al personal implicado en los proyectos de investigación en Las Hoyas y Lo Hueco en la Universidad Autónoma de Madrid y en la Universidad Nacional de Educación a Distancia. La exposición en Japón y esta guía habrían sido imposibles sin el apoyo de la empresa japonesa “The Yomiuri Shimbun” y la dedicación de determinadas personas como Yoichi Azuma y Masateru Shibata (Museo de los Dinosaurios de la Prefectura de Fukui) y Daniel Aguilar (Embajada de España en Tokio).

Cuenca, Mayo de 2015

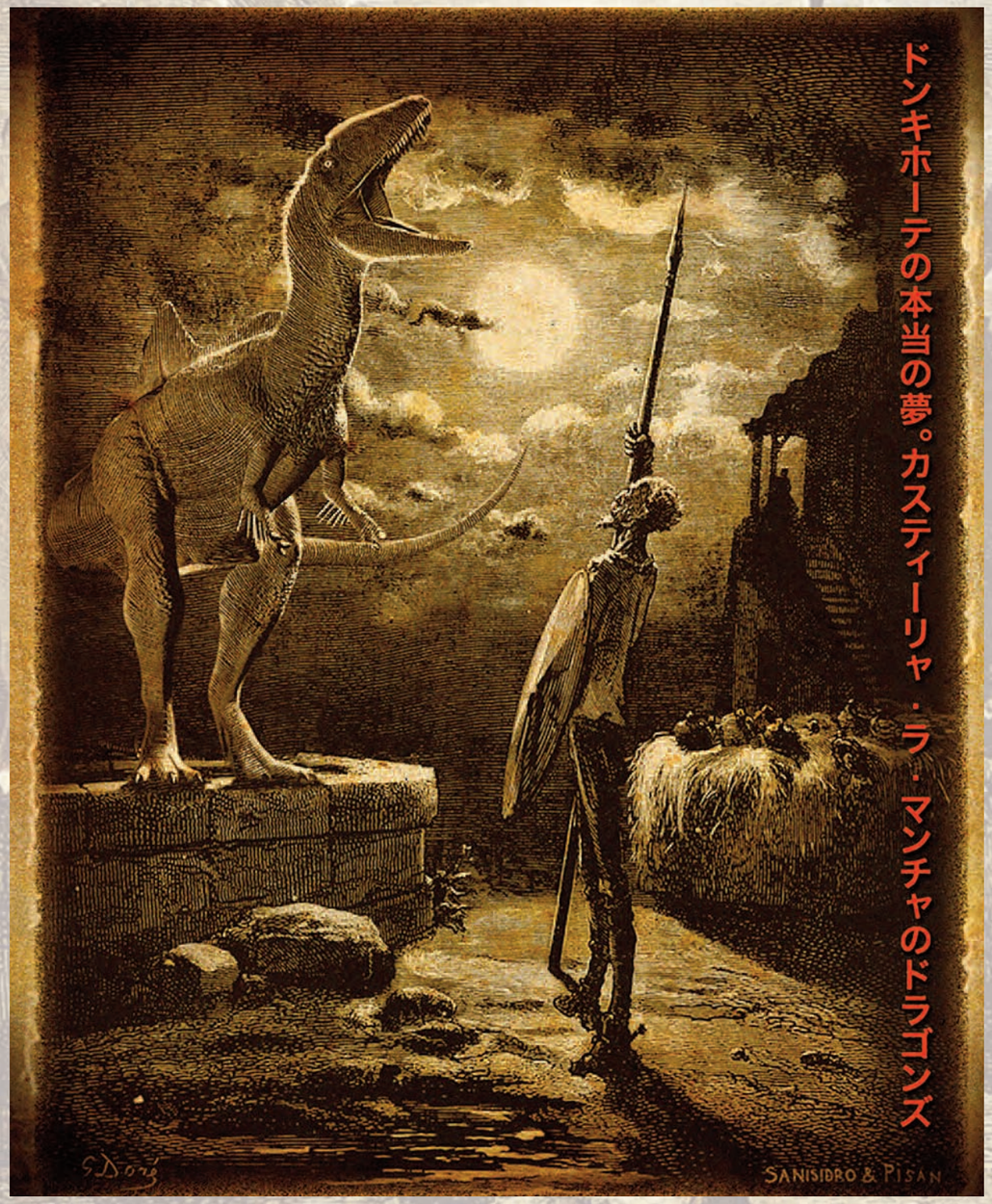
Índice

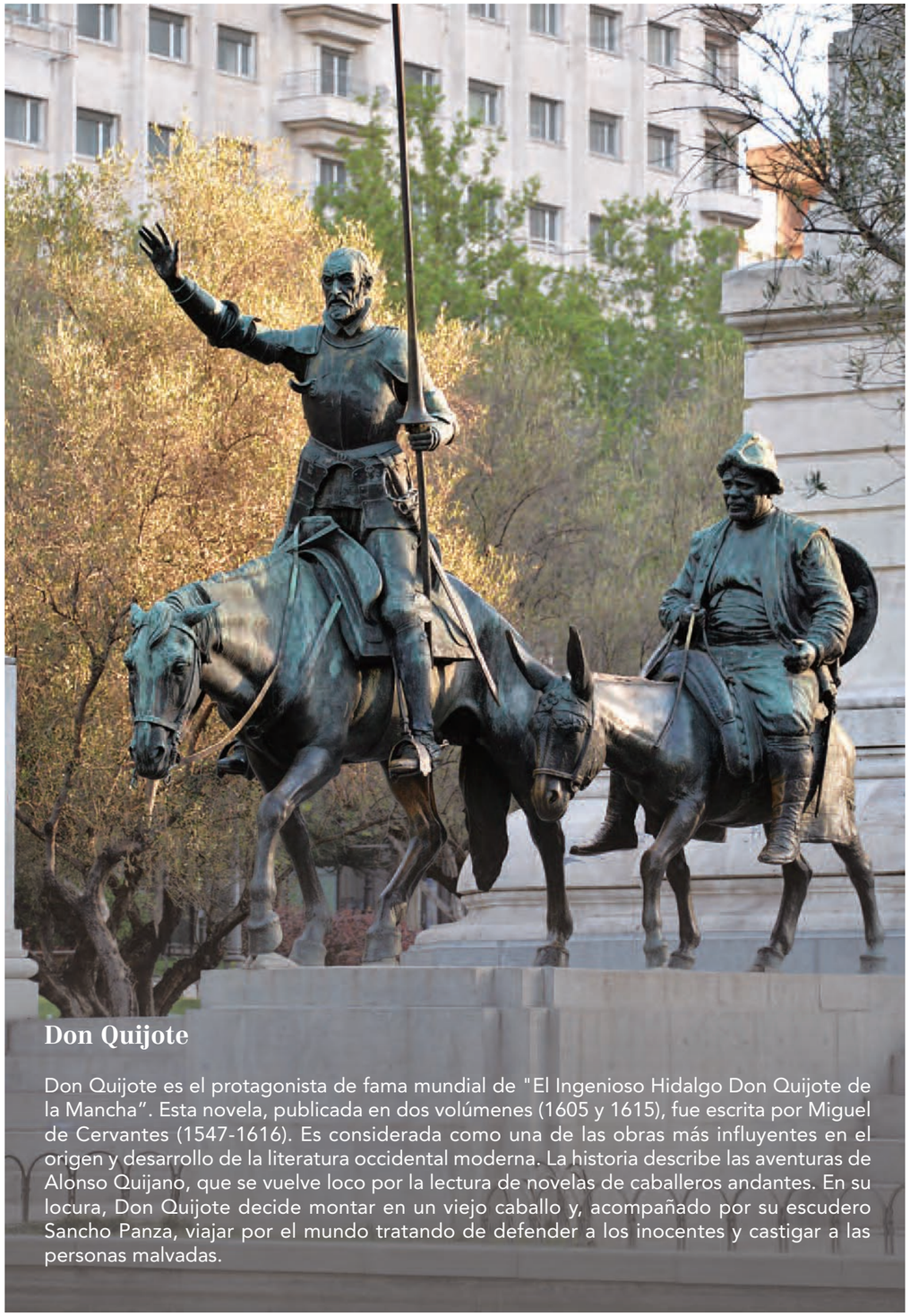
Introducción	8
Yacimientos de dinosaurios de Castilla-La Mancha	15
Las Hoyas, un humedal primitivo del Cretácico Inferior	21
Dinosaurios de Las Hoyas	49
Lo Hueco, los últimos gigantes del Cretácico Superior ibérico	95
Historia de los estudios de dinosaurios en España	135
4º Centenario de las relaciones entre Japón y España	141
Instituciones españolas participantes	142
Comisarios de la exposición “Dinosaurios Maravillosos de España”	144
Epílogo	145
Lista de fósiles de la exposición	146
Créditos	159

Prólogo

El sueño profético de Don Quijote

Dragones de Castilla-La Mancha



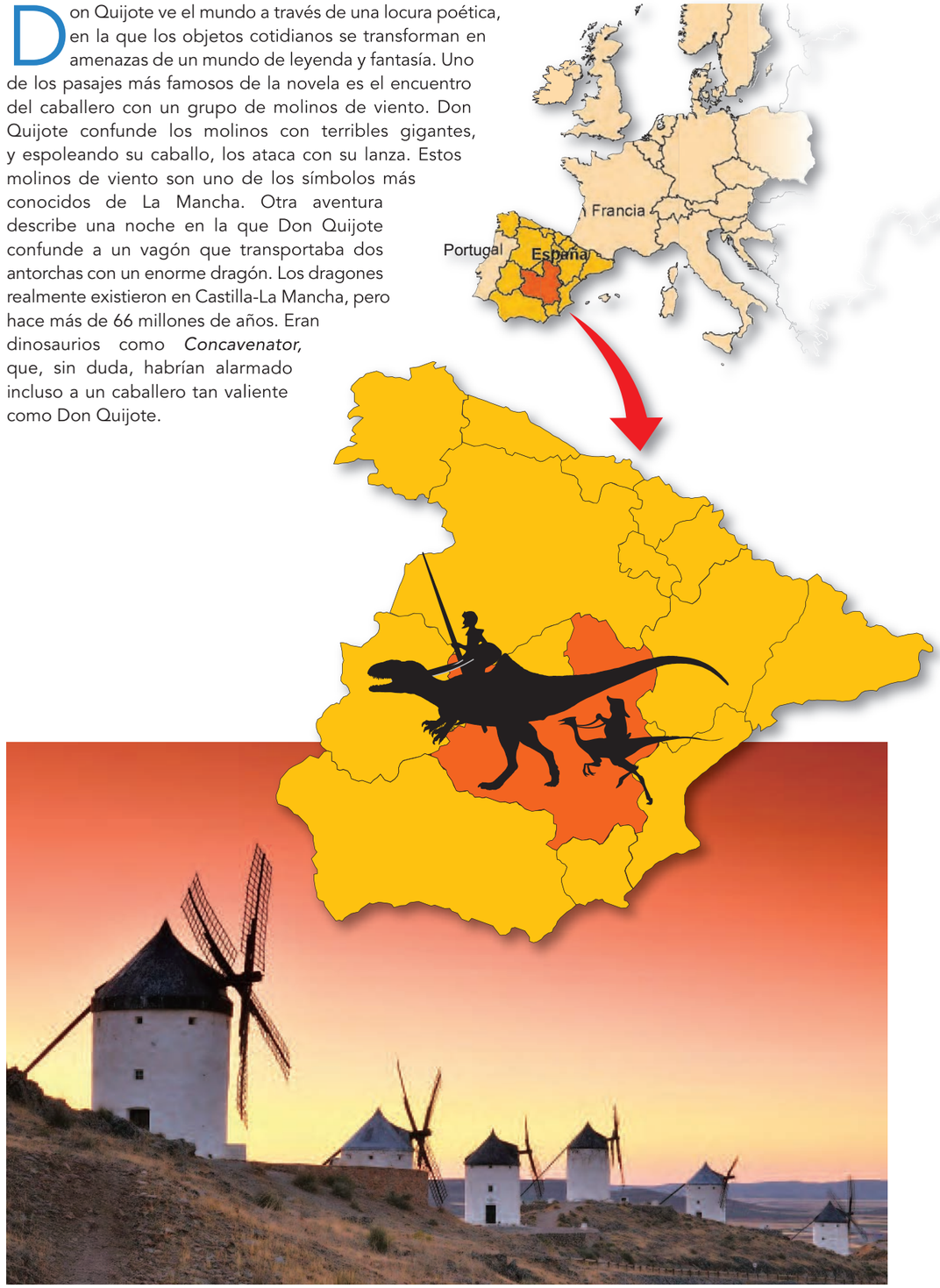


Don Quijote

Don Quijote es el protagonista de fama mundial de "El Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha". Esta novela, publicada en dos volúmenes (1605 y 1615), fue escrita por Miguel de Cervantes (1547-1616). Es considerada como una de las obras más influyentes en el origen y desarrollo de la literatura occidental moderna. La historia describe las aventuras de Alonso Quijano, que se vuelve loco por la lectura de novelas de caballeros andantes. En su locura, Don Quijote decide montar en un viejo caballo y, acompañado por su escudero Sancho Panza, viajar por el mundo tratando de defender a los inocentes y castigar a las personas malvadas.

Estatuas de Don Quijote y Sancho Panza en la Plaza de España, Madrid.

Don Quijote ve el mundo a través de una locura poética, en la que los objetos cotidianos se transforman en amenazas de un mundo de leyenda y fantasía. Uno de los pasajes más famosos de la novela es el encuentro del caballero con un grupo de molinos de viento. Don Quijote confunde los molinos con terribles gigantes, y espoleando su caballo, los ataca con su lanza. Estos molinos de viento son uno de los símbolos más conocidos de La Mancha. Otra aventura describe una noche en la que Don Quijote confunde a un vagón que transportaba dos antorchas con un enorme dragón. Los dragones realmente existieron en Castilla-La Mancha, pero hace más de 66 millones de años. Eran dinosaurios como *Concavenator,* que, sin duda, habrían alarmado incluso a un caballero tan valiente como Don Quijote.



Molinos de viento en Castilla-La Mancha.

Castilla-La Mancha

QVIXOTE

Castilla- La Mancha

Castilla-La Mancha es una de las Comunidades Autónomas que constituyen el Estado español, dotada con poder legislativo y ejecutivo. Incluye un total de cinco provincias: Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara y Toledo, y ocupa gran parte del sur de la Meseta Central de la península ibérica. Su capital es Toledo, conocida como "La ciudad de las tres culturas", ya que fue habitada por judíos, musulmanes y cristianos, que vivieron juntos durante cientos de años. Toledo ha sido declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, junto con las ciudades de Cuenca y Almadén (Ciudad Real). La Comunidad de Castilla-La Mancha cuenta con un gran patrimonio cultural y natural, siendo especialmente destacable su patrimonio paleontológico, que incluye dos de los yacimientos de dinosaurios más importantes de Europa occidental, "Las Hoyas" y "Lo Hueco", ambos ubicados en la provincia de Cuenca.

Dinosaurios Maravillosos de Cuenca

Yacimientos de dinosaurios de Castilla-La Mancha

En la actualidad, España está localizada en el extremo occidental de Europa. En el pasado geológico la península ibérica tuvo relaciones biogeográficas con Norteamérica, África y Europa.

A continuación, se presenta un esbozo de la geología española, particularmente la de Castilla-La Mancha, en donde se han encontrado restos fósiles de dinosaurios espectaculares.

Rocas carbonáticas del Cretácico Superior en la ciudad de Cuenca.

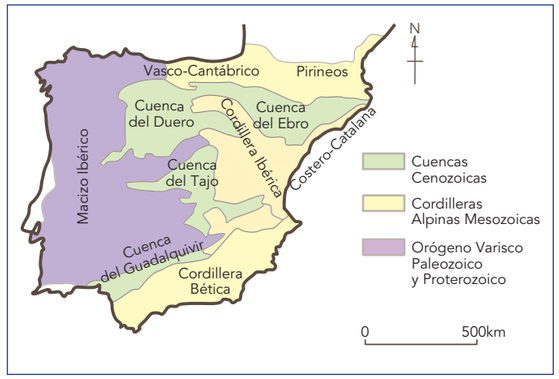
Geología de España

La Geología de España es conocida por ser compleja y extremadamente diversa. Incluye un amplio espectro de recursos minerales, así como un rico registro paleontológico.
Desde una aproximación general, España está compuesta por tres tipos de territorios geológicos, más las Islas Canarias, de origen volcánico.

1. El primero ocupa la mitad occidental de España y está compuesto por rocas proterozoicas y paleozoicas, en su mayoría metamórficas y plutónicas, y de forma minoritaria por rocas sedimentarias. Estas áreas son retazos de las cadenas montañosas creadas por la Orogenia Varisca hace 300 millones de años.

2. El segundo son las cadenas montañosas levantadas durante la Orogenia Alpina, compuestas esencialmente por rocas sedimentarias mesozoicas. Estas cordilleras son, de norte a sur: la Vasco-Cantábrica, los Pirineos, la Costero-Catalana, la Ibérica y las Béticas. Probablemente su característica más destacable es la presencia de sedimentos carbonáticos marinos, aunque también se pueden encontrar una gran variedad de carbonatos continentales y de depósitos siliciclásticos continentales y marinos.

3. El tercero son las cuencas sedimentarias continentales cenozoicas que se crearon después de la Orogenia Alpina. A grandes rasgos, las áreas de este tipo de mayor tamaño coinciden con la principales cuencas fluviales españolas: Ebro, Duero, Tajo, Guadalquivir, y con otras más pequeñas. Los sedimentos siliciclásticos y carbonáticos cenozoicos de las cuencas del Duero y del Tajo se depositaron en ambientes continentales, fluviales y lacustres, mientras que las cuencas del Ebro y del Guadalquivir contienen potentes sucesiones de depósitos continentales y marinos.



Mapa geológico de la península ibérica.

Volcán El Teide en Tenerife, Islas Canarias.

Formación Arcillas de Morella (Cretácico Inferior. Castellón).

Geología de Castilla-La Mancha

El extenso registro geológico de Castilla-La Mancha abarca desde rocas con más de 600 millones de años de antigüedad a sedimentos dejados por la última glaciación, hace unos pocos miles de años. Así mismo, dicho registro comprende una amplia variedad de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, conteniendo estas últimas el rico registro paleontológico de esta región.

Las rocas proterozoicas y paleozoicas ocupan la mitad occidental del territorio (provincias de Ciudad Real y Toledo); son rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias. El área oriental de la región (provincias de Guadalajara, Cuenca y Albacete) coincide con la mitad meridional de la Cordillera Ibérica, una cadena montañosa levantada por la Orogenia Alpina, hace 65 millones de años, y mayoritariamente compuesta por calizas y dolomías mesozoicas. Estas rocas son el resultado de los procesos de sedimentación producidos en los ambientes costeros y marinos de extensas plataformas carbonáticas tropicales. Los sedimentos cenozoicos, depositados en ambientes sedimentarios fluviales y lacustres, ocupan el área central de la región. El característico paisaje plano y árido de la extensa llanura conocida como La Mancha está formado por dichos depósitos.

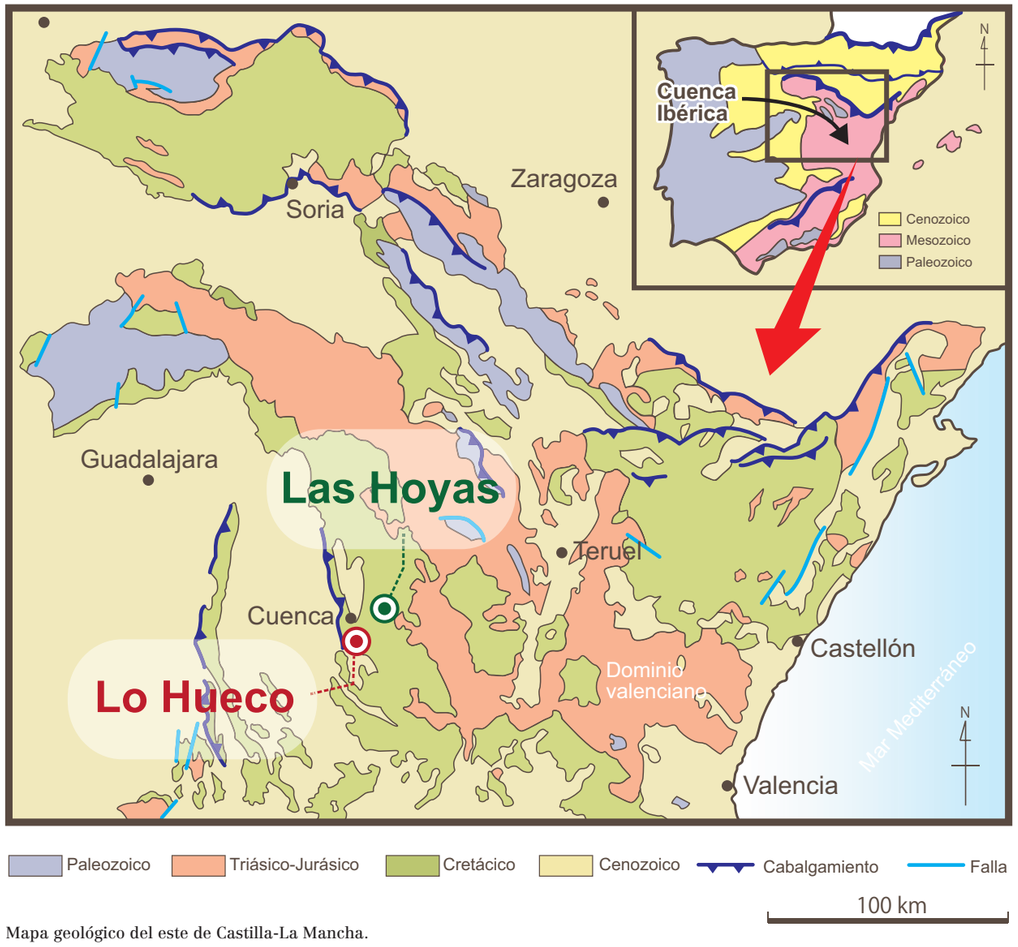
Calizas tableadas del Cretácico Inferior en el yacimiento de Las Hoyas.

La ciudad de Cuenca, construida sobre sedimentos marinos carbonáticos del Cretácico Superior.

La Era de los Dinosaurios en Castilla-La Mancha: Dos yacimientos principales

El patrimonio paleontológico de Castilla-La Mancha alberga dos de las más importantes localidades de dinosaurios de Europa occidental: Las Hoyas y Lo Hueco.

Ambos yacimientos contienen dinosaurios y otros animales únicos, hallados solamente en Castilla-La Mancha, al menos por el momento. Esta es una característica que, junto con la alta calidad de preservación de los fósiles, y su gran cantidad, genera un importante potencial de atracción para el público interesado en dinosaurios en particular o en la historia de la vida en general.



Mapa geológico del este de Castilla-La Mancha.

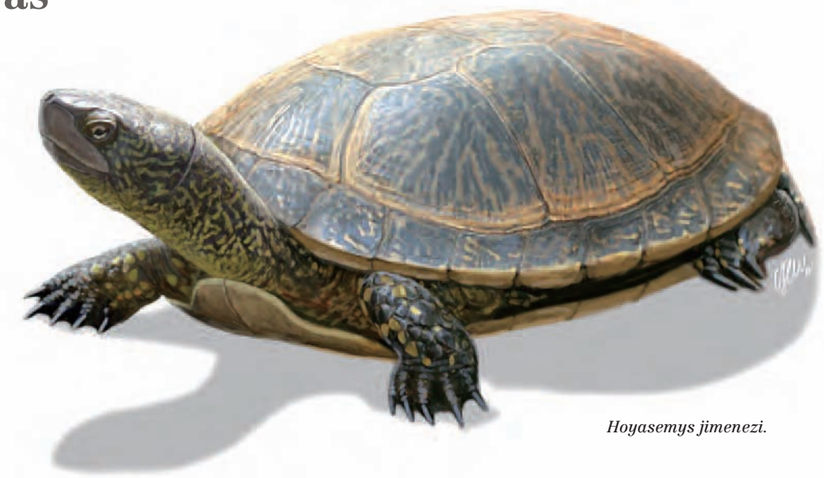
Las Hoyas

El yacimiento de Las Hoyas data del Cretácico Inferior y está constituido por calizas finamente laminadas procedentes de una sedimentación carbonática en un humedal. En esta zona habitaron plantas primitivas y numerosos animales, entre ellos los dinosaurios *Concavenator* y *Pelecanimimus* y varias aves extintas, tales como *Iberomesornis* y *Eoalulavis*. El estudio de la biota y la ecología de Las Hoyas, desarrollado durante el último cuarto de siglo, ha aportado un conocimiento relevante sobre los ecosistemas continentales de hace 125 millones de años.

Lo Hueco

En el yacimiento de Lo Hueco ha sido hallada una de las más importantes concentraciones de huesos de dinosaurios del Cretácico Superior. La mayoria de los fósiles encontrados pertenecen a enormes titanosaurios, los últimos dinosaurios saurópodos que habitaron la Tierra, hace 70 millones de años.

Animales extintos exclusivos de Las Hoyas



Hoyasemys jimenezi.

Jucaraseps grandipes.

Iberonepa romerali.

Celtedens ibericus.

Dinosaurios Maravillosos de Cuenca

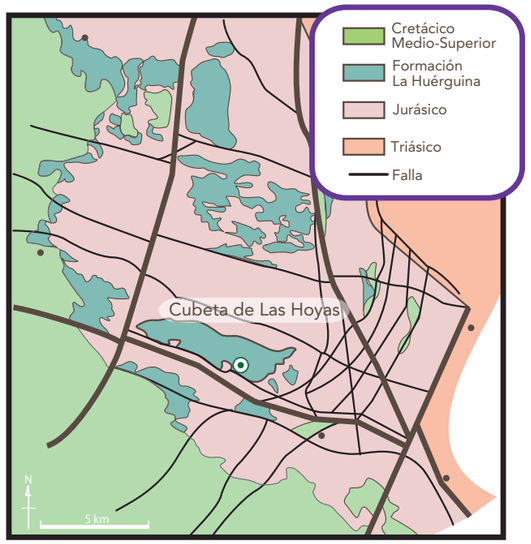
Las Hoyas, un humedal primitivo del Cretácico Inferior

Historia de las excavaciones e investigación en Las Hoyas

Descubrimiento

Las excavaciones en el yacimiento de Las Hoyas comenzaron hace 30 años. Desde hace mucho más tiempo la gente de Cuenca utilizaba las calizas tableadas del lugar para señalar senderos o cubrir fachadas de casas de campo. A comienzos de la década de 1980 un geólogo local, Santiago Prieto, y un aficionado a la paleontología, Armando D. Romeral, comunicaron a los paleontólogos el hallazgo de fósiles en las calizas de Las Hoyas.

Las primeras excavaciones fueron modestas. Después se consiguieron fondos de la Unión Europea, lo que facilitó la concurrencia de diversos especialistas en geología y paleontología procedentes de varios países (España, Inglaterra, Francia, Italia y Portugal). De manera que se diseñó un proyecto de investigación multidisciplinar, para estudiar aspectos fundamentales como los ambientes sedimentarios, la tafonomía, la biota y su relevancia para el conocimiento de la historia de la vida, y la edad del yacimiento.



Mapa geológico del entorno de Las Hoyas. Modificado de Fregenal-Martínez (1998).

Excavaciones

Se diseñó un procedimiento de excavación en cuadrículas, en las que el sedimento era extraído capa por capa. Este método permitía situar los restos fósiles en el espacio y en el tiempo, con un sencillo sistema de coordenadas.

Investigación

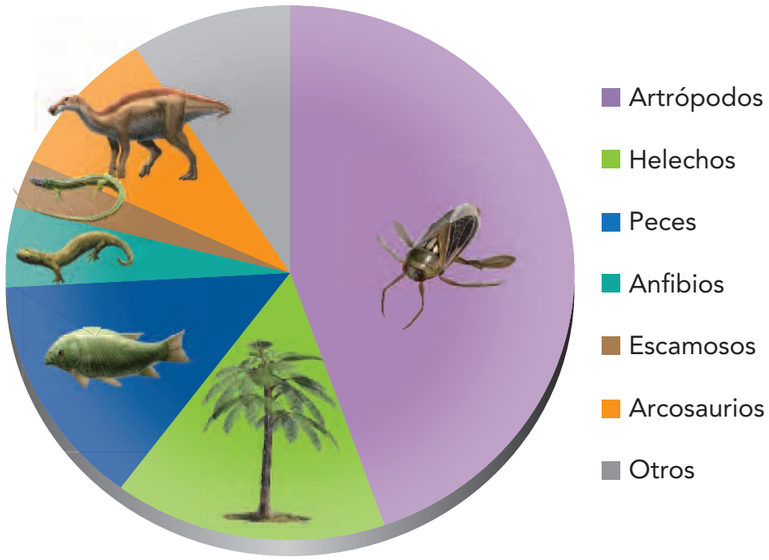
En los últimos años se han conseguido tener cada vez mejores conclusiones en las diferentes áreas de investigación. En un principio, se pensaba que Las Hoyas representaba un antiguo lago, más o menos somero. En la actualidad, se cree que se trata de un humedal integrado por diversos tipos de sub-ambientes, en los que habitaban más de 130 géneros de seres vivos. Las excavaciones continúan hoy día, y los nuevos descubrimientos son incesantes.

El paisaje cretácico de Las Hoyas

Durante el Cretácico, Las Hoyas fue un humedal de aguas continentales. Varios tipos de sub-ambientes existieron en el humedal, incluyendo prados pantanosos, estanques, lagos, pantanos, canales efímeros y zonas emergidas. Todo el paisaje estaba determinado por los efectos periódicos de una alternancia de estaciones secas y húmedas. En el Cretácico Inferior, el área estaba localizada en el intervalo de latitud Norte 25-30°, más cerca del Ecuador que hoy en día. Se cree que las temperaturas medias fueron aproximadamente de 20°C en las estaciones secas y 40°C en las húmedas.

Los organismos del humedal de Las Hoyas

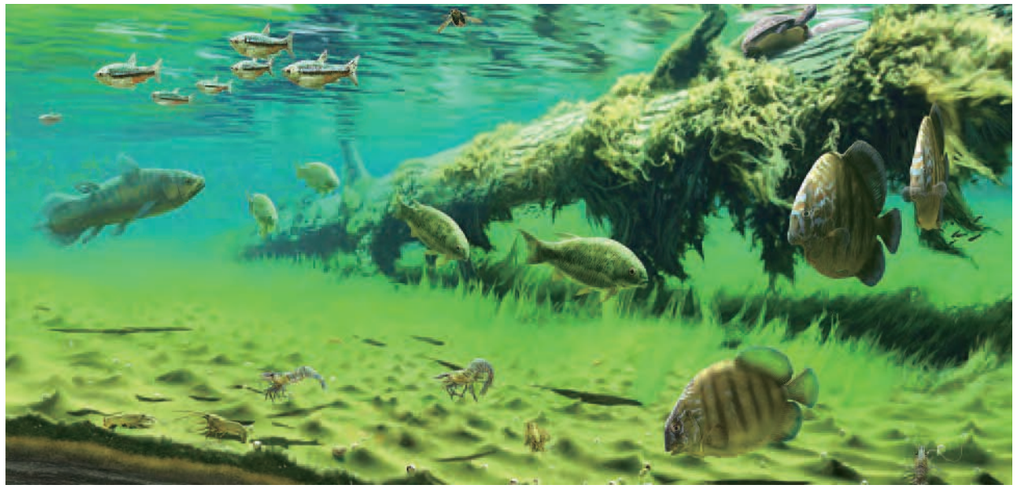
La biota de Las Hoyas, representada por sus fósiles, está compuesta sobre todo por animales y plantas, pero también por algas, hongos y bacterias. Actualmente, son conocidos más de 130 géneros de seres vivos. La mayoría (45%) son artrópodos, representados por insectos, cangrejos, miriápodos y arañas. El mundo de las plantas incluye mayoritariamente a las pteridofitas (plantas relativamente primitivas, sin flores, que incluyen, entre otros grupos, a las colas de caballo y los helechos) que representan el 15% de la biota conocida de Las Hoyas. Los peces están registrados en un porcentaje similar (14%). Otros vertebrados son los anfibios (5%), lagartos (3%) y arcosaurios, como los dinosaurios, que suman un total de un 9%.



Composición de la biota de Las Hoyas.

Algunos fósiles hallados en Las Hoyas.

Los animales de Las Hoyas pueden ser clasificados en tres grupos ambientales. El primero son formas acuáticas obligadas, es decir, habitantes de la columna de agua, tales como peces, insectos acuáticos, cangrejos de río y bivalvos.



Fondo de un lago en Las Hoyas.

El segundo grupo son las formas anfibias que viven en el agua y en la tierra, como las ranas y las tortugas. El tercer grupo son las formas terrestres que vivían en las áreas emergidas del humedal y/o en ambientes aledaños. Los animales terrestres pueden establecerse en dos grupos, bajo criterios ecológicos y evolutivos: formas terrestres en sentido estricto, como lagartos y dinosaurios no avianos, y formas voladoras, tales como insectos alados, pterosaurios y aves.

Diversos organismos en las orillas y en la tierra. (*Para la identificación de cada organismo véase la p. 44).

¿Qué tipo de organismos habitaron el humedal de Las Hoyas?
En las próximas páginas vamos a presentarlos siguiendo los criterios ambientales que se han comentado.

Vida acuática del humedal de Las Hoyas

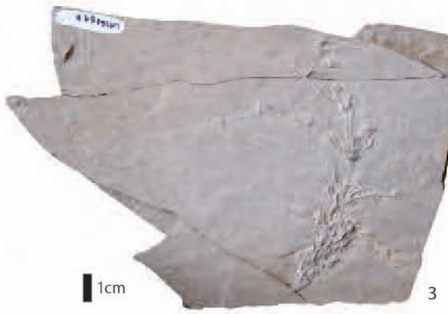
Las Hoyas era un humedal subtropical. Los organismos acuáticos incluían diversos tipos, muchos de ellos preservados gracias a las propiedades del medio sedimentario. De esta forma, conocemos algas carófitas, angiospermas primitivas, cangrejos, camarones, insectos y peces de varios linajes, incluidos celacantos y teleósteos primitivos.

Carófitas y Angiospermas

Las plantas acuáticas de Las Hoyas incluyen algas verdes del grupo de las carófitas. Además, las aguas de los humedales contenían abundantes praderas submarinas de la angiosperma primitiva *Montsechia*.

Carófitas

Las aguas de Las Hoyas estaban pobladas por diferentes especies de carófitas, algas macroscópicas que habitan en aguas carbonatadas. Los diversos tipos de carófitas vivían a diferentes profundidades de las masas de agua. El yacimiento de Las Hoyas contiene restos completos de carófitas, como en el caso de la especie *Clavatoraxis robustus*, que son únicos en todo el mundo.



1
2
3 | *Clavatoraxis robustus.*

Angiospermas

Ciertas angiospermas primitivas, como el género *Montsechia*, compitieron con las carófitas en las aguas de Las Hoyas. Las angiospermas, el linaje de plantas con flores (Magnoliophyta), constituyen hoy día la mayor parte de la flora del planeta.

4 | *Montsechia vidali*

Invertebrados

La fauna de invertebrados acuáticos de las Hoyas contiene moluscos y artrópodos, que incluyen a crustáceos e insectos.

Bivalvos

Los moluscos más frecuentes en Las Hoyas son bivalvos pertenecientes a los Unionidae (mejillones de río), habitantes típicos de aguas continentales. Se alimentan filtrando plancton, bacterias y otros pequeños organismos suspendidos en el agua. Los uniónidos actuales tienen un ciclo de vida singular, con una etapa larval que vive como parásita de los peces.

5cm

5
6 | *Unio* sp.

Artrópodos

Los artrópodos son el linaje de animales más diverso, probablemente desde hace cientos de millones de años. Se caracterizan por su esqueleto externo y apéndices articulados. Estos rasgos son muy reconocibles tanto en los crustáceos (cangrejos y camarones), como en los insectos, ciempiés y arañas.

Crustáceos

Delclosia

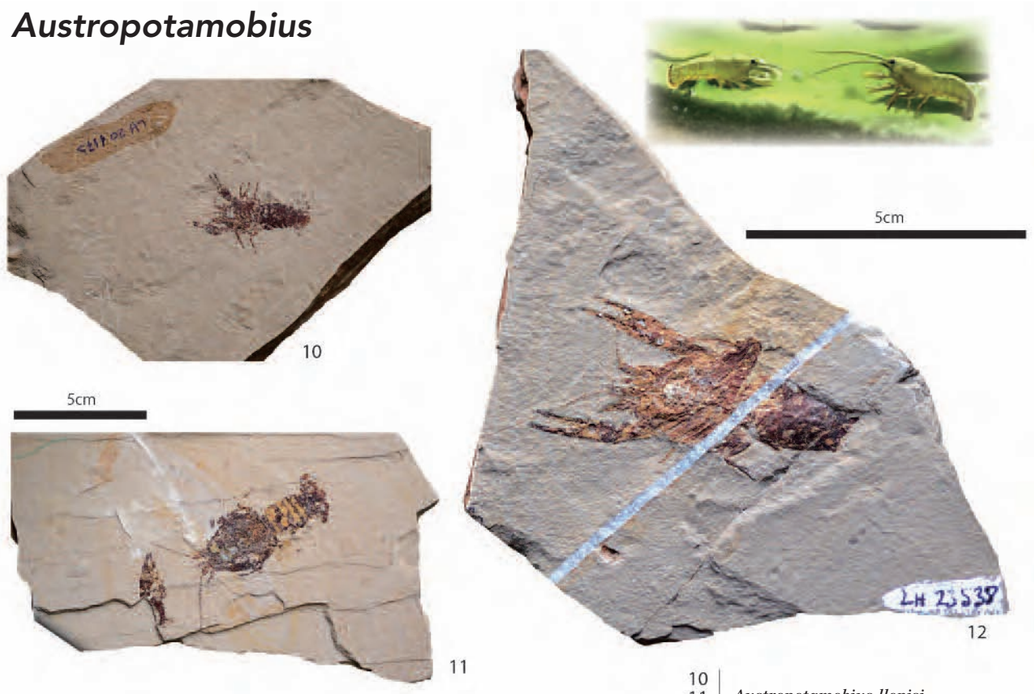
7
8 | *Delclosia martinelli.*

Delclosia es el único género fósil del grupo que incluye actualmente la mayor parte de los camarones de agua dulce en las zonas tropicales y latitudes templadas (Atyidae). Es un crustáceo nadador, con una sección hidrodinámica, habitante de aguas poco profundas y comedor de plantas. En las excavaciones de Las Hoyas se encuentran a veces concentraciones de numerosos individuos que proceden de procesos de mortalidad en masa.

Estos fenómenos aparecen en *Delclosia*, el cangrejo *Austropotamobius* y alevines de teleósteos. Un cambio repentino en las condiciones del agua (temperatura, turbidez, etc.) parece la causa más probable de la muerte simultánea de todos estos individuos. Estos fenómenos de mortalidad masiva sugieren que estos organismos acuáticos podrían haber vivido en grupos (comportamiento gregario).

9 *Delclosia martinelli.*

Austropotamobius



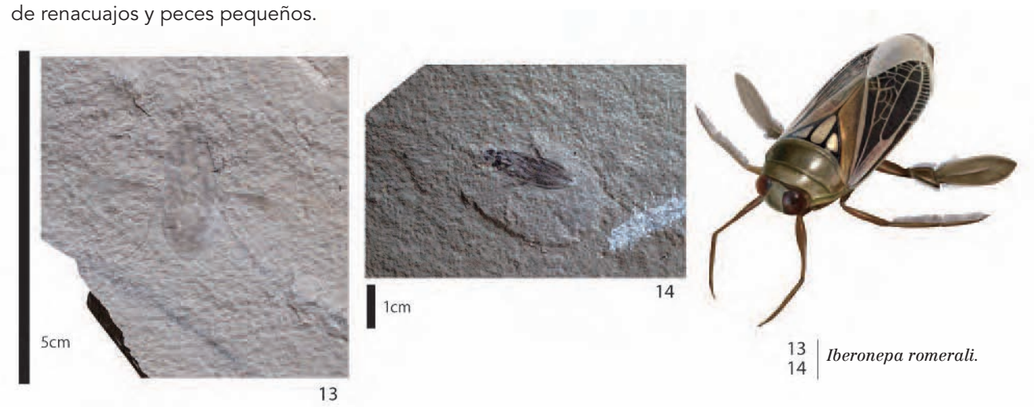
10
11
12 | *Austropotamobius llopisi.*

Austropotamobius es similar al cangrejo ibérico actual. Vivía en los fondos cercanos a las orillas de los estanques y lagunas. Era probablemente carroñero y omnívoro. Podría haberse alimentado de tallos, hojas, peces muertos y otros animales, es decir, cualquier resto orgánico depositado en el fondo de los cuerpos de agua.

Insectos

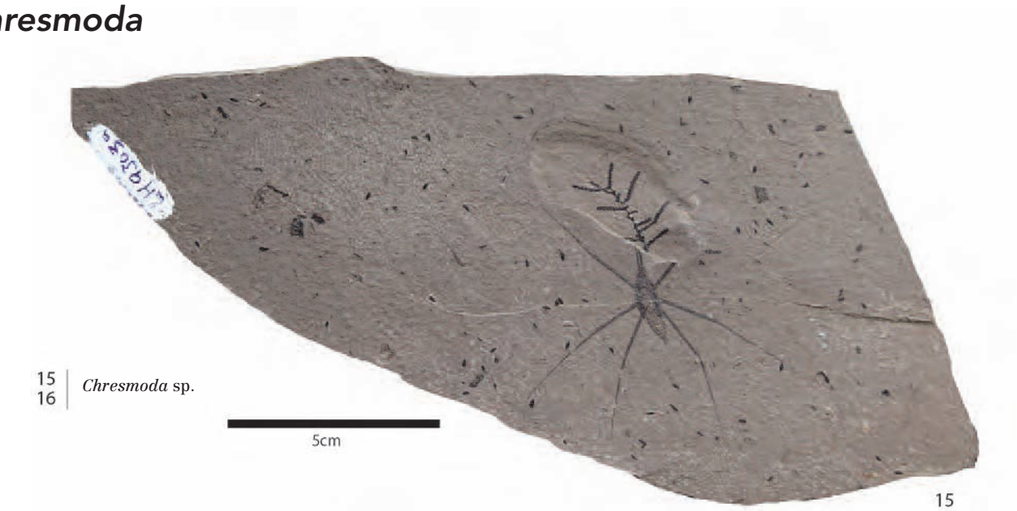
Iberonepa

Iberonepa es uno de los insectos más abundantes de Las Hoyas. Pertenece al grupo de los Belostomatidae (Heteroptera, chinches de agua). Se trata de cazadores activos, que se alimentan de otros artrópodos, e incluso de renacuajos y peces pequeños.



13
14 | *Iberonepa romerali.*

Chresmoda



15 16 | *Chresmoda* sp.

15

El género *Chresmoda* es conocido en varias partes del mundo, desde China y Mongolia hasta el Líbano y Brasil, en depósitos del Jurásico Superior – Cretácico Inferior. Algunos ejemplares de Las Hoyas, bien conservados, han permitido identificar a *Chresmoda* como miembro de los Phasmatodea (insectos palo). Tiene extremidades muy largas adecuadas para patinar en las superficies de los estanques y lagos. Probablemente era un depredador carnívoro / insectívoro, ya que tiene mandíbulas, y su estilo de vida sería similar al de los actuales zapateros.

16

17 | Coleoptera indet.

Coleópteros (escarabajos) acuáticos

Los Coptoclavidae son el grupo más común de escarabajos acuáticos durante el Jurásico y el Cretácico Inferior. La mayoría de ellos son depredadores, pero algunas de las especies de Las Hoyas se caracterizan por tener extremidades anteriores modificadas para filtrar plancton. Esta forma de vida es única entre los cientos de miles de especies conocidas de escarabajos, tanto actuales como extintas.

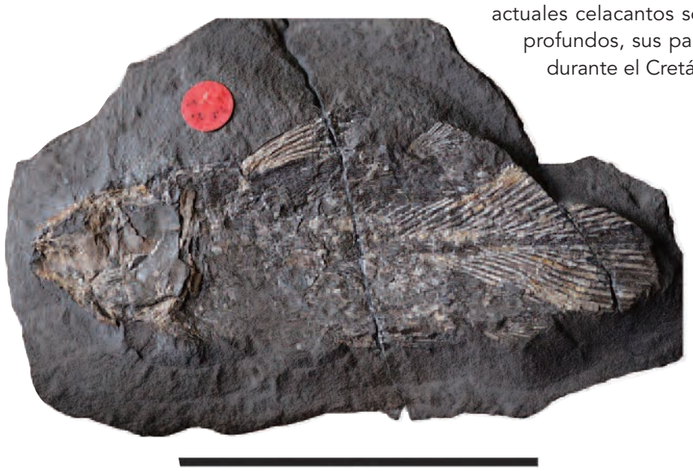
Vertebrados acuáticos

Peces

Hasta la fecha la colección de peces fósiles de Las Hoyas incluye alrededor de 5000 ejemplares, lo que hace a este grupo uno de los mejor representados en el yacimiento. La ictiofauna de Las Hoyas, es decir su asociación de peces, presenta varias características que la hacen única. Primero, incluye representantes de varios grupos extintos hoy en día, pero al mismo tiempo contiene varios teleósteos, que comprenden la mayoría de los peces actuales. Esta asociación puede ser descrita como una ventana al pasado que nos muestra el reemplazo de peces más primitivos (llamados holósteos) por otros más modernos (teleósteos). En segundo lugar, difiere de la mayoría de las asociaciones de peces fósiles de la misma época en que su origen no es marino, sino de agua dulce. Además, la mayoría de estas especies de peces son exclusivas de este yacimiento. Finalmente, esta asociación está compuesta en su mayor parte por juveniles. Los adultos presentan un tamaño más reducido en comparación con formas emparentadas de otros yacimientos. La colección de Las Hoyas incluye algunos de los peces más pequeños del registro fósil.

Celacantos

El celacanto de Las Hoyas es un primo lejano del celacanto actual (*Latimeria*, que es habitualmente considerado un fósil viviente). Aunque los actuales celacantos solo viven en ambientes oceánicos profundos, sus parientes habitaron las aguas dulces durante el Cretácico.



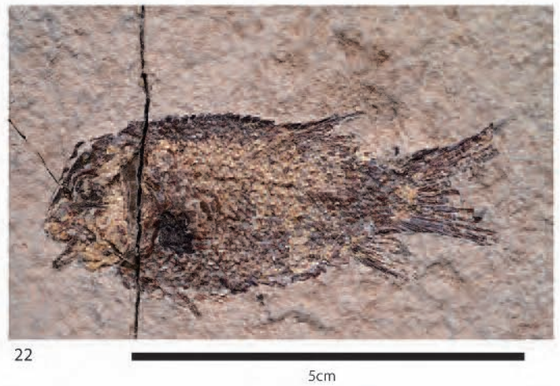
18 Coelacanthiformes indet.

Lepidotes

Lepidotes fue, durante el Mesozoico, uno de los peces más comunes, tanto geográficamente como cronológicamente. Este género llegó a alcanzar los dos metros de longitud; aunque, los mayores ejemplares completos de Las Hoyas no sobrepasan los 20 centímetros. La característica más resaltable de *Lepidotes* reside en sus escamas, que son muy gruesas y de forma romboidal, y también muy brillantes, por lo que son fáciles de encontrar en el yacimiento.

19 | *Lepidotes microrhis.*

20
21
22 | *Lepidotes* sp.



Picnodontiformes

La característica más novedosa de los peces picnodontiformes, otro grupo extinto presente en Las Hoyas, es su dentición, que estaba completamente adaptada a una dieta dura: su principal fuente de comida eran probablemente crustáceos. A pesar de no tener ningún pariente existente, se cree que debían tener una forma de vida similar a la de los actuales peces mariposa.

23
24 | *Turbomesodon praeclarus.*

Teleósteos

Gordichthys

25 | *Gordichthys conquensis.*
1cm

El género *Gordichthys* es un teleósteo que representa una de las formas exclusivas de Las Hoyas, es decir, que ha sido encontrada solo en este yacimiento. La característica más visible de este pez es la forma de su cuerpo, que es considerablemente mayor dorso-ventralmente en relación al resto de sus parientes; o en otras palabras, es más gordo. De aquí su nombre: *Gordichthys*, que significa "pez gordo".

Teleósteos primitivos

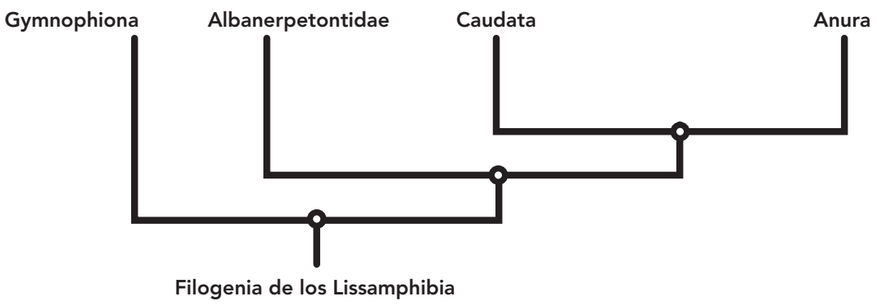
26 | Teleósteo primitivo (Adulto). 5cm

Vida riparia en el humedal de Las Hoyas

Se entiende por vida riparia la que habita en las riberas de ríos y lagos. Este ambiente era poblado en Las Hoyas por diversos insectos, ranas, salamandras, tortugas y determinados cocodrilos.

Anfibios

Los anfibios actuales (Lissamphibia) incluyen tres grupos: Anura, Caudata, y Gymnophiona.



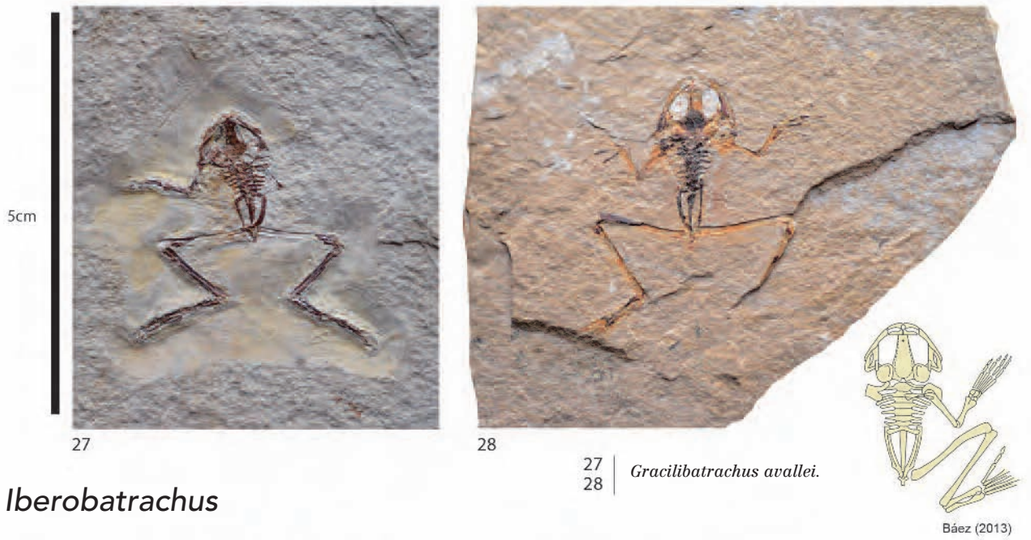
Filogenia de los Lissamphibia

La asociación de anfibios de Las Hoyas contiene linajes actuales, como ranas (Anura) y salamandras (Caudata), y otros extintos, como los Albanerpetontidae. Este grupo, con formas similares a las de los tritones y las salamandras, aparece en el registro fósil durante el Jurásico, y se extingue en el Plioceno. Solo se conocen cuatro géneros. Los primeros esqueletos completos se encontraron en Las Hoyas, incluso con evidencia de la piel y otros tejidos no esqueléticos (género *Celtedens*).

Anuros

Los anuros (ranas y sapos) tienen diferentes formas de vida, basadas en las preferencias de hábitat de las diferentes especies. *Gracilibatrachus* presenta adaptaciones morfológicas que pueden ser consideradas como un "primer paso" hacia una forma de vida totalmente acuática. Por ejemplo, el cráneo, relativamente plano y ancho, o los dedos, proporcionalmente largos. Otro anuro de Las Hoyas, *Iberobatrachus*, es un pariente cercano del género *Discoglossus* (sapillos pintojos). Estos sapillos habitan actualmente en el noroeste de África y el sur de Europa.

Gracilibatrachus



27
28 | *Gracilibatrachus avallei.*

Iberobatrachus

29
30 | *Iberobatrachus angelae.*

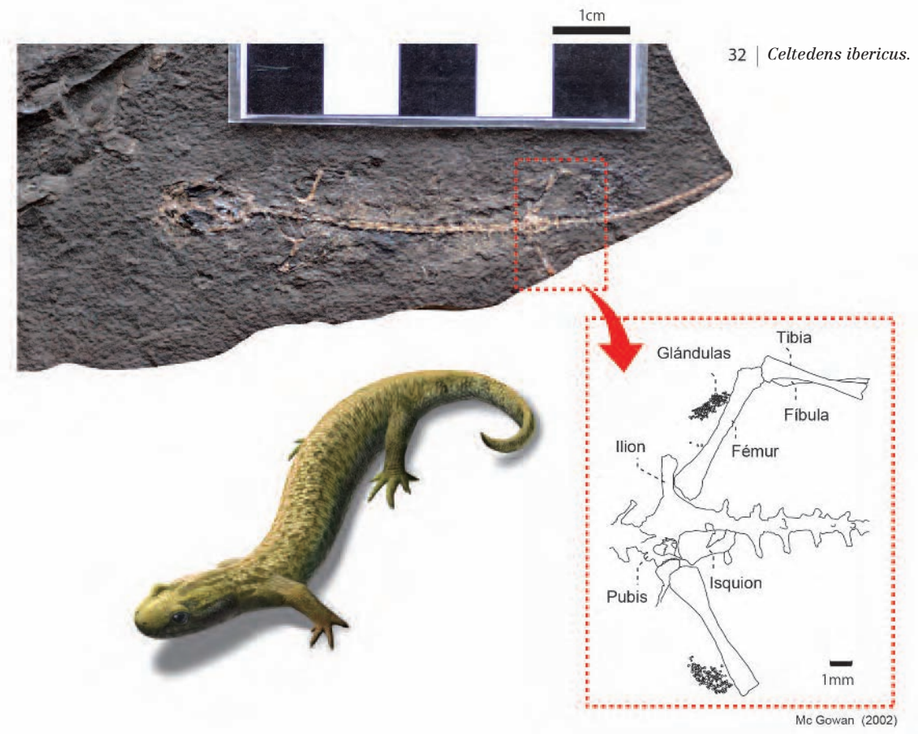
Salamandras

Las salamandras actuales pueden tener dos tipos de desarrollo: llegar a la etapa adulta después de una metamorfosis completa, o convertirse en un adulto que conserva algunos caracteres larvales, como las branquias. *Hylaeobatrachus* pertenece a este último grupo, y por lo tanto, es una salamandra acuática.

31 | *Hylaeobatrachus* sp.

Albanerpetóntidos

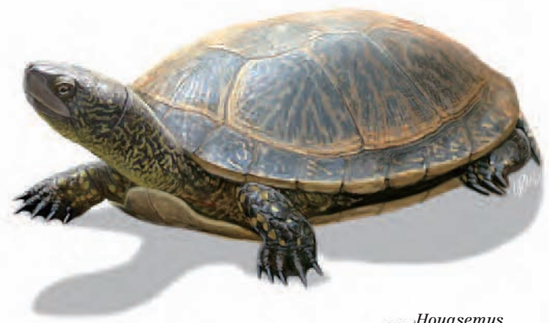
Celtedens es un albanerpetóntido de aproximadamente 8 cm de longitud, provisto de un tronco relativamente largo con respecto a la dimensión de las extremidades. El cráneo es de contorno oval, con órbitas relativamente grandes. El cuerpo y la cabeza estaban cubiertos de pequeñas escamas de contorno hexagonal. Sus hábitos de vida eran parcial, o incluso totalmente, terrestres. Algunos fósiles preservan evidencias de glándulas asociadas a los fémures probablemente relacionados con el cortejo de apareamiento.



32 | *Celtedens ibericus.*

Tortugas

Las tortugas de Las Hoyas pertenecen al género *Hoyasemys*, exclusivo de este yacimiento. Se trata de un representante primitivo del linaje que agrupa a la mayoría de las tortugas actuales (galápagos, tortugas terrestres, tortugas marinas, y las especies de caparazón blando). *Hoyasemys* forma parte de un linaje de origen asiático, que alcanzó Europa a comienzos del Cretácico.



33 | *Hoyasemys jimenezi.*

Cocodrilomorfos

Los cocodrilomorfos eran relativamente abundantes y diversos en Las Hoyas. Existe evidencia de individuos de tamaño pequeño y medio (algunos juveniles) pertenecientes a cuatro formas diferentes. Algunas icnitas sugieren la presencia de cocodrilos de mayor talla.

El espécimen más pequeño, un gobiosúquido, representa a los taxones más primitivos de Crocodyliformes en el Cretácico de Europa. Este pequeño animal tiene extremidades relativamente largas y probablemente era ágil y digitígrado.

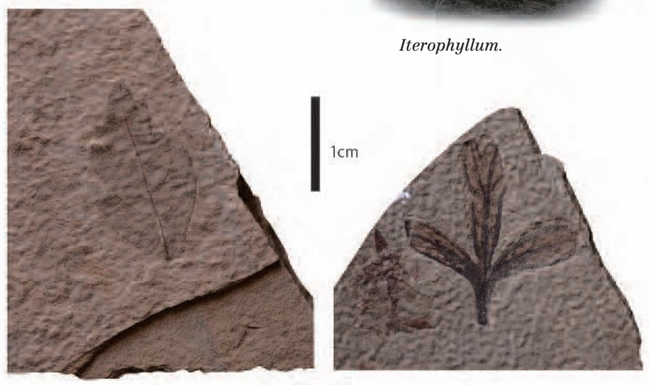
También se han identificado un pequeño atoposáurido, *Montsecosuchus,* y un cocodrilo cercano a *Bernissartia*, que probablemente se alimentaba de invertebrados acuáticos con exoesqueleto. Además, se han encontrado algunos especímenes con una armadura dérmica similar a la de los cocodrilos modernos. Podrían estar relacionados con el origen de las formas actuales de estos cocodrilos modernos (Eusuchia).

34 | Crocodylomorpha indet.

Vida terrestre en el humedal cretácico de Las Hoyas

Las zonas emergidas de Las Hoyas estaban habitadas por una biota diversa, que incluye desde plantas a insectos, dinosaurios y pterosaurios.

Iterophyllum.



35 y 36 Son *Iterophyllum lobatum.*

Angiospermas

Iterophyllum

Iterophyllum es una angiosperma terrestre. Este género es un representante primitivo de las eudicotiledóneas, que constituyen actualmente el 70% de las plantas con flores. Es un arbusto que habitaba cerca del agua. Probablemente era una planta oportunista, una de las primeras en colonizar las zonas devastadas después de un incendio forestal.

Helechos

La vegetación terrestre estaba dominada por arbustos y helechos arbóreos tales como los géneros *Ruffordia* y *Weichselia*. Este último es el helecho más común en Las Hoyas, un árbol que podía alcanzar varios metros de altura. Los fósiles de *Weichselia* son muy abundantes, representan el 70% de todos los restos de plantas encontrados en Las Hoyas, y frecuentemente aparecen quemados. De manera que los incendios forestales debían ser una parte importante en la dinámica de los ambientes terrestres de Las Hoyas.

Weichselia

37 | *Weichselia reticulata.*

Weichselia.

Ruffordia

38 | *Ruffordia goepperti.*

1cm

Gimnospermas

Entre las gimnospermas, *Zamites*, un género de Bennettitales, es el más abundante. Este grupo se encuentra en el registro mesozoico de Europa, Asia y América del Norte. La flora de Las Hoyas también incluye coníferas, como *Brachyphyllum* y *Pagiophyllum*. Este linaje se relaciona con los pinos y abetos actuales, y se caracteriza por sus semillas protegidas por medio de estructuras especializadas llamadas conos (piñas).

Zamites sp.

39

40

41

39
40
41 | *Zamites* sp.

Brachyphyllum sp.

42

43

42
43 | *Brachyphyllum* sp.

Pagiophyllum sp.

44 | *Pagiophyllum* sp.

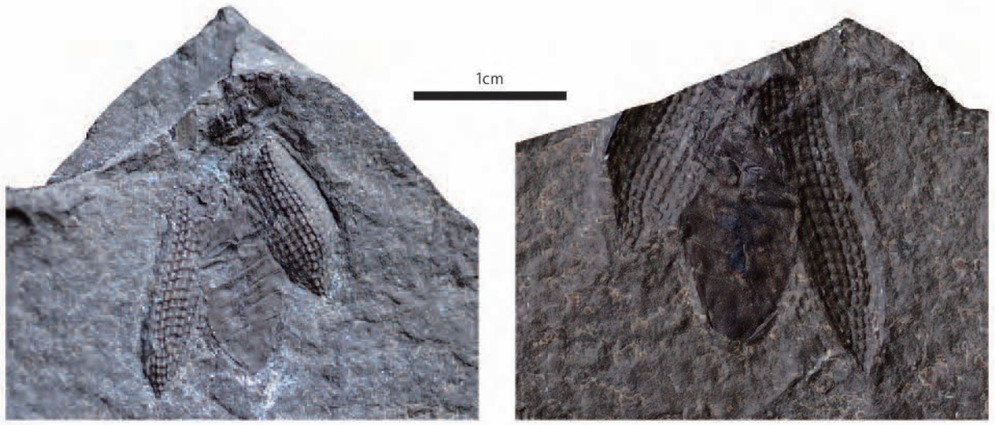
Insectos

Coleópteros

Los escarabajos (Coleoptera), tanto acuáticos como terrestres, son relativamente abundantes en Las Hoyas. Entre estos últimos destacan los Cupedidae, un grupo Mesozoico que aún sobrevive. Trece formas diferentes de cupédidos se han descrito en Las Hoyas.

Zygadenia

El género con el mayor número de especies es *Zygadenia*, que se caracteriza por un patrón reticular en sus élitros (alas anteriores endurecidas). En la actualidad, sus larvas son comedoras de madera.

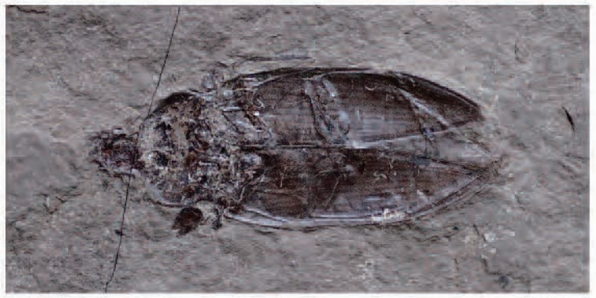


45 46

45 | 46 *Zygadenia martinclosas.*

Otros escarabajos terrestres

La mayor parte de los escarabajos terrestres de Las Hoyas se encuentran aún en fase de estudio.



47

48

49

1cm

1cm

47 | 48 | 49 Coleoptera indet.

Neurópteros y odonatos

En los cielos de Las Hoyas podrían observarse varios tipos de insectos, como Neuroptera (Chrysopidae, crisopas, y Kalligrammatidae) y Odonata (libélulas). Las crisopas son insectos con delicadas alas traslúcidas. Esta característica hace que su venación alar sea muy visible. A menudo, el patrón de nervios alares también está bien conservado en algunos ejemplares de odonatos de Las Hoyas, entre ellos de gónfidos, que son típicos habitantes de las orillas de ríos, lagos y estanques.

50 | Chrysopidae gen. et sp. indet.

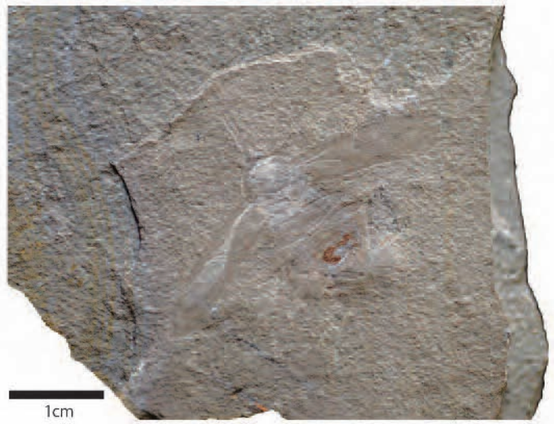
51 | Gomphidae gen. et sp. indet.

52 | *Kalligramma* sp.

Cucarachas

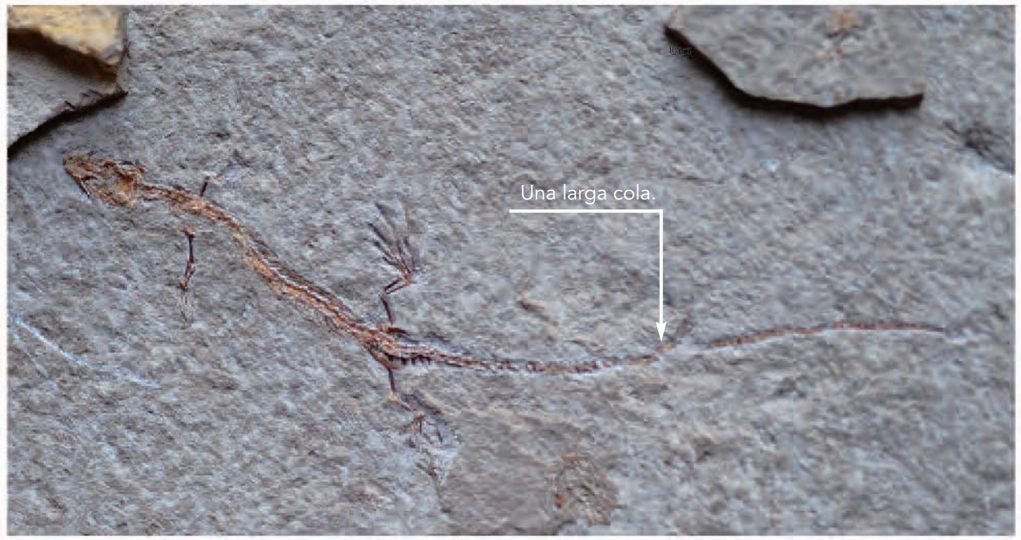
Las primeras cucarachas (Blattodea) aparecieron hace más de 300 millones de años. Las cucarachas de Las Hoyas son muy similares a las actuales, por lo que podemos suponer que tendrían hábitos de vida similares. Podrían comer una amplia variedad de alimentos, es decir, serían omnívoras. El género *Hispanoblatta* se ha establecido en Las Hoyas.

Hispanoblatta



1cm

53 | *Hispanoblatta* sp.



54 | *Jucaraseps grandipes.*

Lagartos

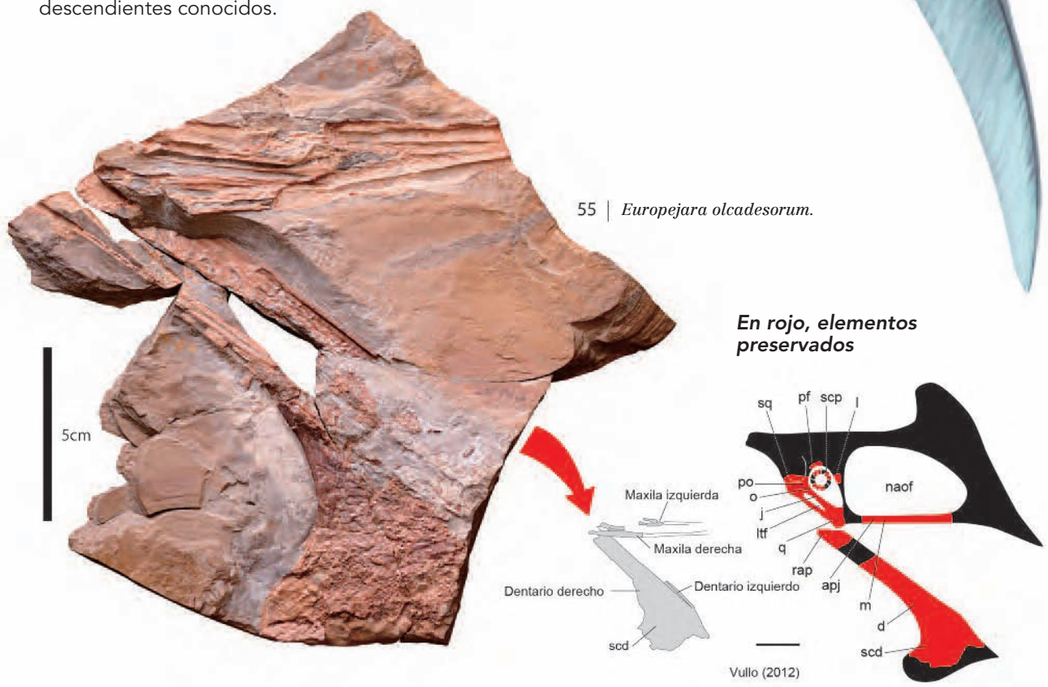
Hasta la fecha se conocen cuatro géneros diferentes de lagartos que habitaban el humedal de Las Hoyas, ocupando diferentes nichos ecológicos: formas corredoras (*Meyasaurus*), trepadoras (*Scandensia*) o formas que vivían entre los restos vegetales acumulados en el suelo (*Hoyalacerta* y *Jucaraseps*).

Uno de los lagartos más especializados de Las Hoyas es *Jucaraseps*. El único fósil conocido de este género es un esqueleto casi completo, que carece de la región distal de la cola y la extremidad anterior derecha. El cráneo es pequeño (5.8 mm de longitud), con órbitas relativamente grandes. Su cola es muy larga. Se estima que podía haber sido casi tan larga como la distancia desde el extremo del hocico hasta el ano. Se considera que el tipo de *Jucaraseps* pertenece a un individuo subadulto, y pesaba menos de un gramo. Este pequeño lagarto se movería fácilmente a través de los fragmentos de helechos y de las hojas de angiospermas y gimnospermas que cubrirían las áreas emergidas de Las Hoyas. Sus presas eran probablemente insectos muy pequeños.

El dueño del cielo

Los cielos de Las Hoyas fueron surcados por pterosaurios (reptiles alados) y aves. Los pterosaurios aparecieron hace 230 millones de años y dominaron los cielos durante el Triásico y el Jurásico. Las primeras aves aparecieron, al menos, hace 150 millones de años, coexistiendo con los pterosaurios en el aire hasta el final del Cretácico. Los pterosaurios desaparecieron hace 66 millones de años, sin dejar descendientes conocidos.

55 | *Europejara olcadesorum.*



Europejara

En Las Hoyas se han hallado dientes aislados y restos craneales de pterosaurios. La evidencia craneal pertenece a un nuevo género denominado *Europejara*, primer pterosaurio tapejárido encontrado en Europa. Tenía una envergadura de unos dos metros y una mandíbula inferior característica, dotada de una cresta. Este pterosaurio carecía de dientes, lo que ha sugerido que su dieta podría ser fundamentalmente frugívora, es decir, se alimentaría de frutos. Esto supone que *Europejara*, y otros taxones relacionados, podrían haber tenido un papel importante en el desarrollo evolutivo de las plantas con flor, ayudando a la dispersión de sus semillas.

56 | Diente aislado de pterosaurio.

Ecosistema terrestre de Las Hoyas

1. *Concavenator*
2. *Iberomesornis*
3. *Pelecanimimus*
4. *Weichselia*
5. *Ruffordia*
6. *Iterophyllum*
7. *Montsechia*
8. Crocodyliforme primitivo*
9. *Mantellisaurus*
10. *Europejara*
11. *Hoyasemys*
12. *Frenelopsis**

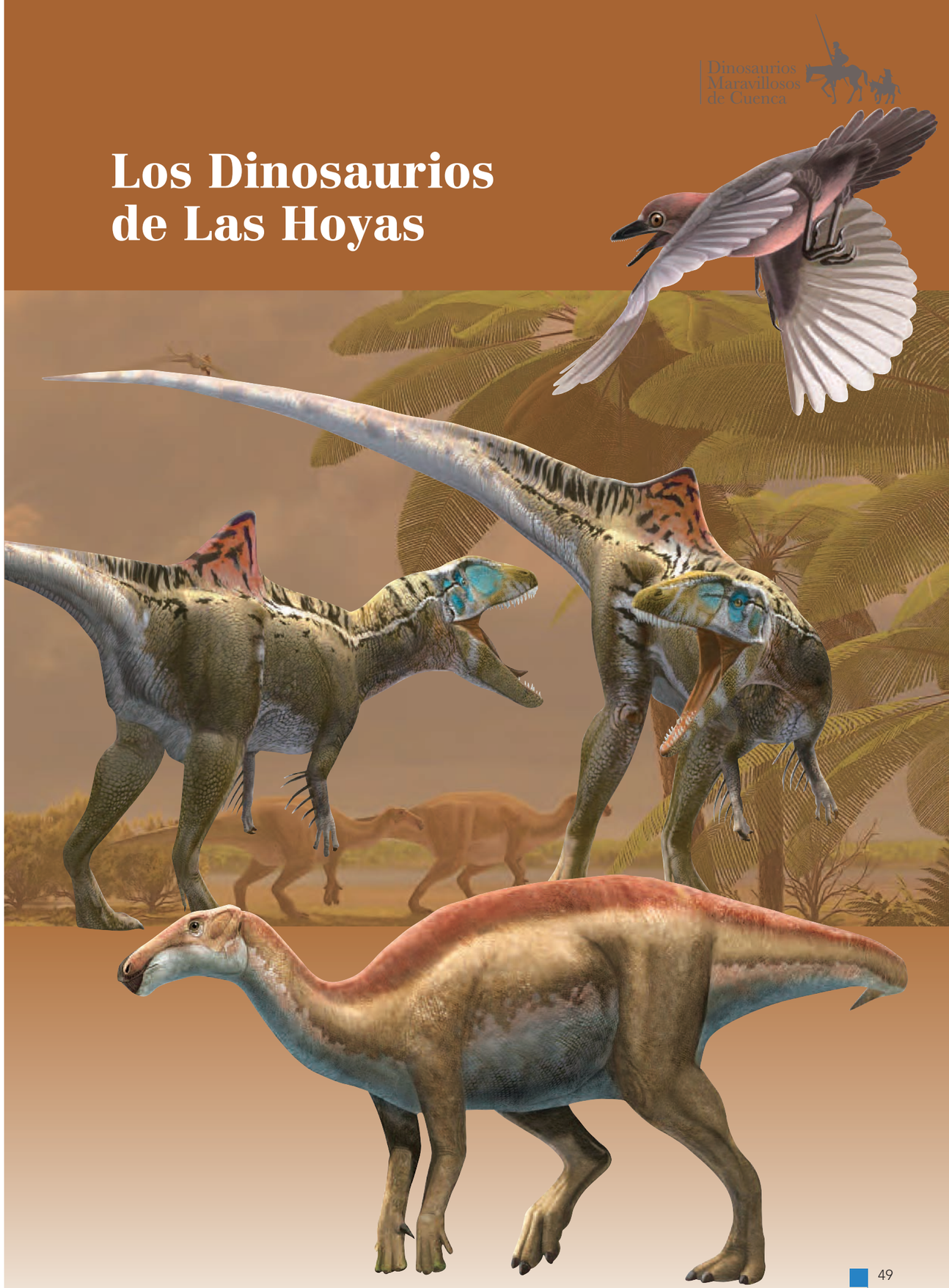
Ecosistema acuático de Las Hoyas

1. Coelacanthiformes indet.
2. *Clavatoraxis*
3. *Gordichthys*
4. *Lepidotes*
5. *Iberonepa*
6. *Delclosia*
7. *Austrapotamobius*
8. *Gyraulus**
9. Tapiz bacteriano*
10. *Turbomesodon*
11. *Hoyasemys*
12. *Frenelopsis**

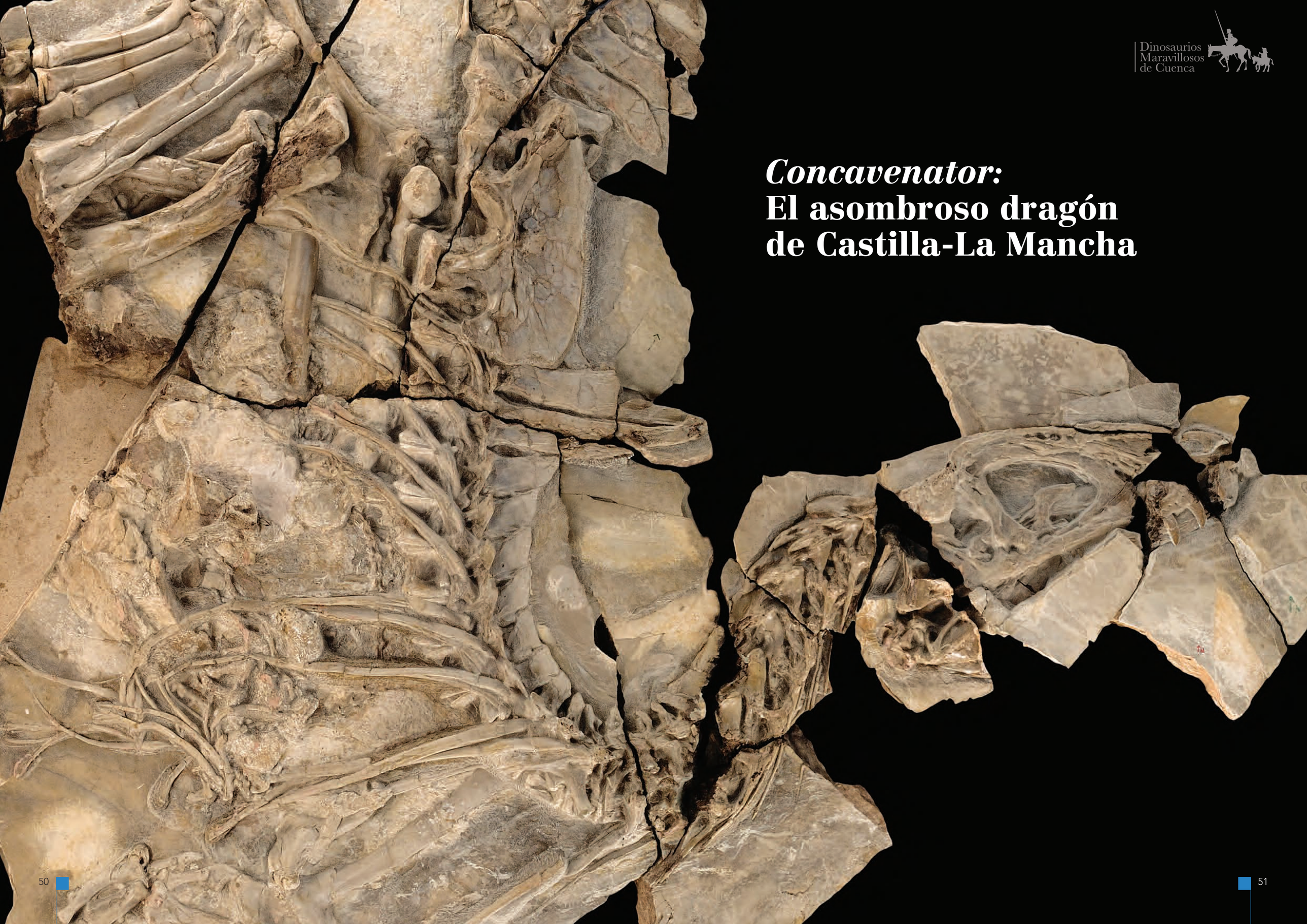
* No incluido en la exposición

Dinosaurios Maravillosos de Cuenca

Los Dinosaurios de Las Hoyas



Concavenator: El asombroso dragón de Castilla-La Mancha

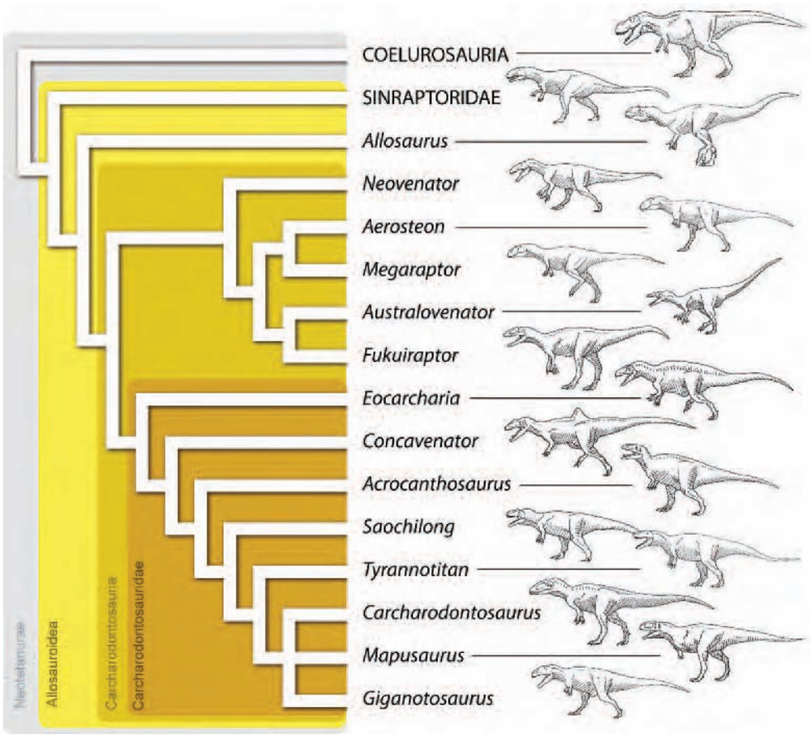


Concavenator

Concavenator corcovatus fue descrito a partir de un esqueleto casi completo en conexión anatómica. Su nombre significa "El cazador jorobado de Cuenca" debido a una estructura en forma de joroba que tiene en la espalda. El espécimen mide unos 6 metros de largo y es, por tanto, el fósil más grande hallado en el yacimiento de Las Hoyas.

Este dinosaurio es un miembro primitivo de Carcharodontosauria, un grupo evolutivamente más emparentado con *Carcharodontosaurus* que con *Allosaurus* y *Sinraptor*. Carcharodontosauria está compuesto por dos linajes, los neovenatóridos y los carcharodontosáuridos, siendo estos últimos con los que está más cercanamente emparentado *Concavenator*. Otros terópodos de este grupo son *Acrocanthosaurus* y *Giganotosaurus*.

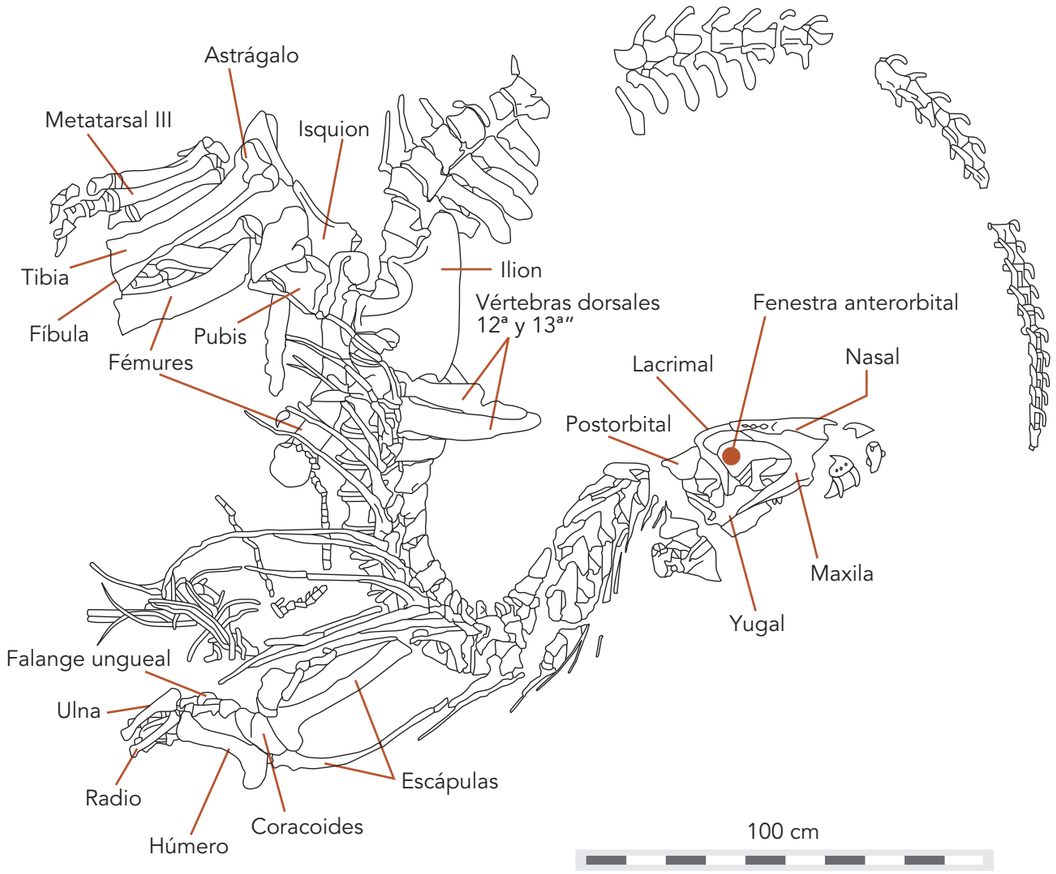
Relaciones de parentesco de *Concavenator.*



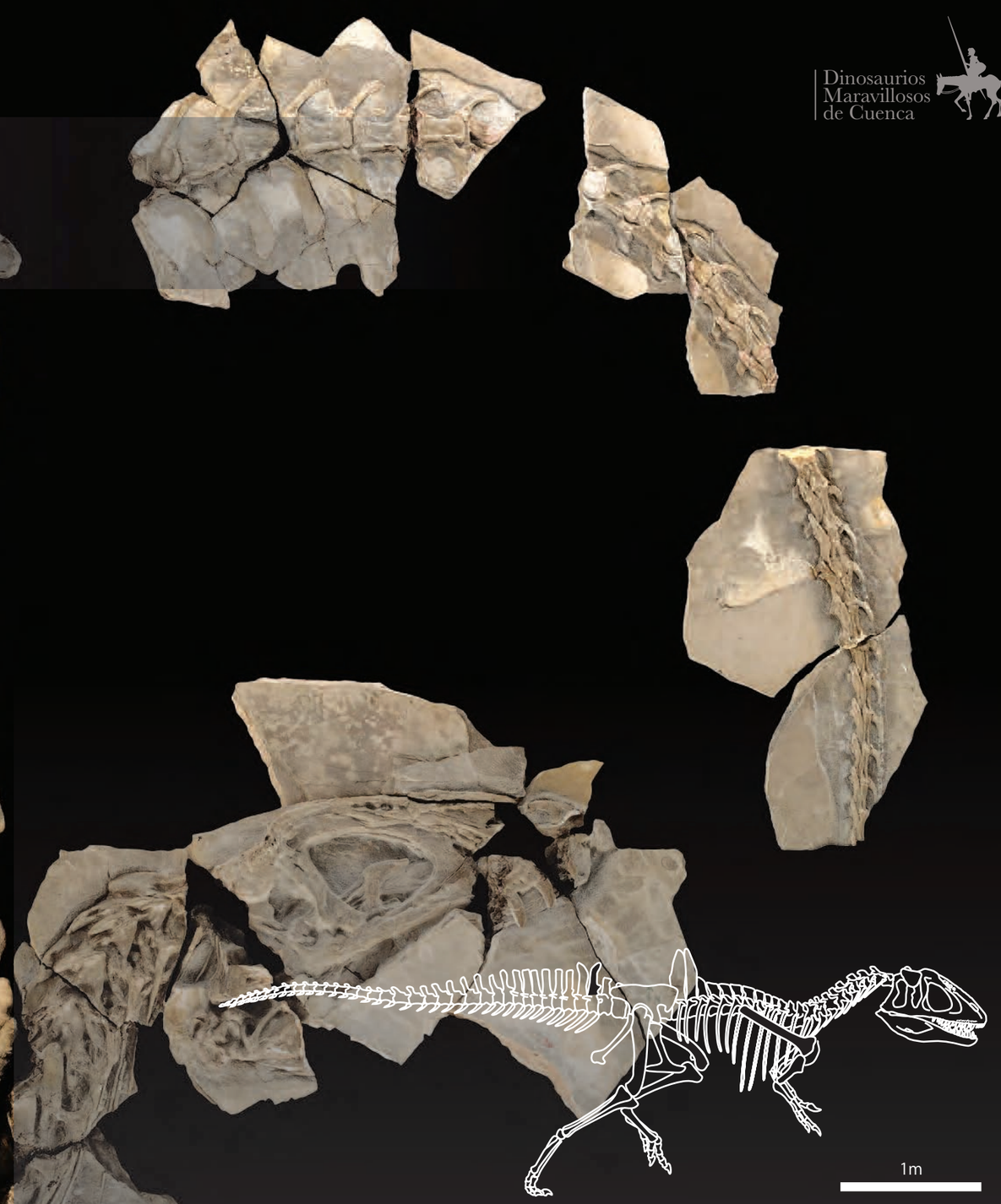
Reconstrucción en vida de *Concavenator.*

Preservación de *Concavenator*

El holotipo de *Concavenator corcovatus* es un esqueleto casi completo en conexión anatómica, excepto en las extremidades. Su esqueleto está curvado dorsalmente desde el cráneo hasta la cola.



El fósil está preservado en calizas finamente laminadas. El esqueleto está posicionado en vista lateral, estando la mitad del mismo enterrado en el sedimento. Gracias a su simetría bilateral es posible inferir y, por tanto, reconstruir el esqueleto completo. Una de las características más notables de este fósil es la presencia de impresiones de tejido blando conservadas en la caliza alrededor de la cola, el pie y la parte ventral del cuerpo.

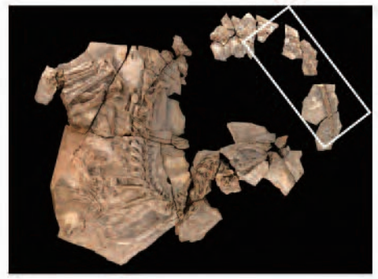


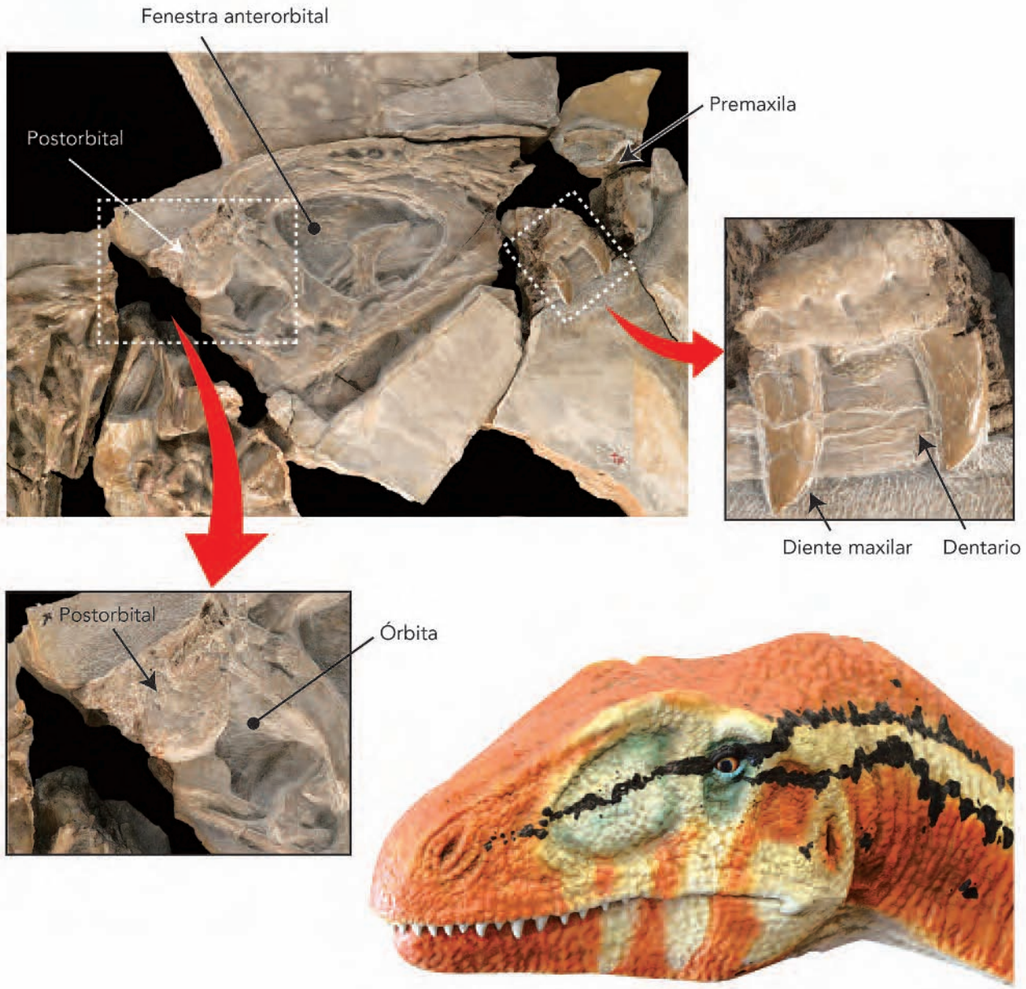
Es llamativa la presencia de espinas neurales hipertrofiadas en dos de sus últimas vértebras dorsales y en las primeras vértebras caudales. Esta estructura parece indicar la existencia en su dorso de algo similar a la joroba que presentan algunos mamíferos actuales. Además, también se observan pequeñas protuberancias (papilas) en la ulna (cúbito). Estas marcas son similares a las observadas en el antebrazo de las aves modernas y sirven como punto de inserción de las plumas remeras del ala. Aunque *Concavenator* carecería de este específico tipo de plumas, estas papilas implicarían la existencia de estructuras tegumentarias que constituirían el estado ancestral de las plumas.

Cráneo

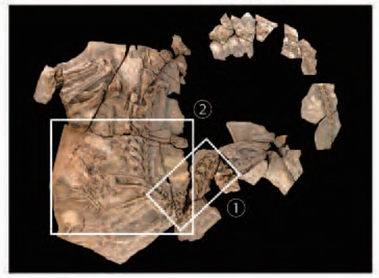
El cráneo de *Concavenator* está casi completo, aunque tanto el rostro, como la parte posterior, se encuentran fragmentados. La mandíbula también está fracturada y parcialmente cubierta por sedimento, al igual que la superficie dorsal del cráneo.

La órbita tiene un contorno romboide, siendo más estrecha en su parte superior e inferior y más ancha en su parte central. El hueso postorbitario muestra un proceso robusto y sobresaliente. Otra característica significativa es el contacto entre el lacrimal y el postorbitario, que impide que el hueso frontal limite el borde superior de la órbita. Finalmente, se puede observar en los dientes maxilares unas arrugas características en el esmalte.





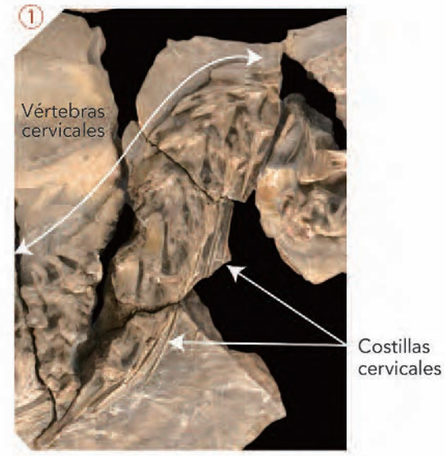
Vértebras cervicales

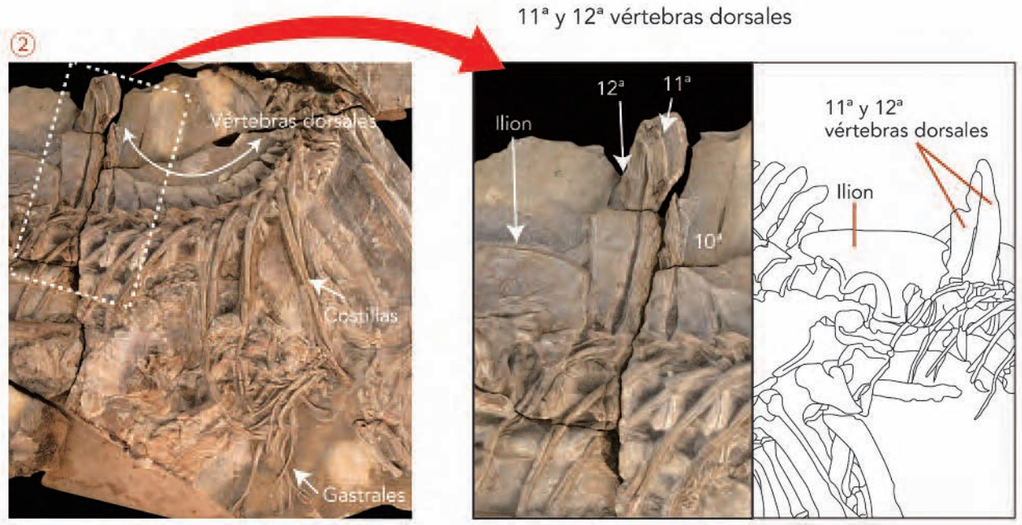


El cuello presenta la mayoría de las vértebras conservadas. Hay un total de 9 vértebras cervicales, aunque el complejo atlas-axis no es visible. Las costillas cervicales, cuya función es fortalecer el cuello para soportar su peso, están localizadas en la parte ventral.

Vértebras dorsales

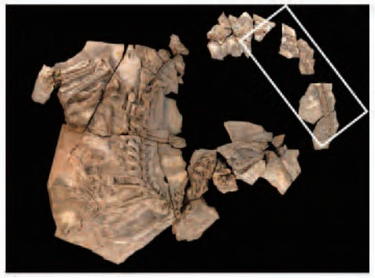
Las vértebras dorsales están perfectamente conectadas y completas, e incluso con sus costillas en conexión. Las espinas neurales de estas vértebras son una característica peculiar de *Concavenator*, ya que esta morfología es desconocida en otros dinosaurios terópodos. Su parte superior es más ancha que su zona inferior, en vista lateral. Esta parte superior está inclinada hacia atrás. Finalmente, dos de sus últimas vértebras dorsales tienen unas espinas neurales fuertemente alargadas, alcanzando dos veces la altura de las dorsales precedentes. Los ápices de estas espinas se curvan posteriormente. En contraste, la última vértebra dorsal vuelve a tener una espina reducida.

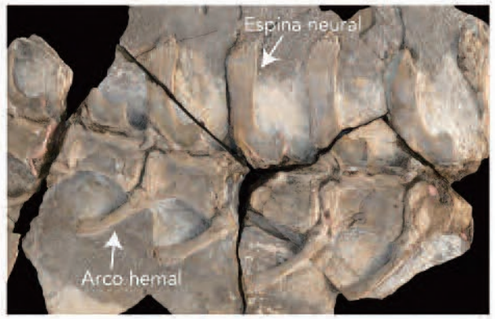


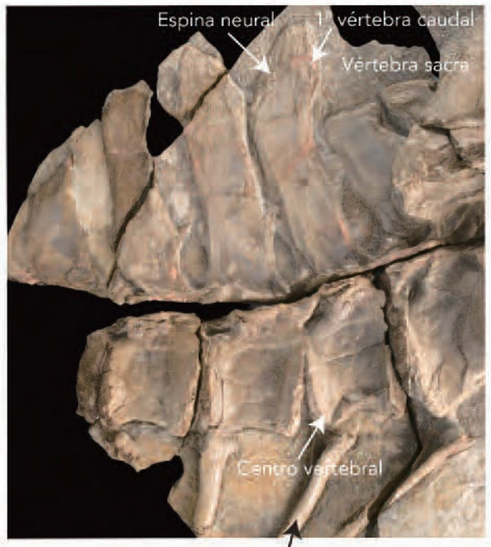


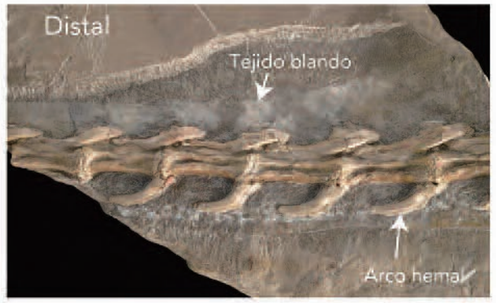
Vértebras caudales

Hay unas 39 vértebras conservadas en la cola, con diferentes estados de preservación. Las espinas neurales de las más próximas están también hipertrofiadas y su altura decrece a lo largo de la serie caudal hasta su parte más distal. La forma de las espinas es casi recta en las primeras caudales, con forma de "L" en las vértebras de la mitad de la cola y dirigidas hacia atrás en la parte más distal. El centro vertebral se hace relativamente más largo en sentido posterior. Los arcos hemales proximales son rectos, largos y esbeltos, en contraste con los más posteriores, que son relativamente cortos y en forma de gancho.



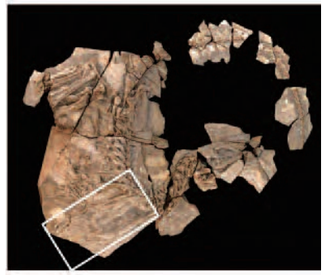




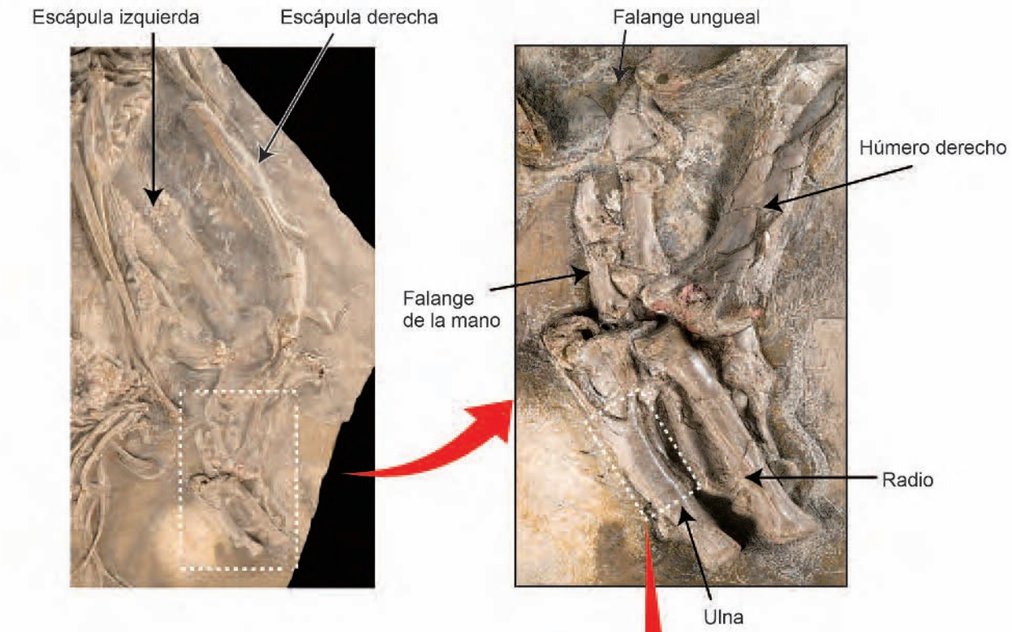


La larga cola de *Concavenator*.

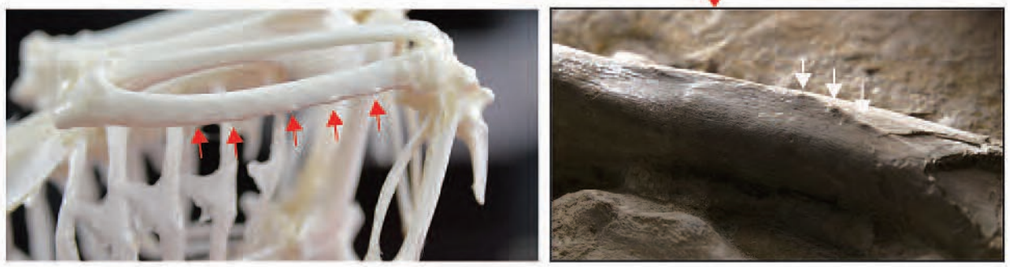
Extremidades anteriores



La cintura pectoral se encuentra completamente preservada. Un extremo de la fúrcula puede observarse debajo del coracoides derecho. El brazo derecho es el único visible. Todos sus elementos están presentes, sin conexión anatómica. La mano está colocada debajo del antebrazo, por lo que es difícil de observar, pero se puede estimar que es larga en comparación al resto del brazo. La ulna tiene una fila de pequeñas protuberancias en su superficie, similares a las papilas para la conexión de plumas en las aves actuales y algunos terópodos extintos. Sirven para la inserción de los ligamentos de las plumas remeras en el hueso. Su presencia en *Concavenator* podría ser un indicador de la existencia de apéndices tegumentarios predecesores de las plumas de las alas.



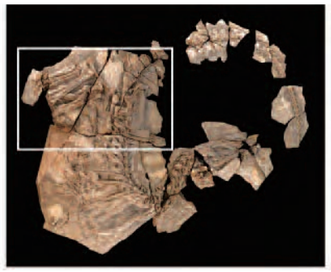
Marcas de las plumas en las ulnas.

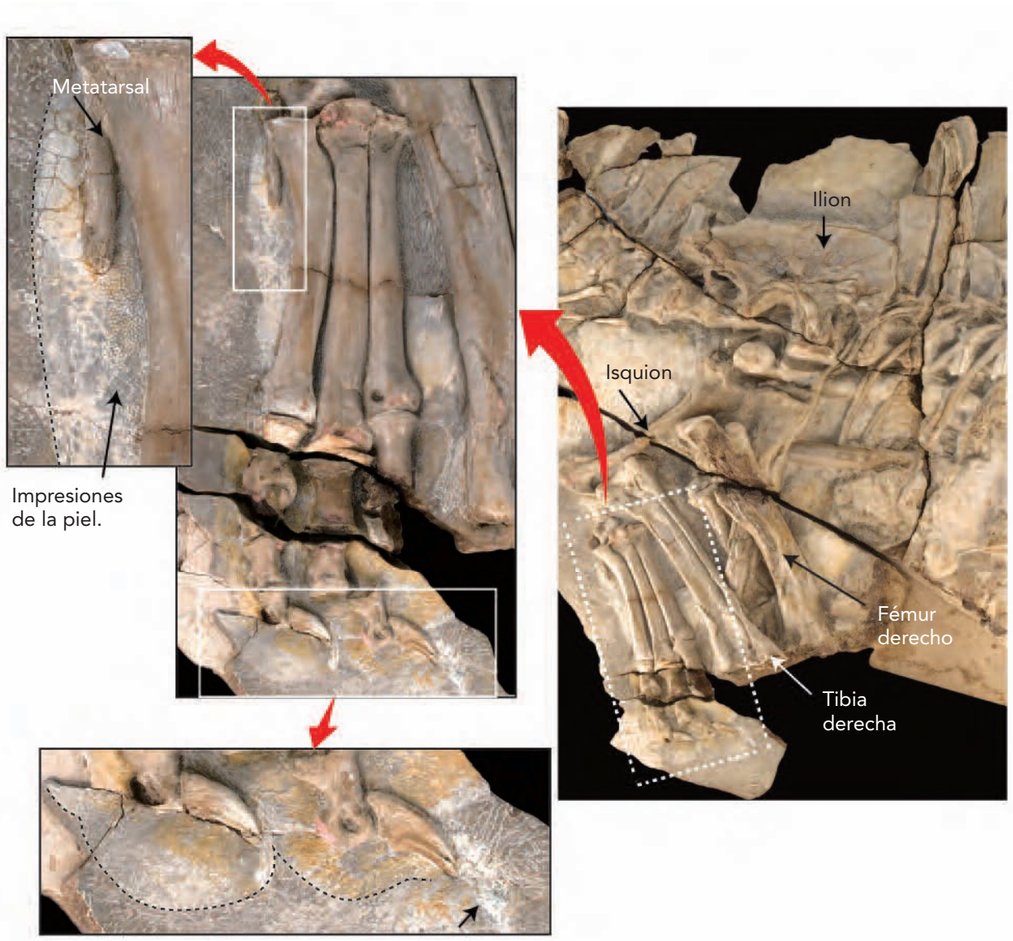


Ulna derecha de una tórtola actual

Extremidades posteriores

La placa ilíaca se encuentra un poco deformada, pero puede verse su morfología alargada y con la superficie superior convexa. El pubis y el isquion están desarticulados del ilion, pero colocados en posición anatómica. La extremidad posterior derecha es completamente visible, en cambio la izquierda está parcialmente expuesta. La pierna derecha está desarticulada, con el fémur, la tibia y la fíbula alineados paralelamente. Alrededor del pie derecho se preservan evidencias de piel. Consisten en tres tipos diferentes de escamas poligonales, las almohadillas plantares y el estuche córneo cerca de la falange ungueal. Todas estas estructuras son muy similares a las presentes en la podoteca de las aves actuales. El pie presenta un tamaño pequeño en comparación con el resto de la extremidad, lo que constituye una clave importante para interpretar su modo de vida.





Impresiones de las almohadillas plantares y de los estuches córneos de las garras.

Modo de vida de *Concavenator*

El paleoambiente de Las Hoyas fue un humedal subtropical con fuerte estacionalidad anual. Este ecosistema está caracterizado por una gran diversidad de organismos acuáticos y no acuáticos. Algunos paleontólogos sugieren que determinados animales terrestres estaban "de paso" en este ecosistema. *Concavenator* y otros dinosaurios serían algunos de estos casos, principalmente debido a su gran tamaño respecto a los otros organismos dentro de este ecosistema.

Dos individuos de *Concavenator* vagando por el bosque.

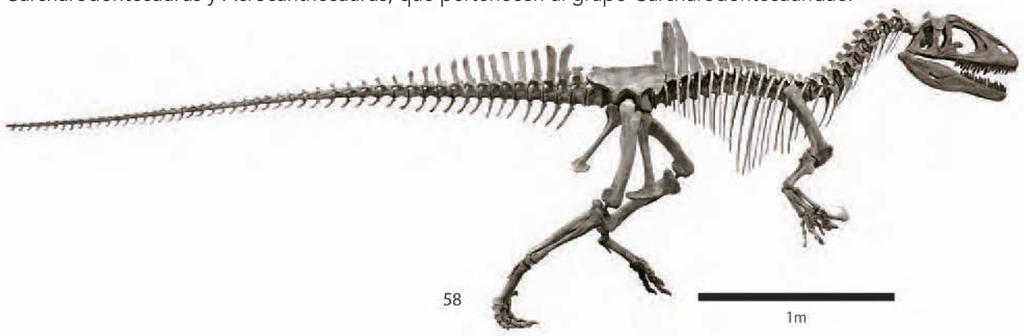
Sin embargo, otros paleontólogos sugieren que *Concavenator* vivía realmente dentro del ecosistema de Las Hoyas, siendo un carnívoro territorial que dominaba un amplio territorio. En este caso, sus características singulares serían adaptaciones a este ambiente inusual. En cualquiera de los dos casos, este terópodo fue indudablemente un terrible carnívoro cuyas presas principales podrían ser otros dinosaurios hallados en Las Hoyas, como *Mantellisaurus* y *Pelecanimimus*.

Reconstrucción de *Concavenator*

Reconstrucción del esqueleto

Concavenator es el dinosaurio terópodo de tamaño medio mejor preservado de Europa. Por ello, se ha podido reconstruir su esqueleto para la exposición que ha tenido lugar en varios museos de Japón entre 2014-2015.

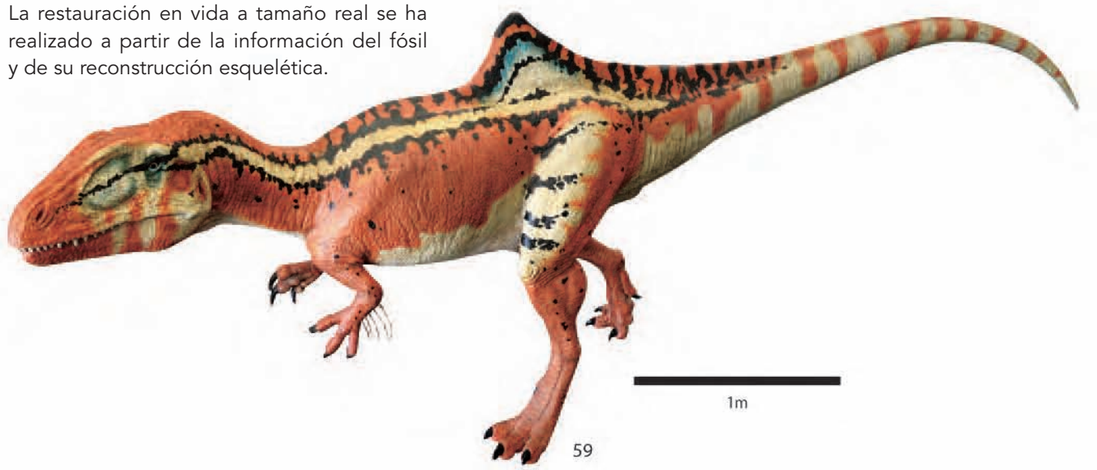
Las partes no expuestas, ausentes o deformadas (por ejemplo, el cráneo) se reconstruyen basándose en *Carcharodontosaurus* y *Acrocanthosaurus*, que pertenecen al grupo Carcharodontosauridae.



58

Reconstrucción en vida

La restauración en vida a tamaño real se ha realizado a partir de la información del fósil y de su reconstrucción esquelética.

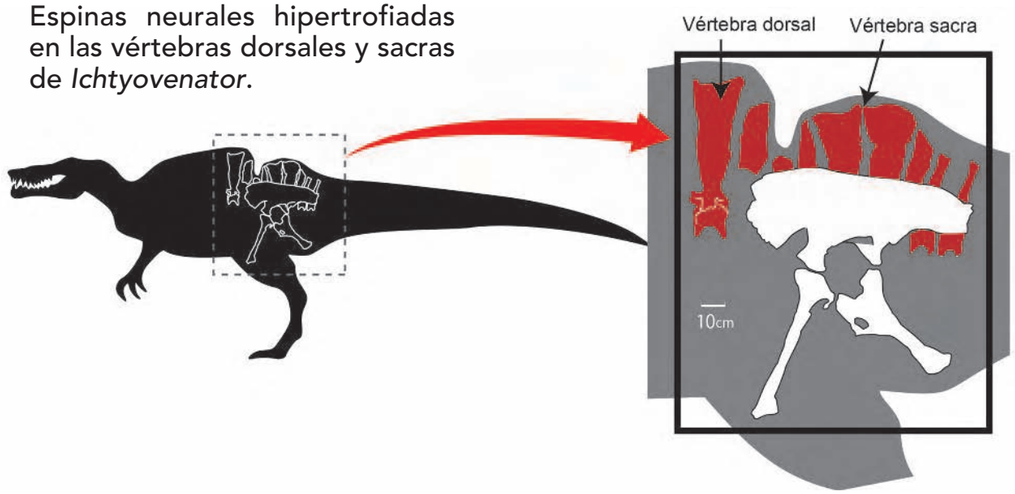


59

Jorobas en Dinosaurios

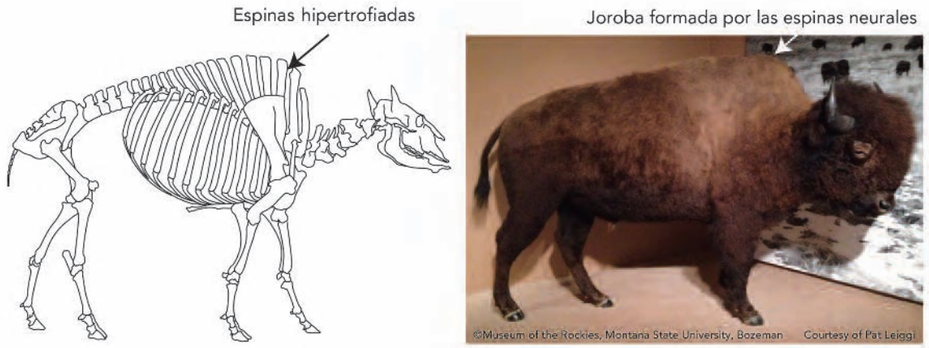
El registro de terópodos con largas espinas neurales se ha incrementado significativamente en años recientes, principalmente dentro de espinosáuridos y carcarodontosáuridos. Además de los géneros mejor conocidos, como *Spinosaurus* y *Acrocanthosaurus*, recientes descubrimientos de terópodos muestran espinas hipertrofiadas que implican la existencia de una "vela" ósea o estructuras similares, como es el caso del espinosáurido *Ichtyovenator* de Laos y el ornitomimosaurio *Deinocheirus mirificus* de Mongolia.

Espinas neurales hipertrofiadas en las vértebras dorsales y sacras de *Ichtyovenator*.



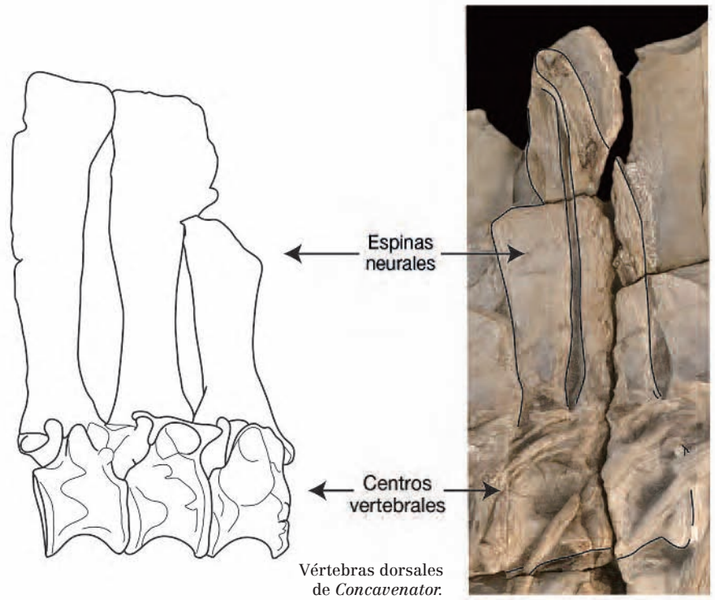
Concavenator corcovatus muestra una peculiaridad respecto a otros dinosaurios "jorobados": la presencia exclusiva de espinas muy altas en sólo dos vértebras de la serie dorsal y otras dos en la caudal. Las dorsales están localizadas sobre la zona pélvica y de las extremidades traseras de *Concavenator,* coincidiendo con su centro de masas. Las espinas dorsales están posteriormente orientadas, formando una estructura robusta, en contraste con las caudales que están orientadas anteriormente. Estas características son similares a las de determinados mamíferos actuales, indicando quizás que la estructura dorsal de *Concavenator* sería similar a la joroba de estos mamíferos.

Espinas neurales en las vértebras dorsales y la joroba de un bisonte.



La elongación de las espinas neurales en *Concavenator* podría ser comparable a la existente en otro terópodo del Cretácico Inferior de Inglaterra, *Becklespinax altispinax*. El material descubierto de este terópodo es escaso y su holotipo consiste sólo en tres vértebras dorsales con alargadas espinas neurales. Aunque ambos parezcan similares, la orientación de los ápices, su morfología, sus proporciones relativas y el número de espinas alargadas son significativamente diferentes. Por lo tanto, a pesar de ser relativamente cercanos geográficamente y en edad, *Concavenator* y *Becklespinax* son especies diferentes.

Vértebras dorsales de *Becklespinax*.



Vértebras dorsales de *Concavenator*.

Dos individuos de *Concavenator* caminando en el humedal.

Pelecanimimus: el poder de la ciencia

Pelecanimimus es el ornitomimosaurio más primitivo que se conoce. Además, es el primero que se encontró en Europa. Su estado de preservación es excelente. El fósil contiene evidencia de tejidos blandos, como una cresta detrás de la cabeza y una bolsa o pliegue cutáneo bajo la garganta. A continuación se describe *Pelecanimimus* y se plantean diversas hipótesis sobre su forma de vida e historia evolutiva, como un ejemplo de "el poder de la ciencia".

¿Qué es la ciencia?

La ciencia está constituida por el conjunto de conocimientos que la humanidad ha conseguido mediante un procedimiento llamado método científico. Este sistema es el único que tenemos para lograr una explicación objetiva de cualquier fenómeno de la naturaleza, desde las razones de la lluvia en una tarde de primavera, hasta por qué se extinguieron la mayoría de los dinosaurios. El método científico exige la formulación de una hipótesis, que plantea una explicación satisfactoria a un fenómeno natural. Pero no todas las hipótesis son válidas. Solo son aceptables aquellas que puedan ser refutadas, es decir, aquellas para la que existe una forma de demostrar que son falsas. ¿Y por qué? Porque nuestro conocimiento de la naturaleza, el conocimiento científico, es provisional. Siempre debe caber la posibilidad de refutar una hipótesis y sustituirla por una nueva explicación que se ajuste mejor al fenómeno estudiado. Un conjunto de hipótesis temáticamente relacionadas constituyen una teoría (como la teoría evolutiva en biología). La paleontología lleva años tratando de generar herramientas cada vez más potentes para refutar sus hipótesis. El estudio del dinosaurio ornitomimosaurio *Pelecanimimus* ilustra cómo se plantean y refutan las hipótesis en paleontología, y cómo aparecen nuevas hipótesis.

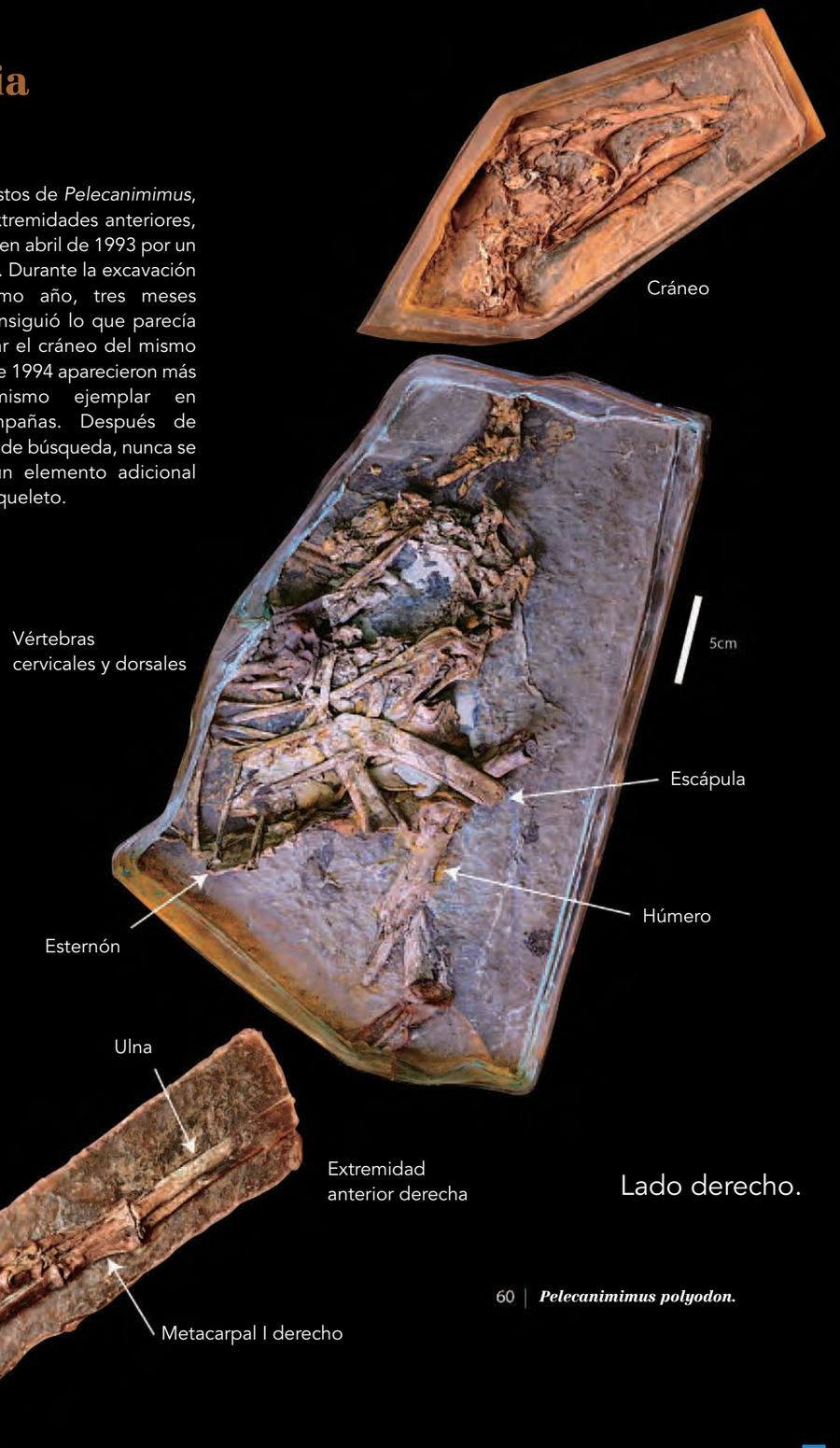
Pelecanimimus polyodon

Los únicos restos conocidos en todo el mundo del dinosaurio terópodo *Pelecanimimus* proceden del yacimiento de Las Hoyas. El fósil es la mitad anterior del esqueleto, en conexión anatómica, de un ornitomimosaurio de unos 2-2,5 metros de longitud. Está constituido por el cráneo, vértebras cervicales y dorsales, cintura escapular, ambas extremidades anteriores, esternón y gastralia. Además, el fósil conserva evidencias de tejidos tegumentarios. Es el primer ornitomimosaurio que se ha hallado en Europa.

Lado izquierdo.

Historia

Los primeros restos de *Pelecanimimus*, el tórax y las extremidades anteriores, fueron hallados en abril de 1993 por un aficionado local. Durante la excavación de aquel mismo año, tres meses después, se consiguió lo que parecía imposible: hallar el cráneo del mismo individuo. Desde 1994 aparecieron más restos del mismo ejemplar en diferentes campañas. Después de varios años más de búsqueda, nunca se encontró ningún elemento adicional del resto del esqueleto.



Lado derecho.

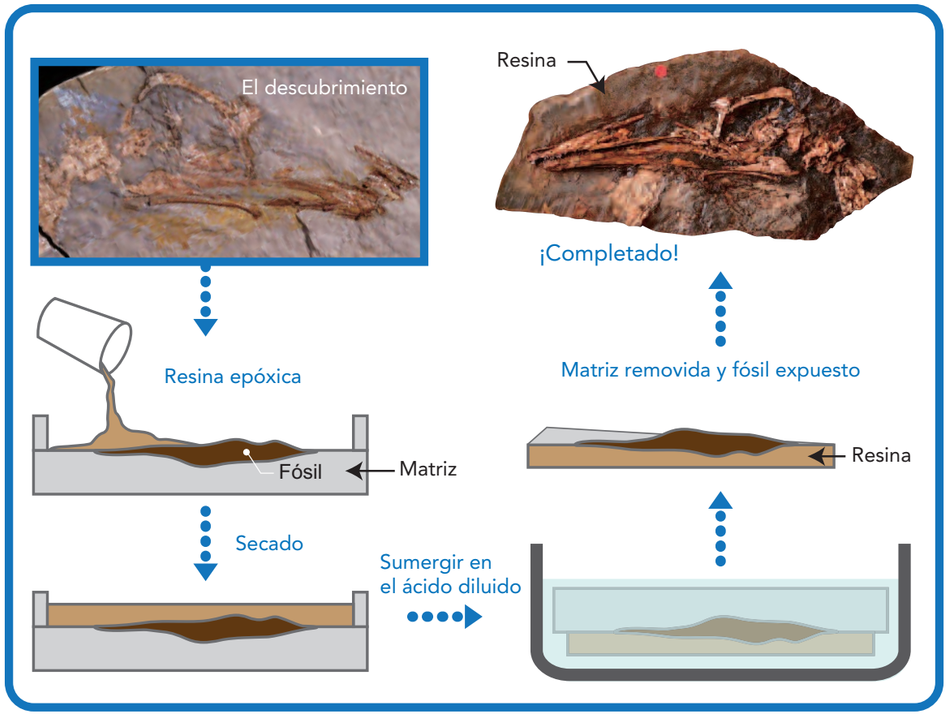
Preparación

En las calizas tableadas del yacimiento de Las Hoyas es relativamente común que los restos fósiles de vertebrados aparezcan en dos mitades, izquierda y derecha, como ocurre en *Pelecanimimus*.

Esto significa que lo que estamos viendo, cuando abrimos la laja, es el interior del fósil. Para poder observar el exterior de *Pelecanimimus* el ejemplar fue sometido a un delicado proceso de preparación. Primero hay que adherir resina plástica en la cara interna de cada una de las partes, para que sirva de sujeción a los huesos fósiles. Luego el conjunto fósil+resina se sumerge en un baño de ácido diluido, que elimina la matriz carbonática y deja expuesto el fósil. El procedimiento es lento y laborioso.

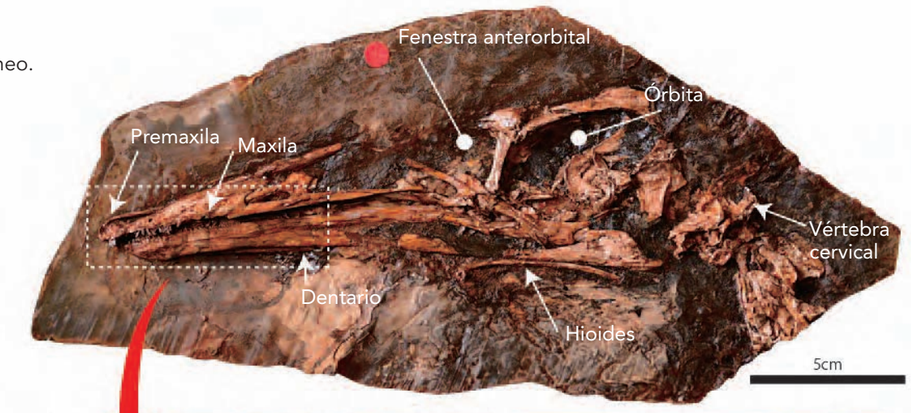
Al romperse la roca, los fósiles quedan distribuidos en dos mitades (placa y contraplaca).

Preparación de *Pelecanimimus*



Caracteres esqueléticos

El cráneo tiene un rostro muy largo, en relación con su longitud total. La órbita es relativamente grande, como es habitual en los ornitomimosaurios. La longitud de la ventana antorbital es incluso mayor que la órbita. La dentición de *Pelecanimimus* es uno de sus caracteres más destacados, ya que la mayoría de ornitomimosaurios son desdentados. Los dientes son relativamente pequeños y son muy numerosos (se calcula un total de 220 piezas dentales). Son de diferente tamaño, los de la mandíbula superior (premaxilares y maxilares) son mayores que los de la inferior (dentarios). Otro carácter craneal inusual es la preservación de los huesos que están relacionados con la lengua (aparato hioideo).



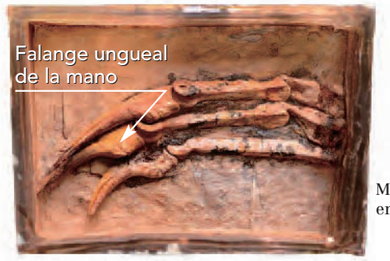
Cráneo.

Imagen ampliada del rostro.

Imagen ampliada de los dientes.

Extremidad anterior

Los huesos del brazo son relativamente largos. Las manos tienen tres metacarpales unidos, de morfología y tamaño parecido. Las garras son relativamente alargadas.

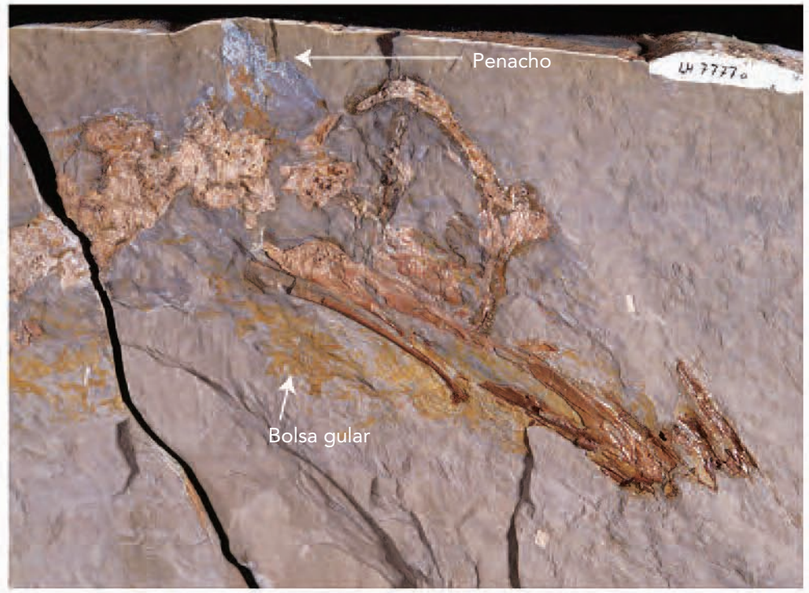


Mano izquierda en vista lateral.

Extremidad anterior derecha.

Tejidos blandos

La excepcional preservación de los tejidos blandos de *Pelecanimimus* ha permitido comprobar la existencia de dos estructuras muy notables. Por un lado, una especie de cresta no esquelética, de contorno triangular, situada en la región posterior dorsal de la cabeza. Además, este ornitomimosaurio de Las Hoyas tenía un pliegue de piel por debajo de la cabeza. Podría tratarse de una bolsa, parecida a la de los pelícanos (*Pelecanimimus* quiere decir "imitador del pelícano"). Pero también podría ser un pliegue gular o papada parecida a la de diversos tipos de lagartos actuales, como iguánidos o anólidos.



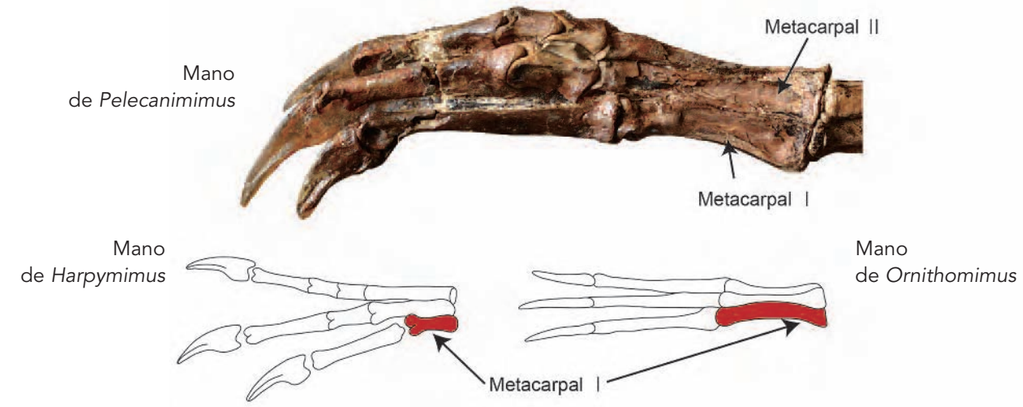
Cráneo de *Pelecanimimus* antes de la preparación.

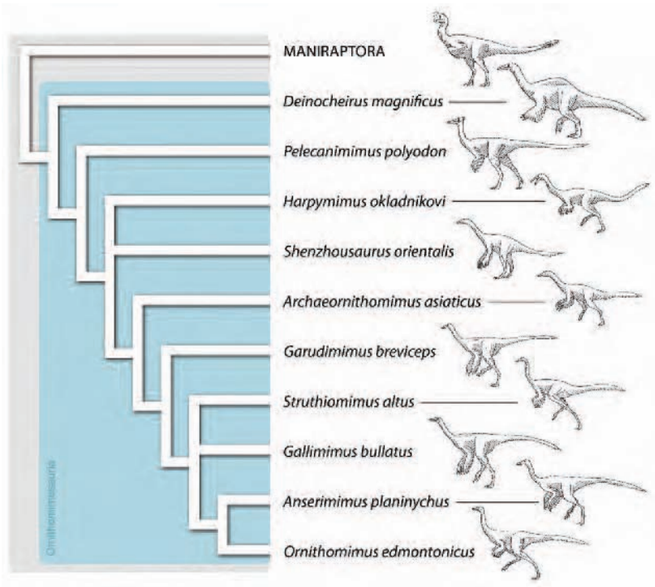
Relaciones de parentesco de *Pelecanimimus*

El hallazgo de *Pelecanimimus* cambió radicalmente el conocimiento de la filogenia de los dinosaurios terópodos ornitomimosaurios. *Pelecanimimus* tiene una combinación de caracteres primitivos (similares a los presentes en la condición ancestral) y derivados (evolucionados respecto a la condición ancestral). El más obvio de los primitivos es la presencia de dientes, al igual que en la mayoría de los dinosaurios terópodos. *Pelecanimimus* es el único ornitomimosaurio conocido con dientes en ambas mandíbulas, superior e inferior*.

Uno de los caracteres derivados más notorios es la estructura de los huesos de la mano. En algunos de los onitomimosaurios más primitivos, como *Harpymimus*, la longitud del primer metacarpal supone la mitad de la del segundo, mientras que en géneros derivados (como *Ornithomimus*) son similares en tamaño. En *Pelecanimimus* el primer metacarpal es ligeramente más corto que el segundo.

* *Harpymimus* (Mongolia) y *Shenzhousaurus* (China) poseen dientes solamente en la mandíbula inferior.





Filogenia de Ornithomimosauria

El conjunto de caracteres analizados indican que *Pelecanimimus* es el ornitomimosaurio más primitivo que se conoce hasta la fecha. La información filogenética de *Pelecanimimus* y *Harpymimus* (Cretácico Inferior de Mongolia) sugiere que el origen de los ornitomimosaurios podría estar localizado, probablemente, en Europa o Asia Central hace unos 125 millones de años.

Modo de vida de *Pelecanimimus*

Pelecanimimus es un terópodo perteneciente al linaje de los ornitomimosaurios, cuya apariencia general es similar a la de los avestruces. Es probable que tuviera hábitos gregarios. Eran animales corredores con una dieta herbívora, pero probablemente también podrían comer animales (omnívoros). Sin embargo, no hay evidencias directas de la dieta de *Pelecanimimus*. El pliegue de piel por debajo de su cráneo podría ser una bolsa con funciones relacionadas con la alimentación. Aunque esta estructura podría ser también una papada con fines de exhibición (comunicación). El aparato hioideo es robusto, sugiriendo una lengua activa y larga. Presenta además órbitas grandes, que indican la existencia de ojos desarrollados, lo que supondría un buen sentido de la vista.

Los huesos de la mano tienen articulaciones desarrolladas, lo que sugiere que los dedos tendrían gran movilidad. Las garras de la mano son relativamente estrechas y largas, muy diferentes a las arqueadas y estrechas de los terópodos carnívoros. Estas garras eran probablemente utilizadas para agarrar y rasgar.

Pelecanimimus capturando un pequeño cocodrilo.

El pequeño cocodrilo dentro de la bolsa de *Pelecanimimus*.

Bandada de *Pelecanimimus*.

El Poder de la Ciencia: ¿Por qué *Pelecanimimus* tenía dientes? ¿Tendría plumas *Pelecanimimus*?

El estudio de *Pelecanimimus* ha generado nuevas hipótesis sobre los ornitomimosaurios, por ejemplo, en cuanto a la filogenia del grupo. Además, ha supuesto nuevas interpretaciones de los procesos evolutivos de la pérdida de dientes y en mecanismos respiratorios. Finalmente, recientes hallazgos implican una revisión de las hipótesis iniciales sobre la ausencia de plumas en *Pelecanimimus*.

El proceso de pérdida de los dientes

Cuando *Pelecanimimus* fue descubierto, solamente el género *Harpymimus* tenía alguna evidencia de que existan dientes en Ornithomimosauria. El grupo ancestral de todos los ornitomimosaurios tiene una media de unas 80 piezas dentales. Hasta el momento del hallazgo de *Pelecanimimus* la hipótesis más consensuada, para explicar el proceso de pérdida de dientes, era una reducción gradual en su número, hasta su total desaparición, seguido de la aparición de un pico córneo. Sin embargo, la existencia de numerosos dientes en el ornitomimosaurio conocido más primitivo (*Pelecanimimus*) refuta esa hipótesis.

Pelecanimimus.

Por tanto, la hipótesis actual sugiere que el número de dientes no disminuye, sino que se incrementa. Los ornitomimosaurios ancestrales, representados por *Pelecanimimus*, poseían numerosos dientes actuando como un borde cortante para los alimentos. Esta función es parecida a la del pico en ornitomimosaurios derivados, que carecen de dentición. En resumen, la línea de pequeños dientes primitivos funcionaba como una cuchilla, más que como una trituradora, en los ornitomimosaurios basales. En el curso de la evolución, los dientes fueron remplazados por un pico córneo con la misma función cortante.

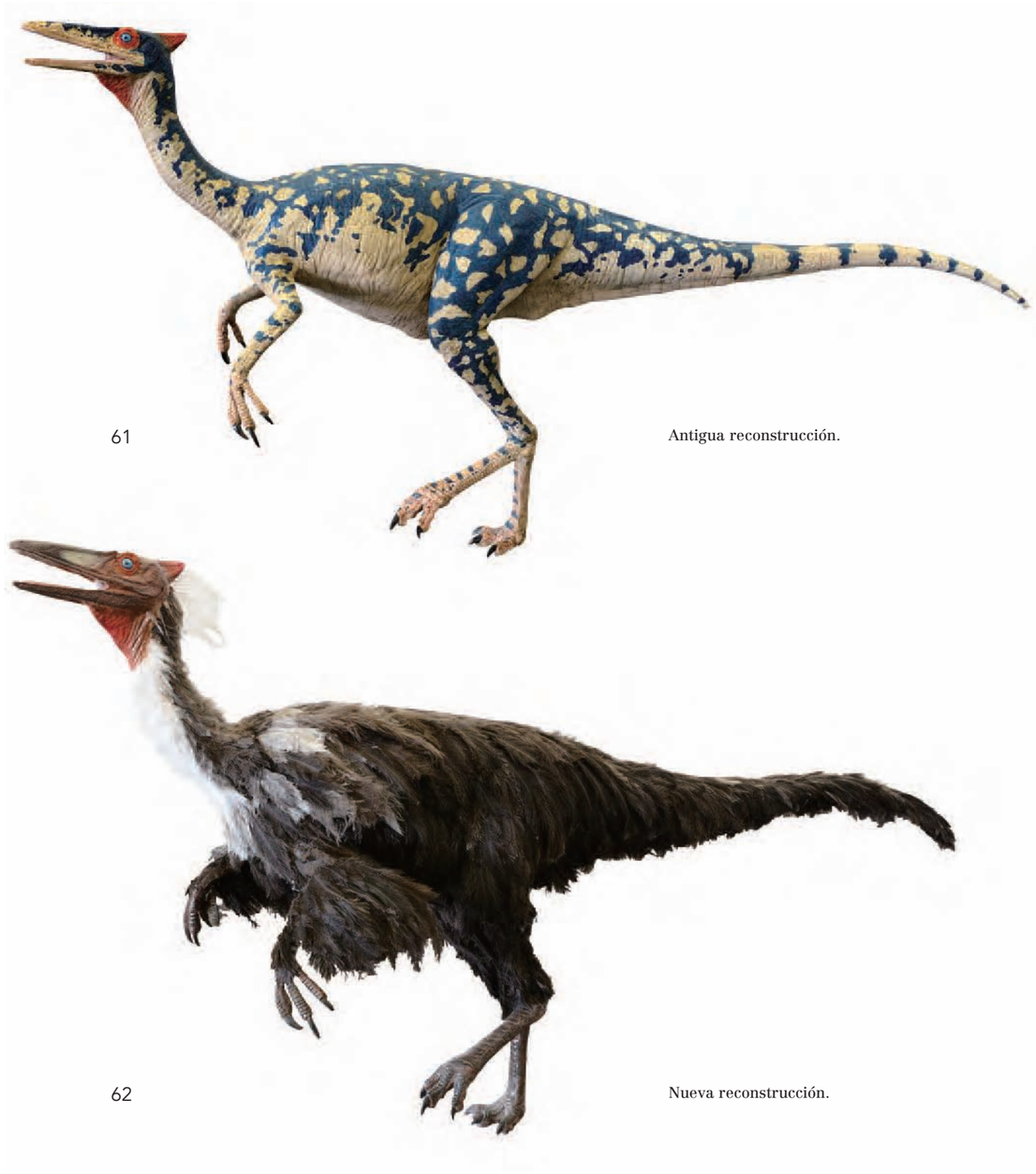
Ornithomimus.

Respiración

Otra característica esquelética bien preservada en *Pelecanimimus* es su caja torácica, que está ventralmente cerrada por un esternón osificado y lateralmente por costillas que articulan unas con otras y con el esternón. Esta estructura asegura una capacidad mecánica de incremento del volumen torácico, para llevar aire a los pulmones. La caja torácica de *Pelecanimimus* parece pues apropiada para una respiración costal, similar a la que realizan hoy en día las aves y los lagartos. Esta evidencia refuta la hipótesis de que los terópodos tenían un mecanismo respiratorio semejante al de los cocodrilos, conocido como "pistón hepático" (algunos músculos tiran del hígado hacia atrás, expandiendo la cavidad torácica).

Plumas

Durante años, los investigadores han pensado que *Pelecanimimus* carecía de plumas. Sin embargo, se han descrito recientemente especímenes de *Ornithomimus* emplumados en el Cretácico Superior de Norteamérica. Estas evidencias sugieren que las plumas estarían presentes también en *Pelecanimimus*.

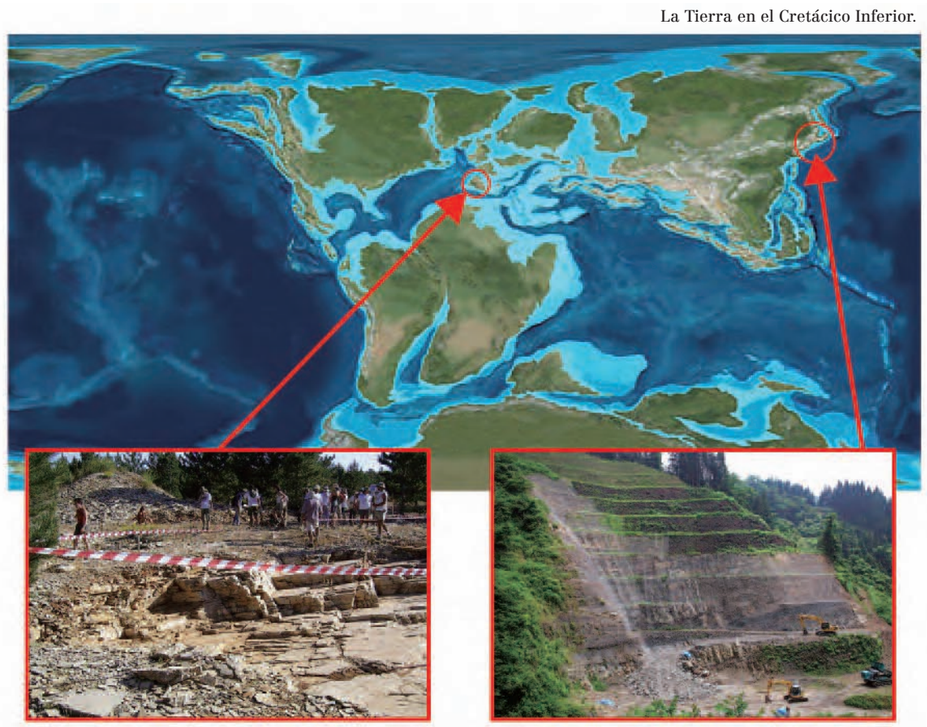


61 Antigua reconstrucción.

62 Nueva reconstrucción.

Dinosaurios de Fukui

Aunque España y Japón están geográficamente distantes, comparten aspectos en común en cuanto a dinosaurios. La cantera de dinosaurios en Kitadani (Katsuyama, Japón) ha proporcionado el mayor número de fósiles de dinosaurios de la prefectura de Fukui. Los afloramientos de esta cantera son estratos de origen fluvial del Cretácico Inferior (Formación Kitadani, 120 millones de años).



La Tierra en el Cretácico Inferior.

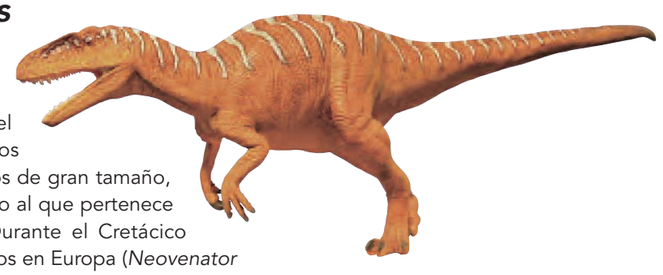
Yacimiento de Las Hoyas.

Cantera de Dinosaurios de Kitadani.

Al igual que en el yacimiento de Las Hoyas, se han hecho excavaciones en la cantera de Kitadani durante más de 30 años. Como resultado, se conocen al menos 6 especies de dinosaurios de esta localidad, incluyendo terópodos como *Fukuiraptor* y un ornitomimosaurio, iguanodontios como *Fukuisaurus* y un fitófago gigante, *Fukuititan*.

Fukui en el Cretácico Inferior.

Fukuiraptor kitadaniensis



Fukuiraptor es un terópodo de 4,2 metros de largo, perteneciente al grupo de los neovenatóridos. Se ha hallado parte del cráneo y huesos de las extremidades. Los Carcharodontosauria, dinosaurios carnívoros de gran tamaño, incluye a los carcarodontosáuridos, el grupo al que pertenece *Concavenator*, y a los neovenatóridos. Durante el Cretácico Inferior sólo se conocían carcarodontosaurios en Europa (*Neovenator* y *Concavenator*). Por tanto, la presencia de *Fukuiraptor* sugiere que el grupo se extendió y diversificó ampliamente en Eurasia.

Fukuisaurus tetoriensis

Este dinosaurio fitófago tiene una dentición compacta, muy adecuada para triturar plantas. Pertenece al grupo de los iguanodontios, junto con otros dinosaurios como *Mantellisaurus*. En las prolongadas excavaciones en Fukui se han encontrado restos fósiles de un iguanodontio diferente de *Fukuisaurus*. *Fukuisaurus* es más primitivo que *Mantellisaurus*, mientras que el otro iguanodontio es quizás más cercano a *Mantellisaurus*.

Ornitomimosaurios

Dentro del grupo Ornithomimosauria solamente se han encontrado en Fukui huesos de los dedos. Los ornitomimosaurios, durante el Cretácico Inferior, están representados por taxones muy primitivos, como *Pelecanimimus*. Aunque es necesario hallar material adicional, es posible que el onitomimosaurio de Fukui sea similar a *Pelecanimimus*.

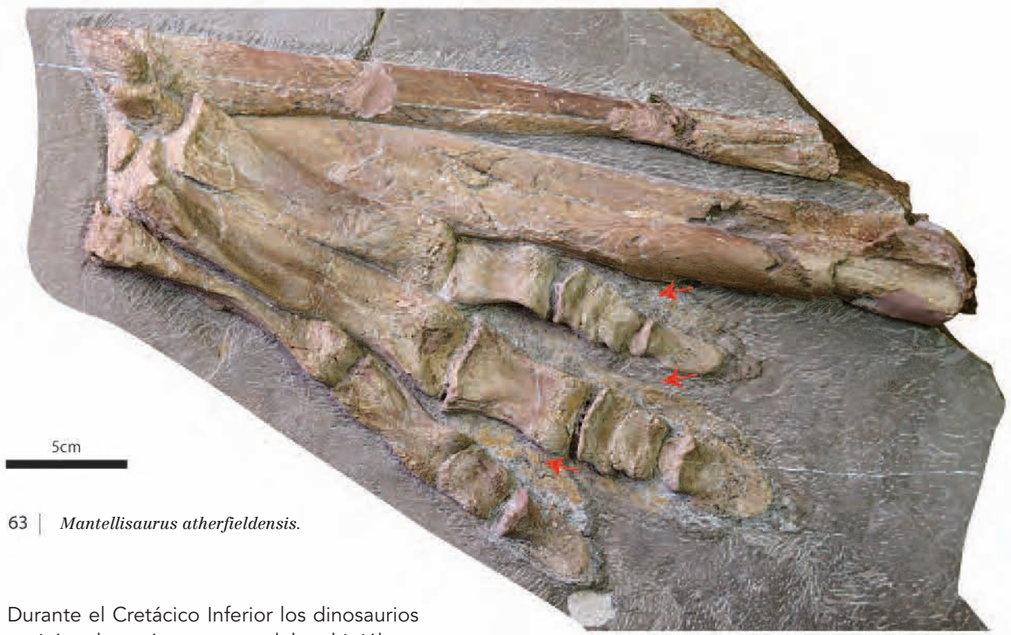
Fukuititan nipponensis

Este dinosaurio saurópodo medía unos 10 metros de largo y los materiales fósiles descubiertos hasta ahora incluyen dientes, huesos de las extremidades y vértebras caudales. Los dientes son gráciles y la morfología de la corona es similar a la de *Brachiosaurus*. Sin embargo, *Fukuititan* tiene características únicas en sus vértebras caudales. Estudios recientes indican que este dinosaurio está relacionado con *Euhelopus* de China y *Phuwiangosaurus* de Tailandia.

Las Hoyas y Kitadani

Los tres dinosaurios de Las Hoyas pertenecen a los grupos Carcharodontosauria, Iguanodontia y Ornithomimosauria, linajes que también han sido hallados en Fukui. En el Cretácico Inferior, Fukui formaba parte del borde este del continente asiático, mientras Las Hoyas se localizaba en el archipiélago occidental de Europa. Por tanto, estos tres grupos de dinosaurios comunes en Fukui y Las Hoyas indican que hubo una distribución euroasiática de los mismos durante el Cretácico Inferior.

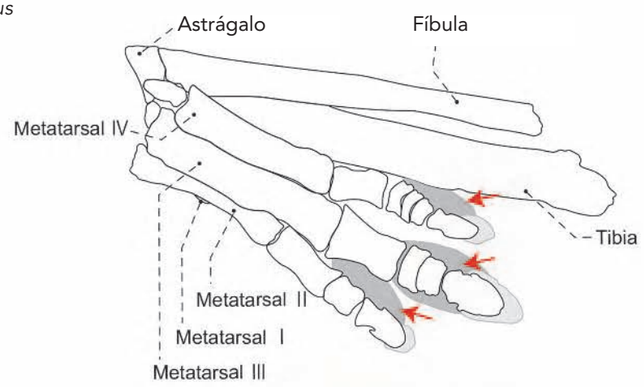
Mantellisaurus atherfieldensis



63 | *Mantellisaurus atherfieldensis.*

Durante el Cretácico Inferior los dinosaurios ornitópodos más comunes del archipiélago europeo fueron los hadrosauriformes basales *Iguanodon bernissartensis* y *Mantellisaurus atherfieldensis*. *Mantellisaurus* es un pariente cercano, más pequeño, del género *Iguanodon*. Se estima que su masa podría alcanzar alrededor de los 700 kg. Es un dinosaurio herbívoro, pudiendo ser una presa habitual de carnívoros como *Concavenator*.

Las extremidades anteriores de *Mantellisaurus* eran más cortas que las posteriores, aproximadamente la mitad. Por tanto, se cree que este fitófago era fundamentalmente bípedo, aunque quizás caminase ocasionalmente de forma cuadrúpeda. El fósil hallado en Las Hoyas consiste en el esqueleto de una extremidad posterior casi completa y en conexión anatómica, perteneciente a un individuo subadulto. Se encuentra en un excelente estado de preservación, incluso con evidencias de las impresiones de las almohadillas plantares (flechas rojas en la figura derecha).



Las aves del Cretácico Inferior de Las Hoyas. Origen del vuelo moderno

Desde el descubrimiento de *Archaeopteryx* (Jurásico Superior, 150 millones de años) en el siglo XIX, las evidencias disponibles en el registro fósil para conocer la evolución temprana de las aves eran escasas. También se habían estudiado aves con dientes, del Cretácico Superior norteamericano (80-90 millones de años). Sin embargo, existía un periodo de tiempo, de unos 60 millones de años, que constituía una incógnita sobre la historia evolutiva de las aves.

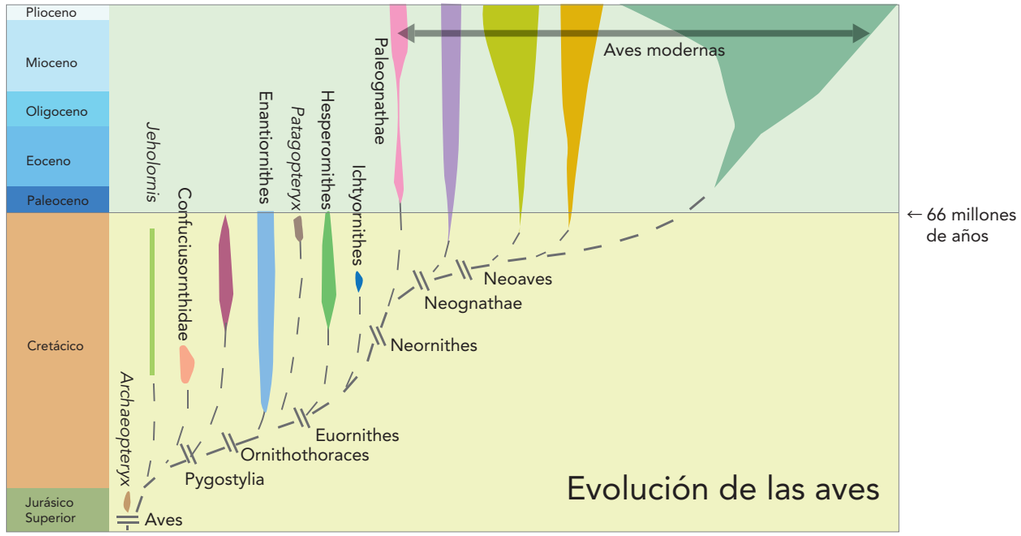
Un siglo después, a mediados de la década de 1980, se empezaron a encontrar en Las Hoyas las primeras evidencias que se hallaban en todo el mundo de las "aves intermedias". La primera fue llamada *Iberomesornis* ("Ave intermedia de Iberia"). La importancia del hallazgo era evidente, confirmaba la por entonces debatida hipótesis del origen dinosauriano de las aves. En efecto, la nueva ave fósil española tenía características esqueléticas ancestrales, propias de sus antecesores, como los terópodos dromeosaurios, y otras que fueron heredadas por las aves actuales (neornitas). Además, *Iberomesornis* proporcionaba información sobre el origen del vuelo moderno en las aves. Para comprender la excitación de los medios informativos de la época, baste decir que Isaac Asimov escribió un artículo sobre *Iberomesornis* con el título "El volador más antiguo".

En la década de 1990 se estudiaron dos nuevos géneros avianos de Las Hoyas, *Concornis* y *Eoalulavis*. Posteriormente se descubrió un fósil, compuesto por una asociación de huesos de, al menos, cuatro aves, que fue interpretado como una regurgitación de un dinosaurio o un pterosaurio. Por último, se han descubierto nuevos restos fósiles avianos en Las Hoyas, que están actualmente en proceso de estudio.

En conjunto, el yacimiento de las Hoyas contiene el registro más diverso conocido hasta ahora de aves mesozoicas europeas. Este registro es uno de los más importantes del mundo en lo referente a nuestro conocimiento sobre la historia evolutiva de las aves durante el Cretácico Inferior.

Filogenia y evolución de las aves de Las Hoyas

Las aves del yacimiento de Las Hoyas pertenecen a un linaje extinto denominado Enantiornithes. Hasta donde sabemos, vivieron en el Cretácico, y desaparecieron en la gran crisis de la vida del límite Cretácico-Cenozoico, hace unos 66 millones de años.



Benton (2005)

Las aves enantiornitas vivieron probablemente en todo el planeta, y sus restos han sido hallados en Asia, Europa, Sudamérica, Norteamérica y Australia. Los restos fósiles de enantiornitas más completos se han hallado en Las Hoyas y en la Formación Yixian en Liaoning (China).

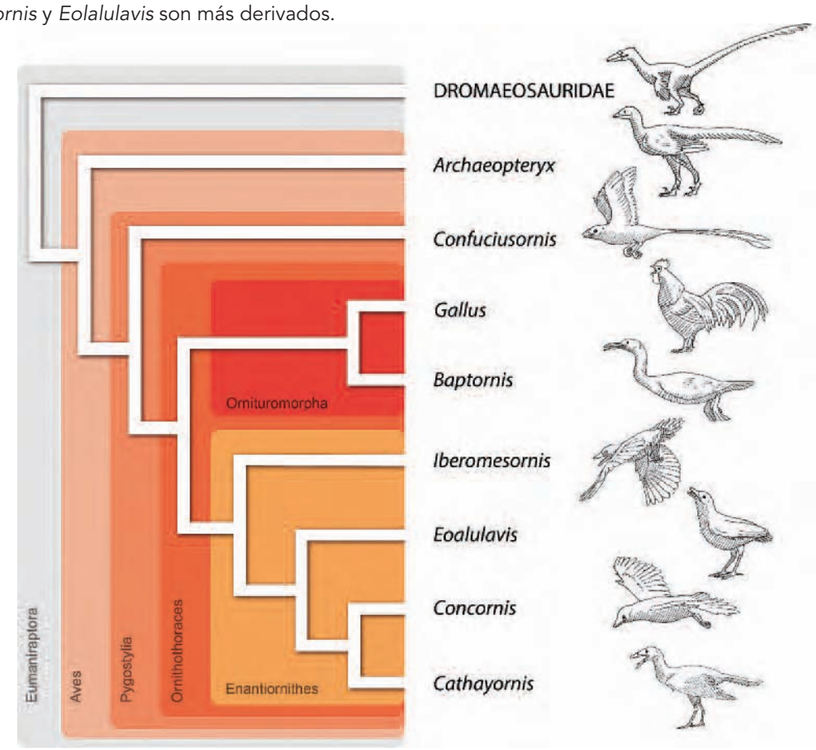
Reconstrucción de *Iberomesornis*. Cortesía del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid

Las enantiornitas tienen una diversidad notable, tanto en tamaño como en forma de vida. Existen géneros del tamaño de un pajarillo actual, como *Iberomesornis*, y animales con una envergadura de ala de algo más de un metro, como un cuervo común de nuestros días. Además, sabemos que dentro del linaje existían formas de bosque, limícolas o depredadoras. En términos generales se puede pensar que las enatiornitas representaron, durante el Cretácico, un rol macroevolutivo semejante al que tienen las neornitas (aves modernas), desde el Cenozoico hasta la actualidad.

La filogenia de las enantiornitas sigue siendo un tema muy debatido. De todas formas existen determinadas hipótesis que tienen un amplio consenso entre los investigadores. La primera es que las enantiornitas son un grupo natural, monofilético. Esto quiere decir que se cree que todo el grupo tiene un único ancestro común. Otra hipótesis bien consensuada es que este grupo de aves cretácicas tiene una posición filogenética intermedia entre aves ancestrales, como *Archaeopteryx* y los confuciusornítidos, y las neornitas.

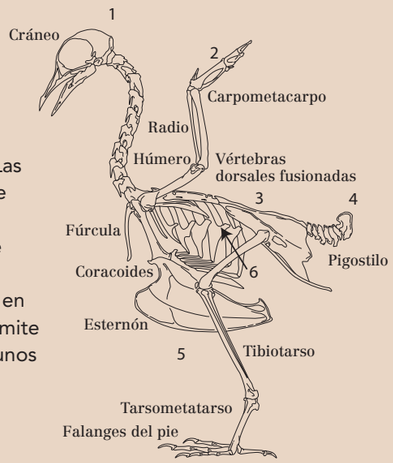
Dentro de las relaciones de parentesco de las propias enantiornitas, el género *Iberomesornis* es uno de los más primitivos, mientras *Concornis* y *Eolalulavis* son más derivados.

Filogenia de las aves



El esqueleto de las aves

Las aves del yacimiento de Las Hoyas pertenecen a un linaje extinto denominado Enantiornithes. Hasta donde sabemos, vivieron en el Cretácico, y desaparecieron en la gran crisis de la vida del límite Cretácico-Cenozoico, hace unos 66 millones de años.



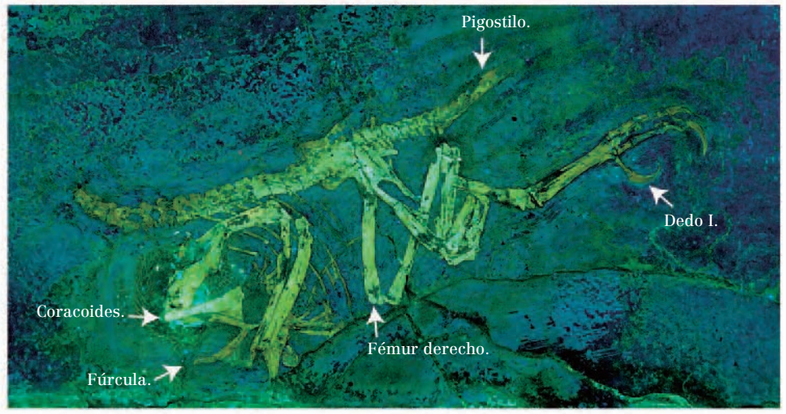
1. Cerebro desarrollado dentro de un cráneo de elementos fusionados.
2. Huesos de las alas reducidos en número por procesos de fusión de elementos primitivos.
3. Fusión de huesos pélvicos.
4. Vértebras caudales distales de la cola fusionadas para formar el pigostilo.
5. Esternón desarrollado dotado de una gran quilla, que constituye la zona de inserción de los músculos que generan el vuelo.
6. Procesos uncinados en las costillas que refuerzan la caja torácica.

Esqueleto de una paloma Proctor y Lynch (1993).

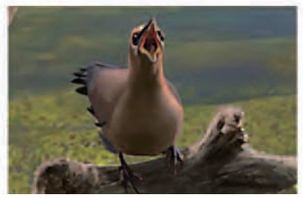
Iberomesornis

El esqueleto fósil de *Iberomesornis* está casi completo, careciendo de cráneo y de las primeras vértebras del cuello. *Iberomesornis* tenía en vida un peso que se ha estimado entre 15-20 gramos, semejante al de un gorrión. Se trata de un individuo sub-adulto, cuyo tamaño probablemente no diferiría mucho del de un adulto. Esta hipótesis está basada en determinados huesos que no están completamente desarrollados. Además, sabemos que el esqueleto de las aves enantiornitas podía seguir creciendo incluso si el individuo había alcanzado su tamaño adulto. Este fenómeno se observa también en el kiwi actual (*Apteryx*).

64
Iberomesornis romerali.



Exposición a luz ultravioleta.

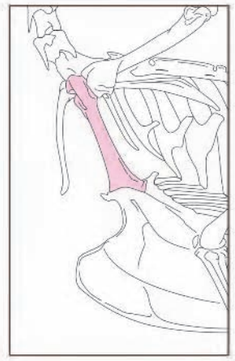


Pie

El primer dedo del pie (pulgar) de *Iberomesornis* se dirige en sentido posterior, y está dotado de una garra relativamente grande. Esta disposición, y el tamaño del dedo, indican que el pie de *Iberomesornis* estaba bien adaptado para agarrarse a las ramas de árboles y arbustos, como muchos pajarillos actuales.

Caracteres esqueléticos

Iberomesornis presenta una cintura pectoral moderna, que indica la aparición de un ciclo de batido de las alas semejante al de las aves de la actualidad. Además, el final de la cola está constituido por una pieza única llamada pigostilo. Este hueso podría indicar la existencia de plumas timoneras primitivas, importantes en el despegue, el aterrizaje y otras complicadas maniobras aéreas.



Coracoides de una paloma actual.

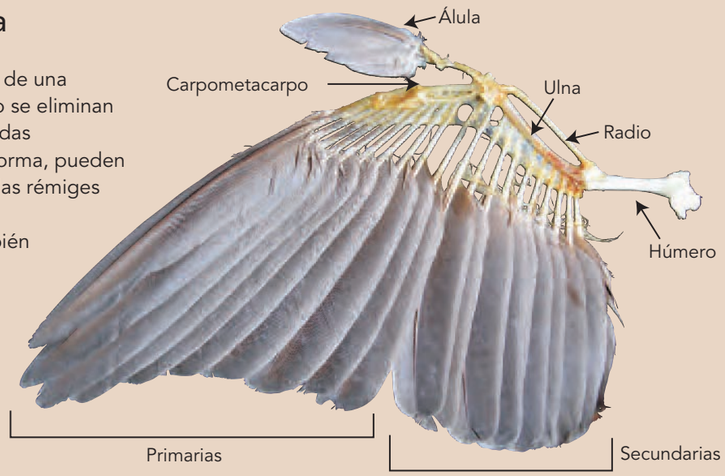
Vértebras caudales de *Archaeopteryx.*

Evolución en mosaico

Iberomesornis es un ejemplo de lo que en biología evolutiva se llama evolución en mosaico o modular. Este fenómeno ocurre cuando determinados elementos o partes corporales de un organismo se desarrollan más, o de forma diferente, que otras comparables. El esqueleto de la cintura escapular de *Iberomesornis*, y la extremidad anterior, son parecidos a los de un ave actual. Sin embargo, el esqueleto de la cintura pelviana, y el de la extremidad posterior, se parecen a los de un dinosaurio no aviano, como *Velociraptor.* Esta modularidad evolutiva apoya la hipótesis de que la evolución temprana de las aves estuvo influenciada por las necesidades del vuelo.

Plumas del ala

La figura ilustra el ala de una tórtola actual, cuando se eliminan las plumas denominadas coberteras. De esta forma, pueden observarse las llamadas rémiges o remeras (primarias y secundarias) y también el álula.



Concornis lacustris

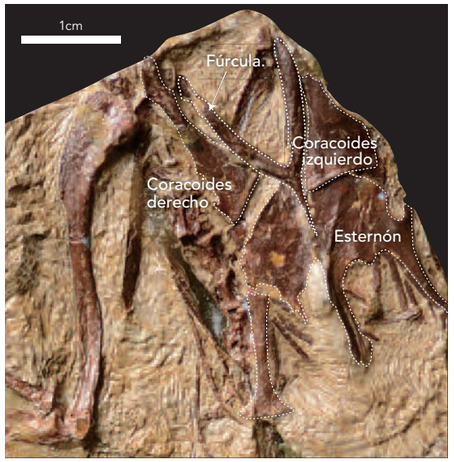
El género *Concornis* es conocido a través de un esqueleto fósil bastante completo, que carece de cráneo. *Concornis* es el ave de Las Hoyas de mayores dimensiones. Podría llegar a pesar quizás hasta 75-100 gr, un tamaño parecido al de un mirlo actual. El esqueleto del muslo, de la pantorrilla y del pie, indica unas extremidades posteriores relativamente largas, parecidas a las de las aves limícolas. El pie tiene un dedo pulgar desarrollado, que no suele estar presente en aves que tienen actividad en el suelo. De manera que *Concornis* era quizás un ave predominantemente arborícola.

65 *Concornis lacustris.*

Carpometacarpo y evidencia de plumas

El fósil presenta determinadas plumas relacionadas con el esqueleto de las alas, concretamente algunas asociadas a la mano (rémiges primarias). Estas plumas parecen tener un raquis de posición asimétrica, es decir, son características de aves voladoras. Las plumas son estructuras no esqueléticas de origen dérmico. En algunos fósiles de aves mesozoicas se pueden observar perfectamente con luz normal. En el caso de *Concornis* tienen que ser observadas a través de fluorescencia inducida mediante luz ultravioleta.

Carpometacarpo e impresiones de plumas.

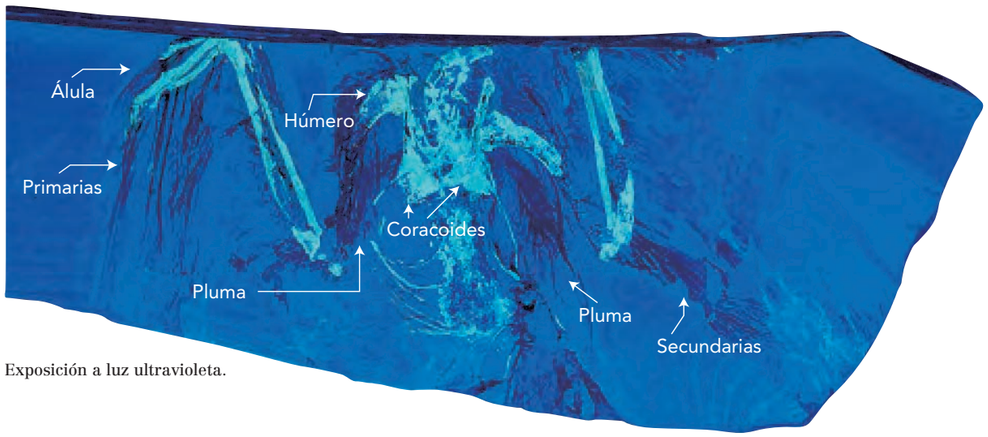


Eoalulavis hoyasi

66
67 *Eoalulavis hoyasi.*

El espécimen de *Eoalulavis* es un esqueleto parcial que conserva las últimas vértebras cervicales, las diez primeras dorsales, la cintura escapular y parte de la pélvica, el esternón, costillas, ambas alas y los fémures. El ejemplar fue objeto de una cuidadosa preparación mediante la técnica de transferencia sobre resina plástica (véase página 70).

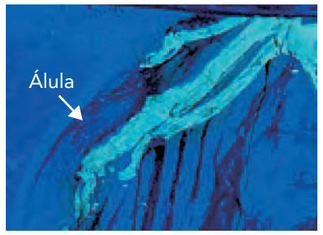
Pueden verse en el fósil plumas corporales y de sus alas, rémiges primarias y secundarias. Además, es de destacar un penacho unido al primer dedo de la mano llamado álula o ala bastarda. Este "alita", presente en muchas aves actuales, sirve como un recurso de hipersustentación, es decir, permite frenar sin estrellarse contra el suelo. La presencia de álula en *Eoalulavis* indica que estas aves de hace 125 millones de años ya tenían determinados recursos de vuelo para realizar complejas maniobras en el aire.



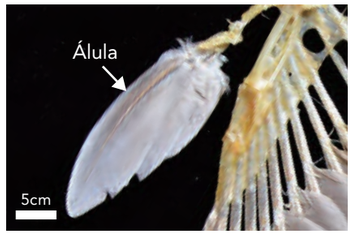
Exposición a luz ultravioleta.

Función del álula

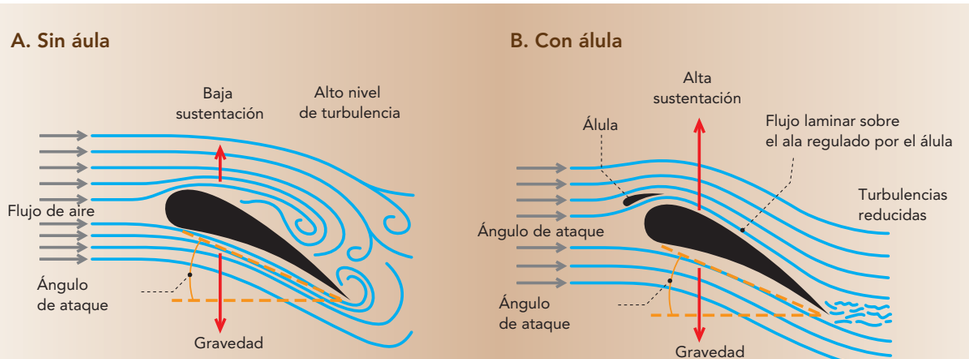
Cuando un ave desea frenar en vuelo aumenta el ángulo entre el plano del ala y el flujo de aire (ángulo de ataque). Esta acción genera turbulencia por detrás del ala (A). El despliegue del álula reduce la turbulencia, manteniendo la sustentación (B).



Eoalulavis



Tórtola actual



Modificado de Gill (2007)

Dieta

El ejemplar de *Eoalulavis* también aporta información de gran importancia para comprender su dieta. El fósil contiene en su caja torácica fragmentos de crustáceos acuáticos que pueden ser interpretados como restos de su última comida. Esta evidencia sugiere que *Eoalulavis* era probablemente un habitante de las orillas de canales, lagos y estanques.

Forma del ala

La presencia de rémiges primarias y secundarias da una idea de cómo era el ala de *Eoalulavis*. Su geometría (alargamiento) pertenece al grupo de alas elípticas. Sus contornos alares son relativamente cortos (envergadura) con relación a la dimensión anteroposterior (cuerda). El ala elíptica es característica de determinadas aves actuales (neornitas) como paseriformes (pájaros en sentido literal) y columbiformes (palomas y tórtolas). Son alas dotadas de una gran capacidad de maniobra. La envergadura alar de *Eolaulavis* se ha calculado en unos 26 centímetros, semejante a la de un jilguero actual.

Evolución del vuelo

Los géneros de aves enantiornitas encontrados en Las Hoyas presentan cambios importantes en el aparato volador respecto de la condición ancestral. Estos cambios indican que las aves de hace 125 millones de años fueron capaces de un vuelo más eficiente que las formas de aves primitivas como *Archaeopteryx*. Estas novedades evolutivas pueden resumirse en tres principales: la aparición de un pigostilo, una cintura pectoral derivada y un nuevo tipo de plumas en las alas que componen el álula o ala bastarda.

Pigostilo

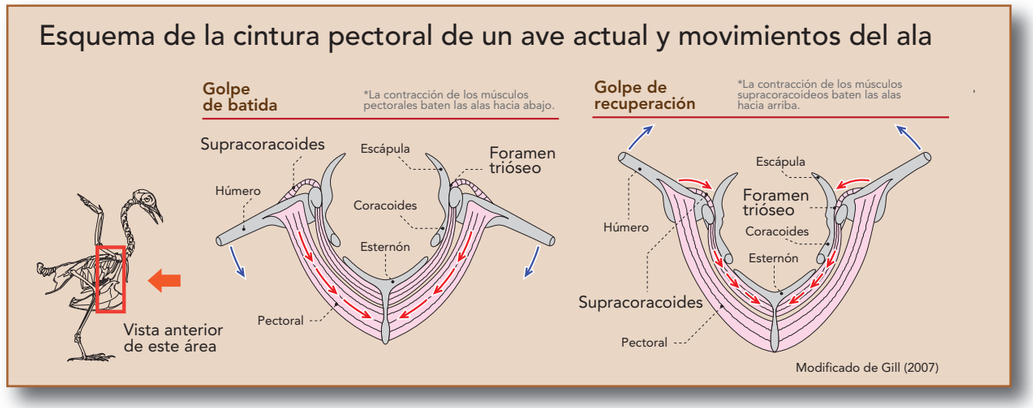
Las enantiornitas tienen una morfología del esqueleto caudal similar a la de las neornitas (aves actuales), muy diferente de la larga cola ósea de *Archaeopteryx*. El esqueleto de la cola tiene dos zonas: una región proximal de vértebras libres y una fusión de las distales en una sola pieza llamada pigostilo. No sabemos con certeza si la existencia de un pigostilo se correlaciona con la aparición de un bulbo rectricial, que permite la movilidad de las plumas timoneras en las aves actuales. Sin embargo, parece probable que así sea, como sugiere el descubrimiento de las rectrices en una enantiornita del Cretácico de China. Si esta hipótesis es correcta, *Iberomesornis* y otras aves primitivas podrían abrir y cerrar el abanico de plumas de la cola, algo de gran utilidad en maniobras aéreas complejas, incluyendo el despegue y el aterrizaje.

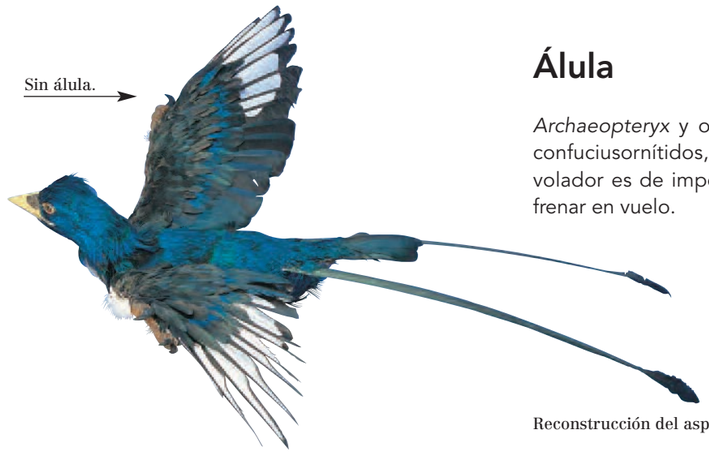
Archaeopteryx.

Iberomesornis.

Cintura pectoral

Las primeras evidencias de las estructuras esqueléticas y de plumas necesarias para un vuelo primitivo, está presente en el ave jurásica *Archaeopteryx*. *Iberomesornis*, y otras enantiornitas, desarrollaron evolutivamente una nueva cintura escapular. Así, aparece una estructura denominada canal trióseo, formado por la fúrcula, el coracoides y la escápula. Esta novedad evolutiva permite el paso del ligamento del músculo supracoracoideo, que es el principal elemento para la elevación del ala en neornitas. Por tanto, *Iberomesornis* y sus parientes tenían probablemente un ciclo de batido del ala similar al de las aves modernas.



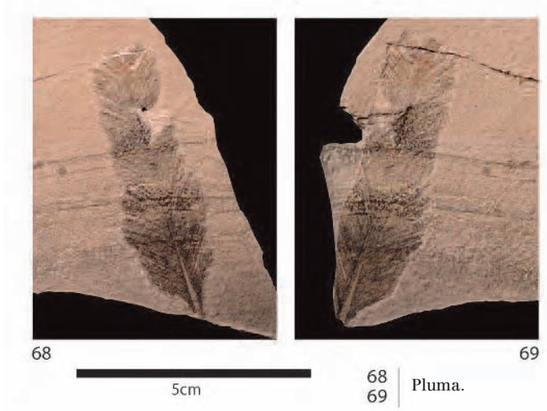


Reconstrucción del aspecto en vida de *Confuciusornis*.

Álula

Archaeopteryx y otras aves primitivas, como los confuciusornítidos, carecen de álula. Este recurso volador es de importancia primordial para poder frenar en vuelo.

El registro fósil nos permite conocer que las primeras aves con una capacidad primitiva de vuelo, como *Archaeopteryx*, aparecieron, al menos, hace unos 150 millones de años. La aparición del vuelo moderno surge con *Iberomesornis* y el resto de las aves enantiornitas, hace unos 125 millones de años. Se caracteriza por mayores habilidades para maniobrar en el aire, así como un vuelo activo más eficaz.



68
69 Pluma.

Evolución de las plumas

Se han encontrado algunas plumas aisladas en Las Hoyas. En las fotos podemos observar una remera con barbas que se extienden desde el raquis o eje de la pluma. Este tipo de plumas pueden pertenecer tanto a dinosaurios terópodos no avianos como avianos (es decir, aves).

Se ha hipotetizado que *Concavenator* tendría una serie de plumas primitivas en el antebrazo, ancestrales a las remeras de aves mesozoicas y actuales. Estas estructuras serían de forma tubular simple y carecerían de barbas.

Plumas primitivas, en forma de tubo, en *Concavenator*.

Dinosaurios y aves

En la segunda mitad del siglo XIX se encontraron los primeros fósiles del ave jurásica *Archaeopteryx*. El naturalista Thomas H. Huxley (conocido como "El Bulldog de Darwin") la interpretó como un "eslabón perdido" entre las aves y los dinosaurios. A comienzos del siglo XX esta hipótesis fue rechazada básicamente por una sola razón: las aves tenían un hueso que supuestamente no tenían los dinosaurios: la fúrcula. En la actualidad, sabemos que este hueso - o sus componentes (clavículas)- es una característica de los dinosaurios saurisquios. Dentro de estos, los dinosaurios terópodos son las formas más cercanamente emparentadas con las aves. En realidad, las aves tienen que ser consideradas como un grupo de dinosaurios terópodos especializado en el vuelo (un ejemplo parecido pueden ser los murciélagos, que son mamíferos voladores).

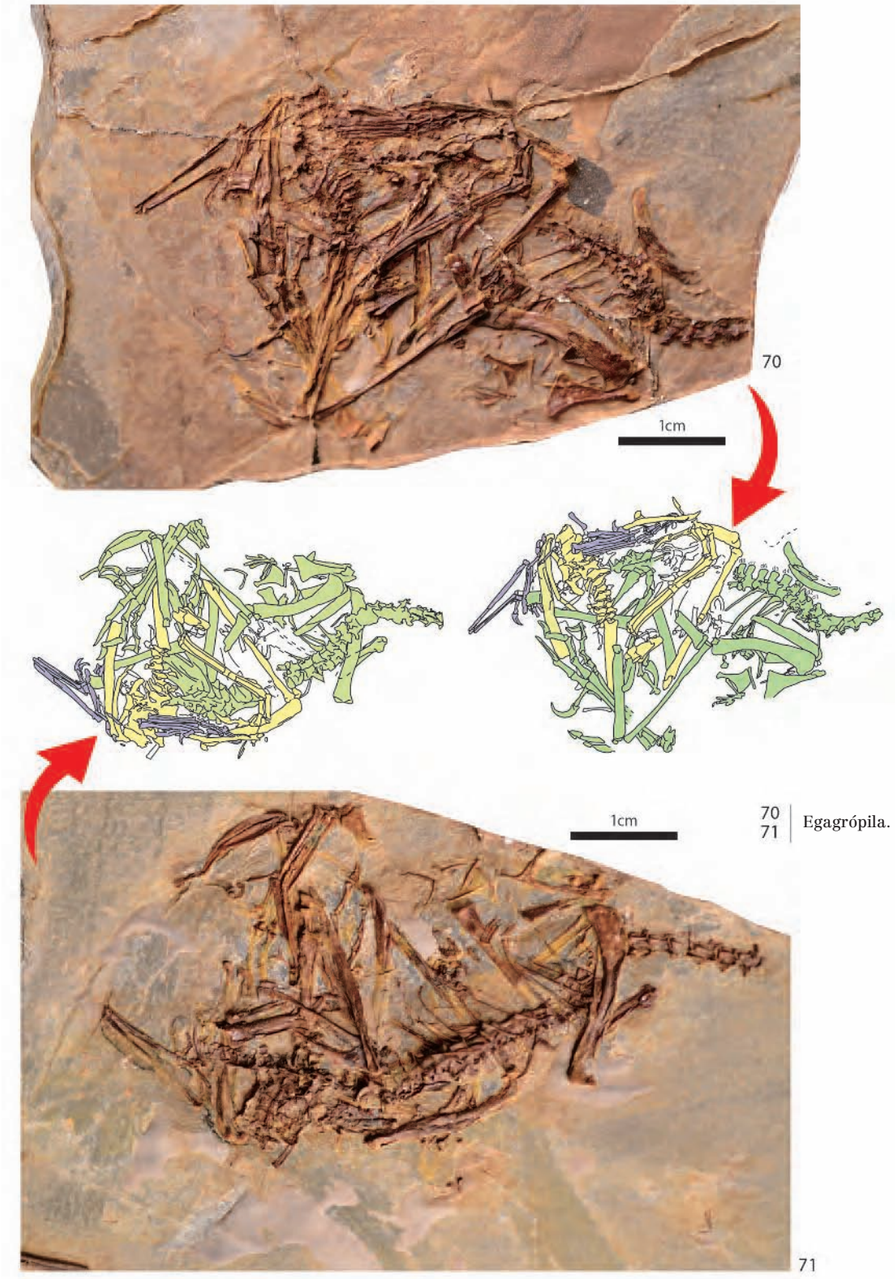
Los caracteres compartidos por terópodos no avianos y aves son numerosos. Ambos son bípedos, dotados de pies tridáctilos. Algunos terópodos no avianos como *Tyrannosaurus* tienen extremidades anteriores cortas, pero otros, como el famoso *Velociraptor*, tenía brazos relativamente largos que pueden ser interpretados como proto-alas. Además, otras características esqueléticas, como el cráneo o la pelvis, son muy semejantes a las de *Archaeopteryx*. Pero, además, sabemos que el linaje de terópodos donde se incluye *Velociraptor* tenía plumas muy parecidas también a las de *Archaeopteryx*. En realidad, actualmente el registro fósil nos demuestra que incluso terópodos primitivos, como *Concavenator*, tenían probablemente estructuras dérmicas que son ancestros de las plumas (véase página 90). Otros caracteres no esqueléticos también argumentan sobre el estrecho parentesco entre terópodos no avianos y aves. Por ejemplo, la costumbre de determinados terópodos no avianos de sentarse encima de la puesta, quizás para empollarla.

La hipótesis que interpreta a las aves como dinosaurios terópodos especializados se ha consolidado en los últimos años. Empieza a desarrollarse durante la década de 1970. En los años 90 ya estaba suficientemente contrastada como para que Steven Spielberg describiese a los velociraptores de "Parque Jurásico" (1993) como fieros animales de aspecto, inteligencia y movimientos comparables a los de una gran ave de presa.

Una última consecuencia de la hipótesis del origen dinosauriano de las aves: los dinosaurios no se extinguieron totalmente hace unos 66 millones de años, en la crisis biológica masiva finicretácica. Sólo los dinosaurios no avianos desaparecieron. Los dinosaurios de hoy en día, las aves, han convivido con la humanidad desde que el hombre apareció en la Tierra.

Egagrópila

Diversas aves actuales regurgitan egagrópilas, restos indigeridos de sus presas, como huesos, pelo o plumas. El yacimiento de Las Hoyas cuenta con un fósil único, una egagrópila, posiblemente de un dinosaurio, consistente en un conjunto de huesos de pequeñas aves y plumas. El conjunto ocupa una superficie de unos 23 centímetros cuadrados. Los restos pertenecen a, al menos, cuatro individuos de tres especies diferentes de aves.



70
71 | Egagrópila.

¿Cómo se formó?

La primera incógnita a dilucidar sobre este fósil es cómo se formó. Se pueden proponer dos hipótesis alternativas. La primera es que todos los individuos proceden del mismo nido y se depositaron juntos en el fondo de una laguna. Esta explicación sería posible sólo si se tratara de un caso de parasitismo de nidos, como el caso de los actuales cucos. La segunda hipótesis propone que el agente responsable es un dinosaurio o pterosaurio, que cazó diferentes presas, las tragó, y regurgitó aquellos elementos que no podían digerir, como huesos y plumas. La primera hipótesis es más complicada, menos probable. La segunda, más parsimoniosa, también tiene a su favor el hecho de que los huesos de los individuos que componen el fósil tienen su superficie corroída por la acción de los jugos gástricos de una manera similar a aquellos que aparecen hoy en día en egagrópilas generadas por búhos y lechuzas. También sería más coherente que esta egagrópila de Las Hoyas se originara realmente a partir de un dinosaurio terópodo no aviano, cuyos representantes actuales, las aves, han heredado este comportamiento de sus antepasados. Un posible candidato para generar este regurgitado sería *Concavenator* u otro dinosaurio terópodo similar.

Egagrópila de un ave actual

Egagrópila de una gaviota. Los huesos regurgitados pertenecen a peces.

Icnnofósiles (Pisadas y pistas fósiles)

Pista de locomoción de un pez

Se trata de una curva con un trazado ondulatorio regular. Fue producida probablemente por un pez dotado de una gran aleta caudal, como, por ejemplo, *Macromesodon* (Pycnodontidae).

72 | Icnofósil producido por la locomoción de un pez.

73 | Icnita de cocodrilomorfo.

Icnita (pisada) de un cocodrilomorfo

Aunque solo se conocen en Las Hoyas restos óseos fósiles de cocodrilos relativamente pequeños, esta icnita indica que existieron también cocodrilos de gran tamaño.

Icnita de dinosaurio

Su morfología, de tres dígitos acabados en ángulos agudos (impresión de las garras), sugiere que pertenece a un terópodo.

74 | Icnita de un dinosaurio terópodo.

Lo Hueco: Los últimos gigantes del Cretácico Superior ibérico

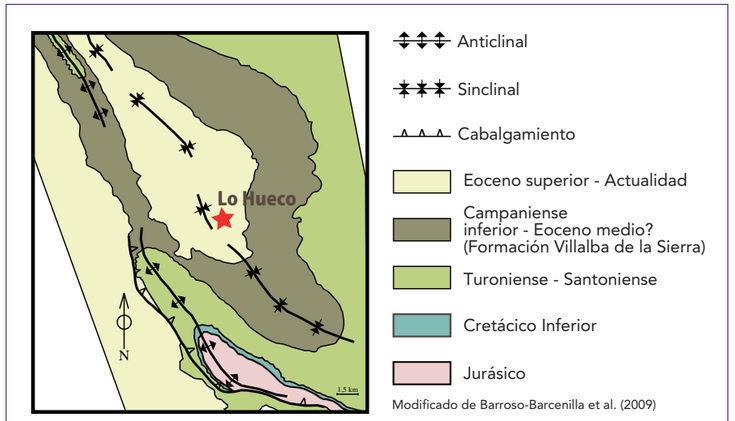
Paisaje de Lo Hueco. Un humedal del Cretácico Superior

Lo Hueco pertenece a una unidad geológica denominada Formación Villalba de la Sierra. Los sedimentos de Lo Hueco se depositaron hace algo más de 70 millones de años en un humedal cruzado por canales, muy cerca de la costa. Este humedal se vio expuesto a distintas etapas de inundación, tanto marina como de agua dulce, y de desecación. Los sedimentos de Lo Hueco contienen una extraordinaria abundancia de fósiles que representan a una amplia diversidad de organismos, entre los que destacan los vertebrados continentales. Entre ellos son abundantes los peces (sobre todo los lepisostéidos y los teleósteos), los anfibios, las tortugas pleurodiras y pancriptodiras, varios grupos de escamosos, los cocodrilos modernos y los dinosaurios ornitópodos (rhabdodóntidos), terópodos (fundamentalmente dromeosaúridos) y saurópodos (titanosaurios).

Cráneo de un cocodrilo moderno.

Geología de Lo Hueco

Lo Hueco se sitúa en la rama suroccidental de la Cordillera Ibérica y pertenece a la porción de la Formación Villalba de la Sierra que queda expuesta en el Sinclinal de Arcas-Fuentes. El yacimiento representa un humedal costero en el que se reconocen canales y evaporitas. El aspecto general del yacimiento encaja bien con el tipo de sedimentos conocidos informalmente como "facies Garum": depósitos de margas, arcilla y yesos, generalmente de color rojizo, que se depositaron en medios marinos someros o continentales en el suroeste de Europa durante el Cretácico final y el principio del Terciario.

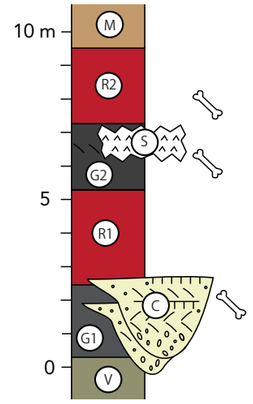


Modificado de Barroso-Barcenilla et al. (2009)

Localización geológica de Lo Hueco

En Lo Hueco encontramos una sucesión de lutitas margosas de colores grises (G), rojos (R) y marrones (M) separadas por límites graduales. Los niveles grises inferiores (G1) corresponden a una llanura de inundación fangosa cerca de un canal distributario (C). Los niveles grises superiores (G2) se interpretan como zonas de la llanura más alejadas de los canales, mientras que algunos niveles rojos (R) corresponden a zonas que se desecaron. Todos los niveles están compuestos por lutitas margosas con una alta proporción de minerales de la arcilla (más del 85 %) que incluye ilita (entre 30-65%), caolinita (entre 20 y 50%), esmectita (entre 0 y 25%) y clorita (entre 0 y 2,5%). Todos los cuerpos de roca contienen una proporción moderada de yeso (menos del 15%) y una proporción baja de carbonato cálcico (entre el 10 y el 5%).

En el yacimiento, los niveles cretácicos están cubiertos por niveles cenozoicos.



Columna estratigráfica de las capas de lutita en el yacimiento

Las letras indican estratos

Modificado de Barroso-Barcenilla (2009)

Peces

La mayor parte de los restos de peces se recogen mediante tamizado del sedimento y selección a la lupa. Los más abundantes son las escamas ganoideas y los dientes de lepisostéidos. Los lepisostéidos son un grupo de peces actinopterigios primitivos muy abundantes y ampliamente extendidos durante el Cretácico Superior que actualmente se encuentran restringidos a América central y Norteamérica. El análisis de la ornamentación de la superficie de las escamas mediante microscopía electrónica (SEM) permite asignar los lepisostéidos de Lo Hueco al género *Atractosteus*. Esta es la primera evidencia robusta de la presencia de este pez de gran tamaño y mandíbulas alargadas en la península ibérica.

Existen también dientes asignados a otras peces comunes en el Cretácico Superior, como los picnodontiformes y los amiiformes.

75 ⟆ 82 | Lepisoteiformes indet. (escamas).

Imagen de microscopía de la escama ganoidea de un lepisostéido.

Superficie dorsal de una escama.

Ornamentación de la superficie de la escama de un lepisostéido.

Lepisostéido actual disecado.

5cm

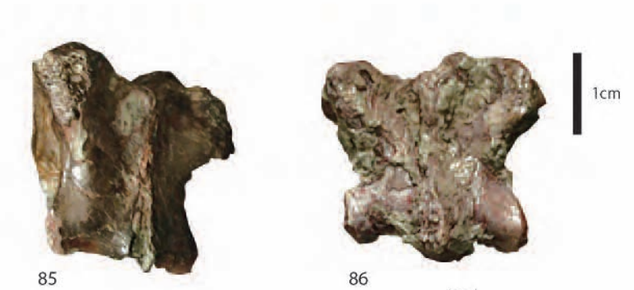
Escamosos

Los fósiles de escamosos (lagartos, serpientes y todos sus parientes más cercanos) no son especialmente abundantes en Lo Hueco. Sin embargo, a pesar de su escasez, algunos de estos restos son tan importantes para entender el ecosistema como los restos más abundantes de grandes dinosaurios.

En Lo Hueco se han identificado vértebras de un escamoso emparentado con los varanos. El ejemplar puede determinarse como un representante de los pitonomorfos, un grupo que incluiría a los mosasaurios y cuyos representantes en el Cretácico Superior son fundamentalmente marinos. Sin embargo, el análisis de la estructura de los huesos de este animal indica que se trata de un forma terrestre. Que un pitonomorfo como el de Lo Hueco viviese en tierra se sale de lo habitual, ya que solo se había documentado otro caso en el Cretácico Inferior de Japón –hace 120 millones de años– con el género *Kaganaias*.

Pitonomorfo indet.

Vértebras dorsales.



85 | Pythonomorpha gen. et sp. indet.
86

Escamoso indet.

Dentario.

Vista lingual.

87

Vista labial.

87 | Squamata indet.

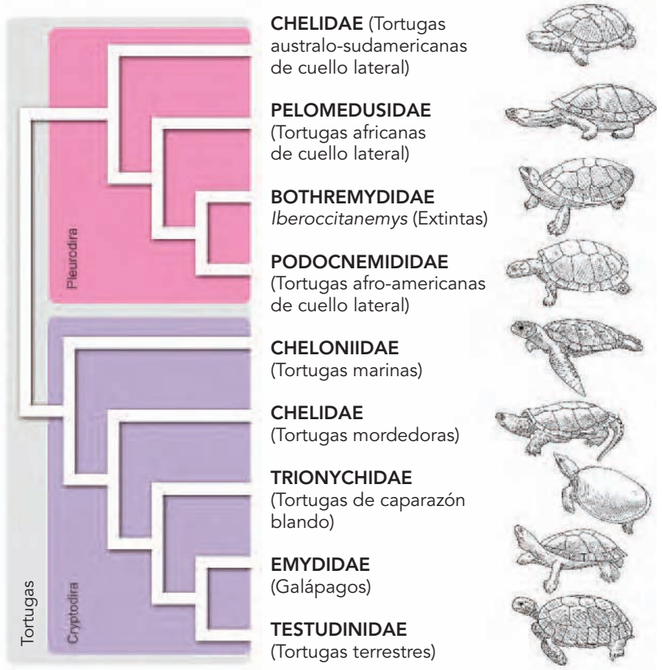
1cm

Tortugas

Los restos de tortugas del Cretácico europeo, y especialmente aquellos de la península ibérica, son muy abundantes y están representando una amplia diversidad. Debido a su posición geográfica y a lo largo de la historia geológica, la península ibérica ha sido poblada por faunas de tortugas procedentes tanto de Norteamérica, como de Asia y África.

Las pleurodiras son un grupo de tortugas generalmente mal conocidas en la actualidad, ya que están restringidas a zonas cálidas intertropicales. Sin embargo, en determinados periodos con altas temperaturas globales en el planeta, su área de distribución fue mayor. Esto ocurrió en el Cretácico Superior, momento en el que se produjo una migración desde África a Europa. Estas tortugas fueron las más abundantes en Lo Hueco, donde destaca, por su abundancia, el género *Iberoccitanemys*.

Relaciones de parentesco de las tortugas



CHELIDAE (Tortugas australo-sudamericanas de cuello lateral)

PELOMEDUSIDAE (Tortugas africanas de cuello lateral)

BOTHREMYDIDAE *Iberoccitanemys* (Extintas)

PODOCNEMIDIDAE (Tortugas afro-americanas de cuello lateral)

CHELONIIDAE (Tortugas marinas)

CHELIDAE (Tortugas mordedoras)

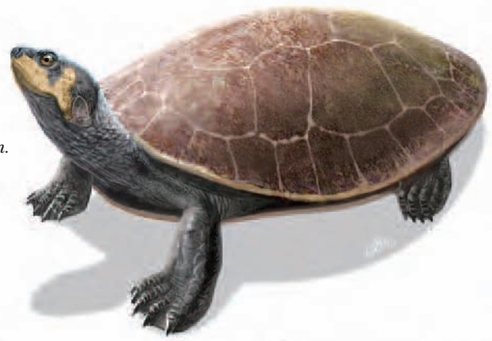
TRIONYCHIDAE (Tortugas de caparazón blando)

EMYDIDAE (Galápagos)

TESTUDINIDAE (Tortugas terrestres)

Diagrama simplificado en el que se muestra la posición de *Iberoccitanemys*.

Iberoccitanemys convenarum.



88 | Bothremydidae gen. et sp. indet.

89 | *Iberoccitanemys convenarum*.

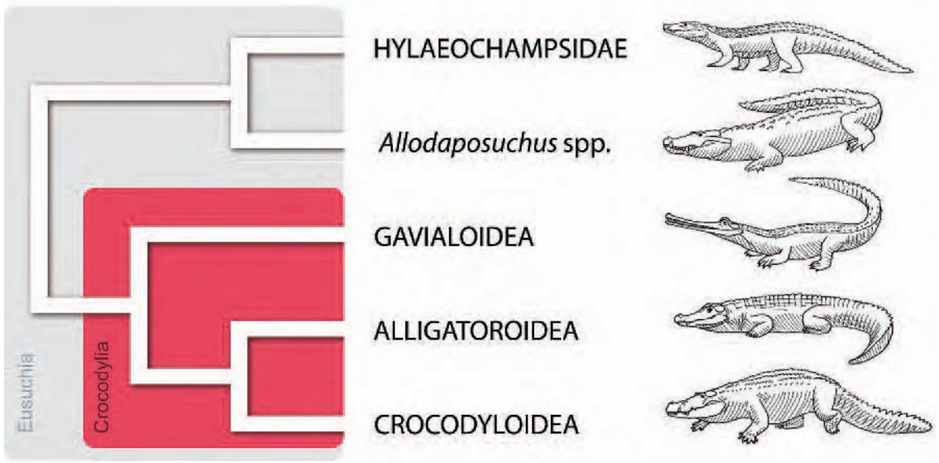
El ecosistema de Lo Hueco

1. Titanosaurio. 2. *Rhabdodon* 3. Alodaposúquido 4. *Iberoccitanemys* 5. Pythonomorpha indet.

Cocodrilos modernos

Los cocodrilos modernos (Eusuchia) son el único grupo de su linaje que ha llegado hasta nuestros días. La radiación temprana del grupo tuvo lugar en algún momento del Cretácico Inferior. En Europa, durante el Cretácico, son abundantes los restos fósiles de cocodrilos estrechamente emparentados con los representantes actuales (gaviales, aligatóridos y cocodrílidos), por lo que es muy probable que estos primeros grupos de eusuquios se originasen en el continente europeo. En el Cretácico Superior europeo, y especialmente en Lo Hueco, se ha identificado un grupo de eusuquios primitivos endémico que muestra una compleja distribución geográfica en las distintas islas que conformaban el archipiélago europeo de finales del Cretácico. En Lo Hueco, los restos de estos cocodrilos son muy abundantes. Por el momento se han identificado al menos dos especies distintas, una caracterizada por presentar un rostro ancho, redondeado y con grandes dientes y otra que presenta un rostro estrecho y alargado.

Relaciones de parentesco de Eusuchia



90 91 | Eusuchia indet. Cráneo.

92 93 | Eusuchia indet. Mandíbula.

Vértebras cervicales.

Vértebras dorsales.

Fémur y tibia.

Costilla.

Vértebra sacra.

Pubis.

Ilion y vértebra sacra.

Allodaposuchus.

Ornitópodos

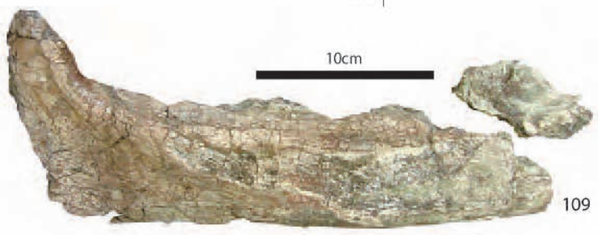
Rhabdodon sp.

Rhabdodon es un dinosaurio fitófago muy común en Europa occidental. Este dinosaurio pertenece a un grupo de ornitópodos endémico de Europa en el que se incluyen formas muy abundantes durante el Cretácico Superior. No obstante, *Rhabdodon* es el único representante del grupo identificado hasta ahora en la península ibérica y a él se pueden asignar todos los restos recuperados en Lo Hueco. *Rhabdodon* es el más grande de los rabdodóntidos conocidos, con una longitud estimada de entre 5 y 6 metros. Los dientes mandibulares (inferiores) presentan una cresta central prominente en la superficie externa mientras que los dientes maxilares (superiores) se caracterizan por presentar un gran número de crestas paralelas. Aunque proceden de un linaje bípedo, la extremidad anterior de este dinosaurio se caracteriza por presentar huesos robustos y alargados que se han relacionado con la posibilidad de adoptar una marcha cuadrúpeda ocasionalmente.

Diente.

Dentario.

108 ≀ 112 | *Rhabdodon* sp.



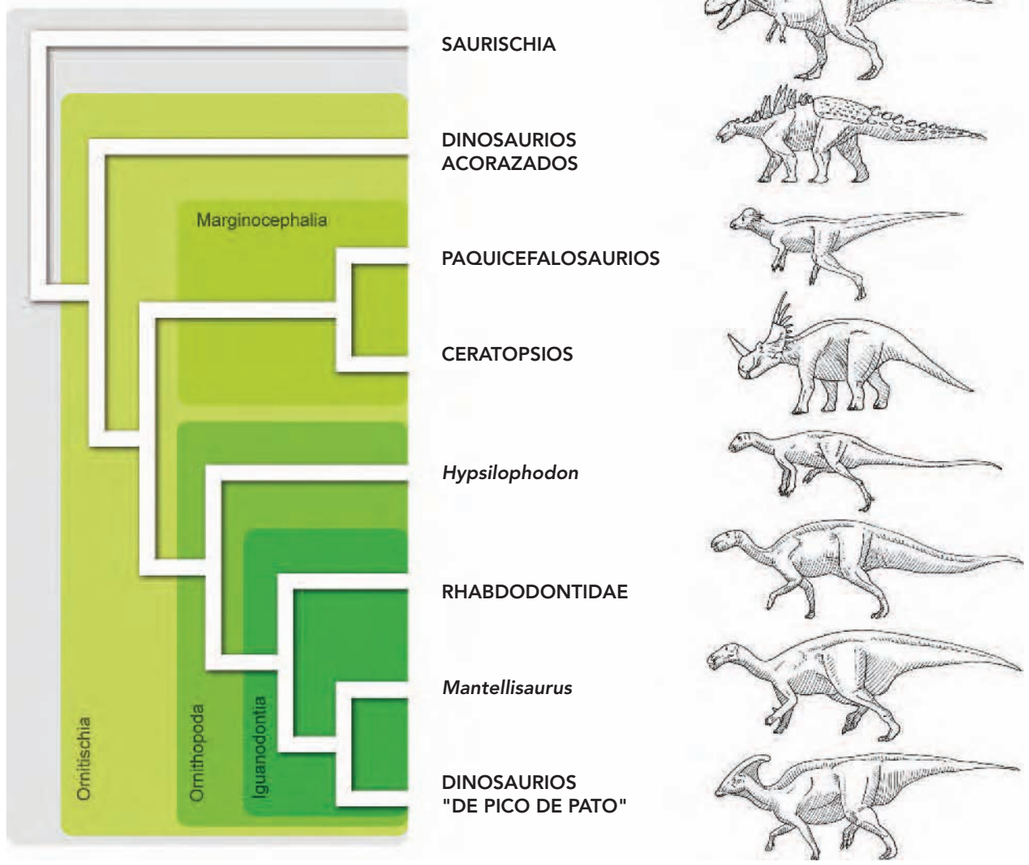
Pubis.

Fémur.

Fémur.

Rhabdodon sp.

Relaciones de parentesco de *Rhabdodon*



Terópodos

Los restos fósiles de dinosaurios carnívoros encontrados en el yacimiento de Lo Hueco constituyen una abundante colección de dientes y elementos postcraneales. El material excavado representa una diversidad formada tanto por carnívoros primitivos como por miembros del grupo más cercanamente emparentado con las aves. Los carnívoros de mayor tamaño encontrados en el yacimiento están probablemente relacionados con un grupo de dinosaurios ampliamente extendido en América del Sur denominados abelisaurios. Los restos más comunes pertenecen a distintos grupos de terópodos manirraptores. El análisis de los tipos de dientes de estos dinosaurios recogidos en el yacimiento muestra la presencia de cuatro tipos distintos de manirraptores. Los dientes más pequeños con una gran densidad de dentículos de sierra se relacionan con dromeosaurinos y velociraptorinos, mientras que se conocen otros dientes de pequeño tamaño de morfología similar a la que presentan los dientes de dos dinosaurios poco conocidos: *Richardoestesia* y *Paronychodon*.

Dromeosaúridos

Vértebras sacras.

113

Vértebra caudal.

114

Fémur, tibia y fíbula.

115

Metatarsales.

116

5cm

Falanges del pie.

117 118 119 120

Falanges ungueales.

121 122 123 124 125

5cm

113 ʃ 125 Dromaeosauridae gen. et sp. indet.

Excavación y preparación de los dinosaurios de Lo Hueco

La intervención paleontológica en Lo Hueco no fue una excavación planeada. El yacimiento apareció de forma imprevisible durante la instalación de las vías de un tramo del AVE Madrid-Levante. Antes de empezar las obras no había ninguna evidencia que indicase la presencia de un yacimiento de estas características. Sin embargo la aparición de una enorme cantidad de huesos en las labores de desmonte obligaron a una paralización temporal de las obras. Las primeras evaluaciones confirmaron la existencia de un yacimiento de dinosaurios excepcionalmente rico que se extendía a lo largo de un área de más de diez hectáreas de las que al menos dos se veían afectadas por la obra. Hubo que abordar de urgencia una campaña de excavación que afectaba a unos 100.000 m^3 de roca y en la que se combinaron distintas técnicas de excavación paleontológica: remoción mecánica de niveles con control paleontológico, extracción de fósiles con control topográfico y estratigráfico, excavación sistemática en cuadrícula y recolección sistemática de muestras de sedimento para búsqueda de microfósiles.

Almacén que aloja la colección del yacimiento, con más de diez mil piezas.

Después de una única campaña de excavación de cinco meses se recogieron unos 10.000 restos fósiles que probablemente constituyen la colección de restos de vertebrados del Cretácico Superior más voluminosa de Europa.

En este momento los fósiles se encuentran almacenados en unas dependencias que se extienden a lo largo de unos 1.000 m^2 y en las que se ha establecido un laboratorio de preparación de fósiles.

La gestión de una colección de fósiles tan extensa como son los grandes y extremadamente frágiles restos de dinosaurios saurópodos obtenidos en el yacimiento demanda una gran cantidad de cuidados específicos de preparación y conservación.

Distintas fases de la preparación del material.

Equipo
de preparación.

Los últimos gigantes del Cretácico Superior ibérico: los titanosaurios de Lo Hueco

Longitud corporal = 16 metros.

El yacimiento de Lo Hueco está localizado al Oeste de la localidad de Fuentes, en Cuenca. El yacimiento fue descubierto durante la instalación de las vías del Ave Madrid-Levante. La obra publica solo afectó a una parte pequeña del yacimiento, por lo que, además del material ya extraído, aún quedan zonas explotables a ambos lados de las vías.

Excavación de saurópodos

Gran parte de los fósiles hallados en Lo Hueco pertenecen a dinosaurios del grupo de los saurópodos titanosaurios. En el yacimiento se han localizado miles de elementos aislados y más de una veintena de esqueletos relativamente completos de distintos individuos. Los elementos mayoritarios se relacionan con conjuntos parciales tanto de vértebras dorsales como caudales, algunos de los cuales se encuentran en asociación con elementos de la cintura pélvica. A pesar de que gran parte de los elementos apendiculares se localizan de manera aislada en el yacimiento, su distribución permite, en muchos casos, relacionarlos con alguno de los conjuntos parciales de esqueletos. Además de estos elementos en Lo Hueco se han recogido varios restos craneales, tanto aislados como asociados a conjuntos esqueléticos.

Eliminación de los sedimentos superficiales mediante máquinas excavadoras.

Eliminación de los sedimentos superficiales de forma manual.

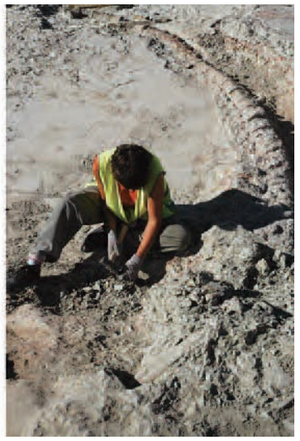
Registro de los ejemplares fósiles expuestos en la superficie.

Esqueleto de saurópodo expuesto en la superficie.

La variabilidad que resulta del análisis de los distintos conjuntos de dinosaurios presentes en el yacimiento indica la existencia de al menos dos especies de saurópodos titanosaurios. Estas dos especies están relacionadas, por un lado, con una forma robusta que presenta rasgos compartidos con otras formas presentes en el domino iberoarmoricano (península ibérica y sur de Francia), mientras que otra forma de constitución más esbelta muestra una serie de rasgos únicos. En relación a esta última forma, el análisis de los elementos craneales indican una estrecha relación filogenética con *Ampelosaurus* (un titanosaurio presente en el registro fósil del Sur de Francia). Es interesante señalar que no se conocen en el yacimiento de Lo Hueco, hasta el momento, elementos que puedan relacionarse con *Lirainosaurus*, el único género de saurópodo titanosaurio descrito hasta la fecha en el registro ibérico.

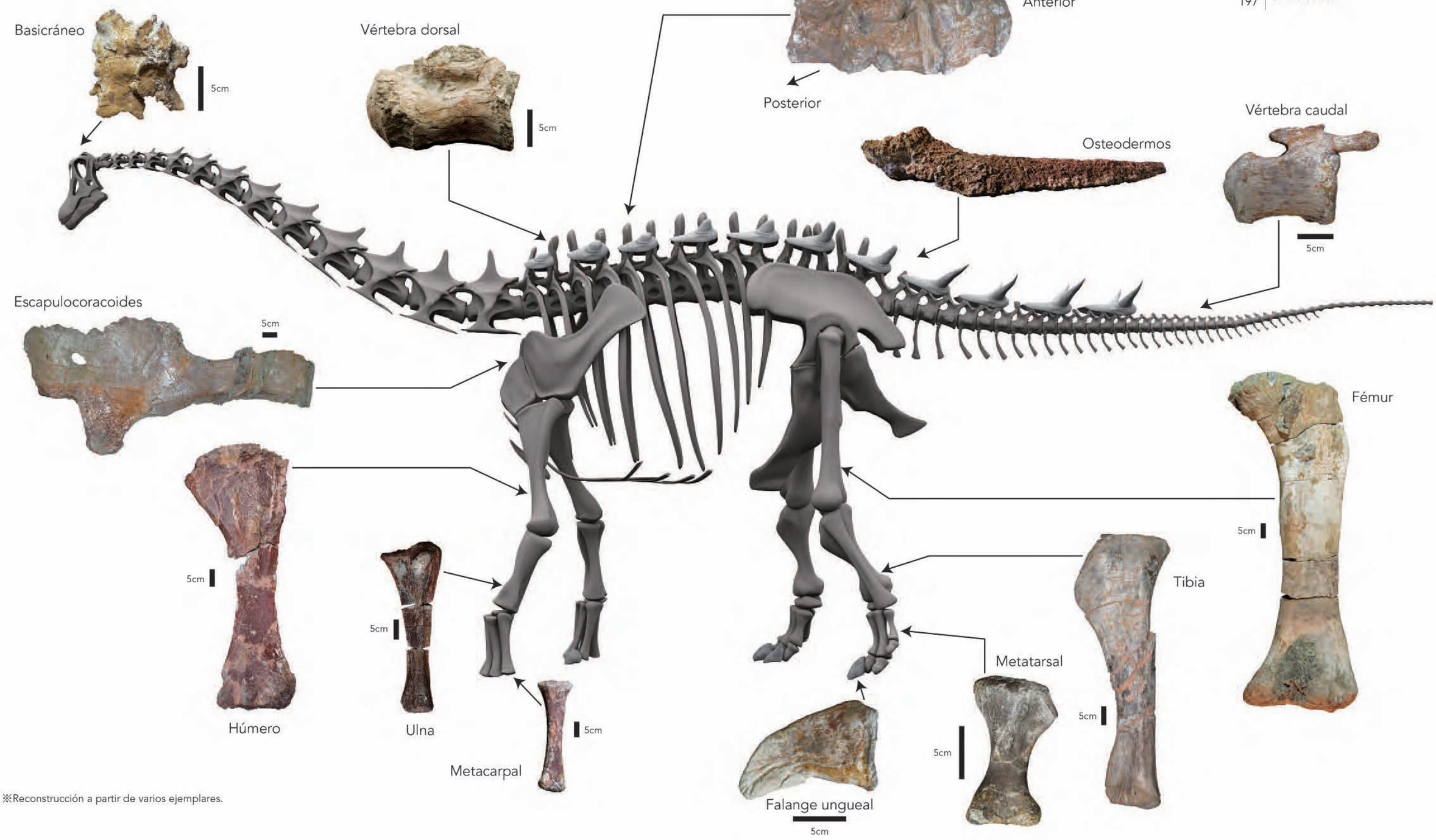
El yacimiento de Lo Hueco resulta especialmente relevante para nuestro conocimiento de los saurópodos titanosaurios. Un registro tan abundante y la presencia de ejemplares relativamente articulados ayudará de forma importante a comprender la, hasta el momento, muy desconocida historia de este grupo en la parte final del Cretácico en Europa.

Excavación de un esqueleto parcial y de las vertebras caudales de un saurópodo.



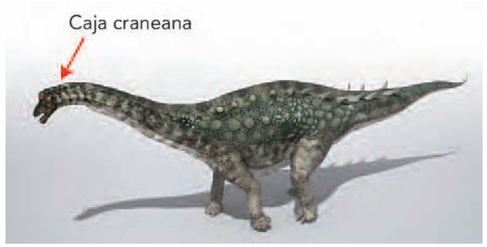
Parte de los fósiles encontrados en Lo Hueco.

Titanosaurios de Lo Hueco



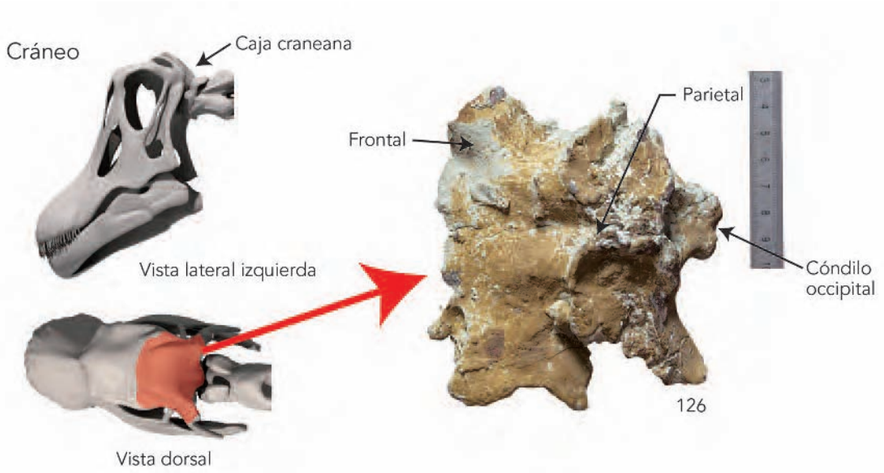
※Reconstrucción a partir de varios ejemplares.

Caja craneana



El cráneo de los saurópodos es extraordinariamente pequeño y frágil respecto a su enorme y robusto cuerpo. El hallazgo de cráneos de saurópodos es un fenómeno poco frecuente y, de hecho, dada su fragilidad, no se conocen los cráneos de la mayor parte de las especies de saurópodos. Cuando estos elementos aparecen, muchas veces se encuentran completamente desarticulados, preservándose únicamente la región que alberga el cerebro, es decir, la caja craneana o basicráneo. En el yacimiento de lo Hueco se han recogido varios elementos craneales que se corresponden con el basicráneo de grandes titanosaurios.

Por otro lado, los dientes de saurópodos son mucho más abundantes en el registro fósil. Los dientes de los saurópodos están adaptados a una dieta fitófaga. Generalmente, los dientes de titanosaurios son cónicos o espatulados y están marcados por evidentes facetas de desgaste que indican los distintos tipos de vegetales que consumían.

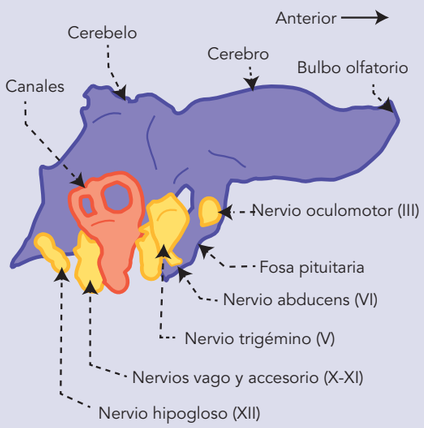


126

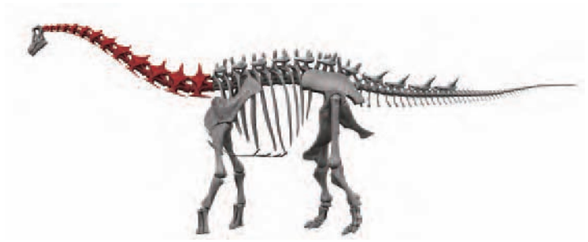
La forma del cerebro

Los fósiles de tejidos no mineralizados son habitualmente raros, pero en el caso del cerebro podemos reconstruir su forma a partir de la morfología de la región del cráneo que lo contiene. Actualmente las técnicas de tomografía computarizada (TAC) han permitido alcanzar una enorme precisión en la reconstrucción 3D de las cavidades craneales de los ejemplares fósiles.

En el yacimiento de Lo Hueco se ha analizado y reconstruido el cerebro de los titanosaurios por medio de la aplicación de técnicas de tomografía computerizada y reconstrucción 3D. Estos estudios han permitido acceder a las cavidades que alojan el cerebro, los oídos y los pasajes de los nervios craneales y, a partir de estos, reconstruir la forma del cráneo e inferir algunas de sus habilidades relacionadas con la capacidad olfativa, de visión o el desarrollo del sentido del equilibrio.



Modificado de Knoll (2013)



Vertebras cervicales

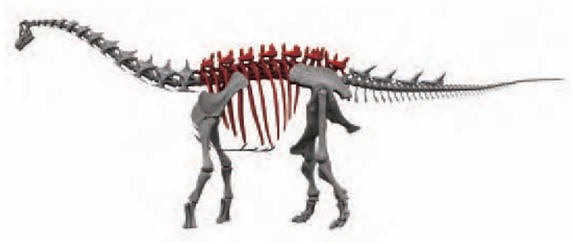
Los dinosaurios saurópodos se caracterizan por tener enormes cuellos que les permitirían alimentarse de las partes altas de los árboles. El número de vértebras cervicales es muy variable dentro del grupo, desde 15 en formas como *Diplodocus* hasta 19 en el saurópodo chino *Mamenchisaurus*. La arquitectura de las vertebras cervicales de estos animales es muy compleja debido al importante desarrollo de cavidades, fosas y láminas derivadas del desarrollo de una importante neumaticidad. Aún así, las vértebras cervicales de los titanosaurios son estructuralmente más simples que las de algunos saurópodos como *Giraffatitan* o *Diplodocus*. El interior de las vértebras cervicales de los titanosaurios se caracteriza por presentar numerosas y diminutas cavidades constituyendo una estructura interna camelar. En el yacimiento de Lo Hueco se han recuperado conjuntos esqueléticos que presentan series cervicales articuladas y prácticamente completas.

127

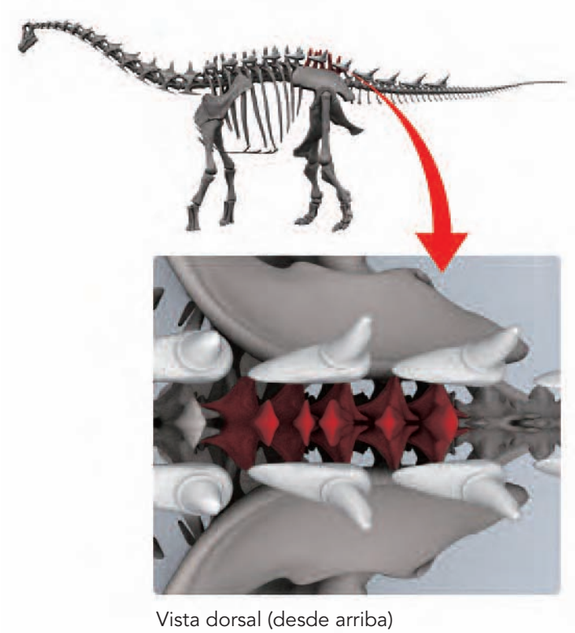
128

129

Vértebras dorsales



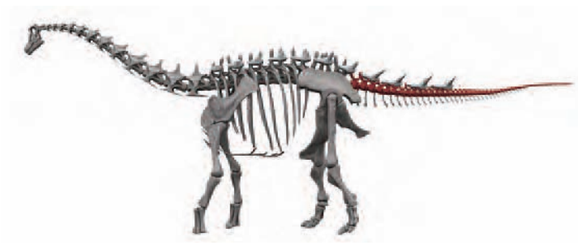
Las vertebras dorsales de los saurópodos son uno de los elementos osteológicos más informativos para el estudio de la historia evolutiva del grupo. Al igual que ocurre en las vértebras cervicales, las vértebras dorsales presentan un complejo entramado neumático compuesto por láminas y fosas. En los titanosaurios este complejo está formado por pequeñas cavidades de entre 1 y 3 milímetros distribuidos por toda la vértebra, incluida la espina neural. Las espinas neurales de las vértebras dorsales de los saurópodos destacan por su gran altura y su variabilidad morfológica. De este modo, en algunos grupos, las espinas neurales son relativamente bajas y sin expansiones laterales, mientras que en otros son muy altas y presentan bordes expandidos. Como ejemplo, *Dicraeosaurus* presenta altas espinas neurales con forma de paleta, o el caso de *Amargasaurus* y *Diplodocus* que tienen espinas neurales bifurcadas. En el yacimiento de Lo Hueco se conocen varios grupos de vértebras dorsales que han aparecido tanto de forma aislada como formando parte de conjuntos esqueléticos.



Vista dorsal (desde arriba)

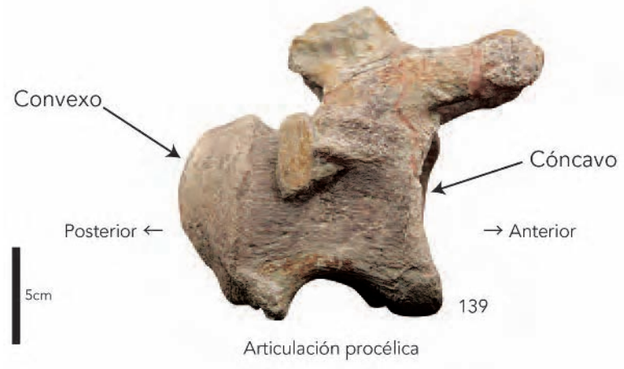
Vértebras sacras

En los saurópodos titanosaurios el conjunto de vértebras relacionadas con la cintura pélvica (el sacro) forman un elemento muy importante en el mantenimiento de la estructura corporal, pues es la zona donde se ancla buena parte de la musculatura que soporta sus enormes cuellos y colas. El sacro de las formas adultas de titanosaurios está formado por seis vértebras fusionadas que, a su vez, se encuentran fusionadas con los iliones de la pelvis. En algunos titanosaurios esta parte del cuerpo muestra evidentemente una marcada neumatización caracterizada por la presencia de cavidades internas en huesos como el ilion. En el yacimiento se han hallado varios conjuntos esqueléticos en los que se encontraban en articulación todos los elementos que conforman la cintura pélvica: sacro, pubis, iliones e isquiones.



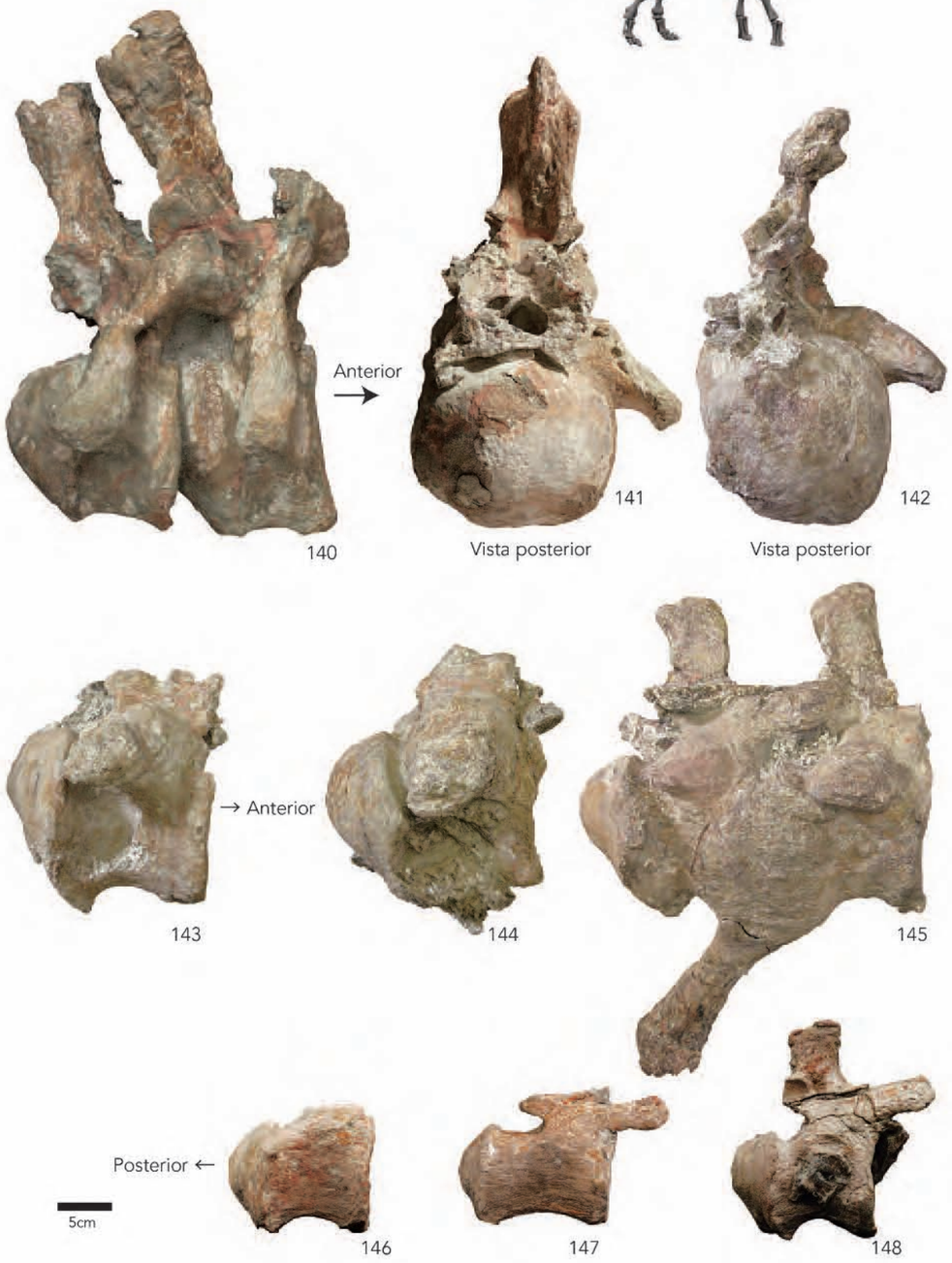
Vértebras caudales

Los saurópodos también se caracterizan por presentar larguísimas colas compuestas, generalmente, por alrededor de 30 vértebras caudales, pero que pueden alcanzar un número superior a 60. Algunos dinosauriólogos han interpretado estas larguísimas colas como un elemento defensivo, pero también presentan una función en la compensación del enorme cuello en el diseño de estos animales. En relación tanto a las vértebras cervicales y dorsales, las vértebras caudales de los saurópodos son estructuralmente muy simples. Sin embargo, en algunos grupos es común la presencia de espinas neurales con una morfología más compleja e incluso mostrando evidencias de neumaticidad. Las vértebras caudales de los titanosaurios se caracterizan por presentar la superficie articular posterior extremadamente convexa y la anterior cóncava formando una articulación en forma de rótula (procelia). En lo Hueco se han encontrado numerosas vertebras caudales aisladas, pero también varios grupos formando parte de conjuntos articulados.

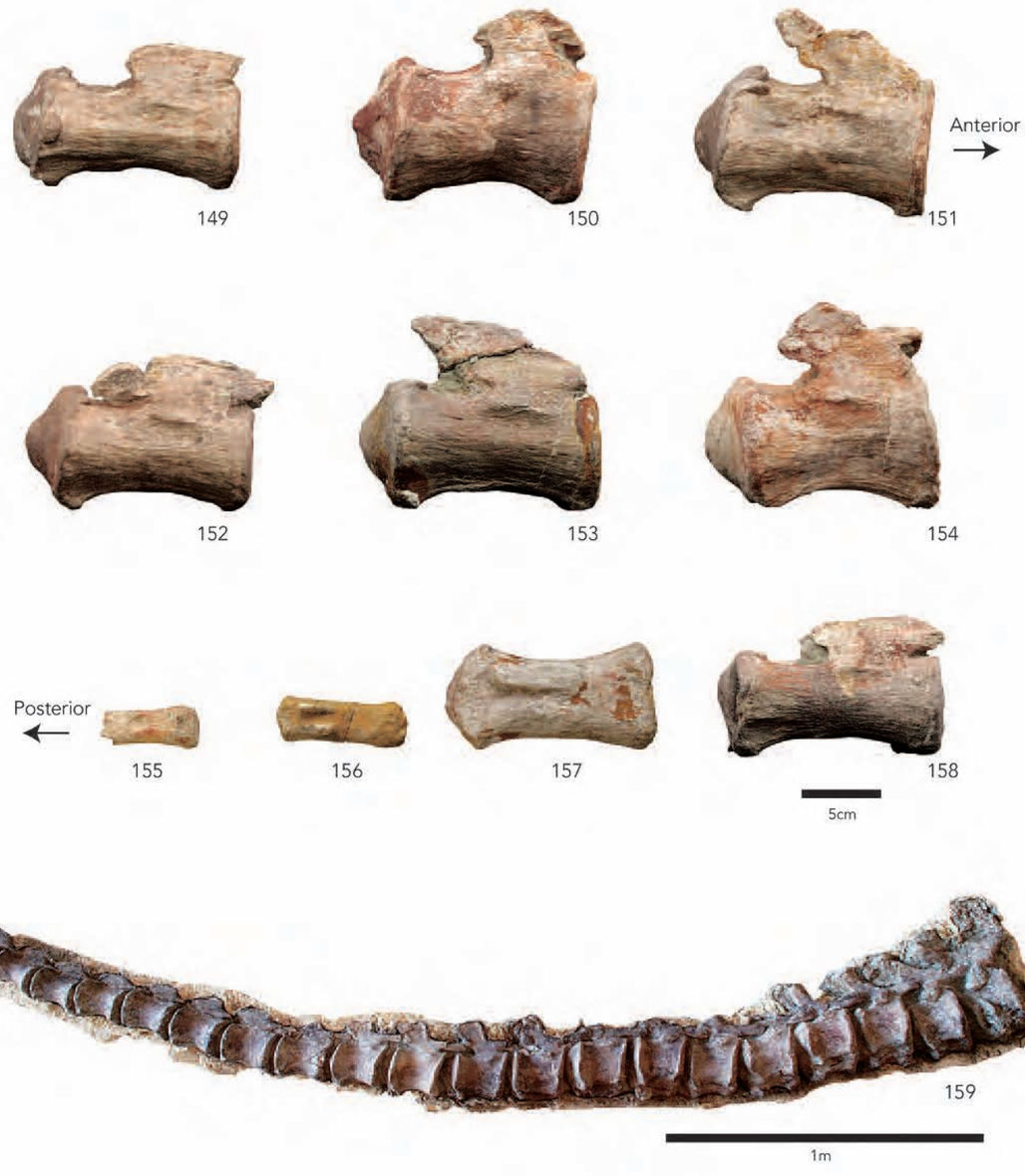


Articulación procélica

Vértebras caudales proximales



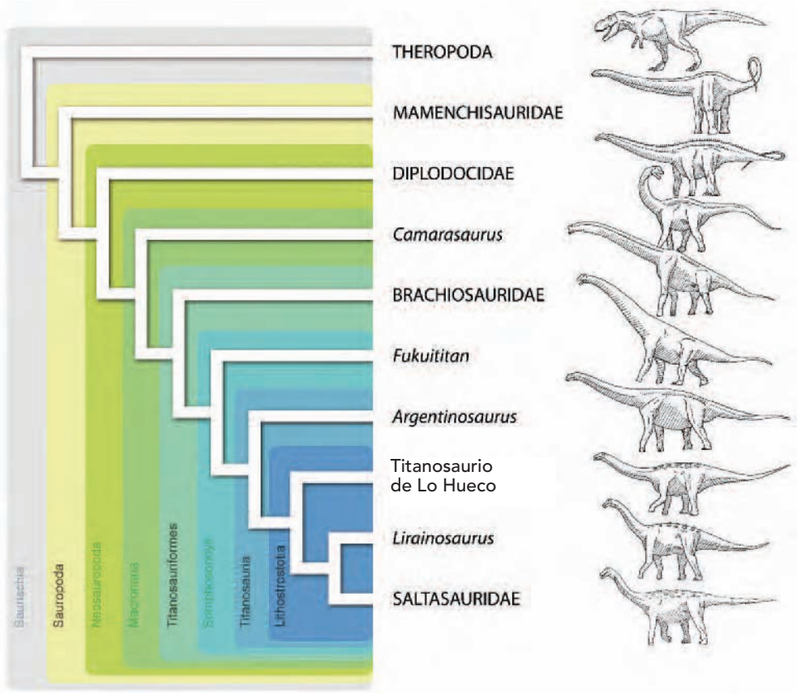
Vértebras caudales distales



Arcos hemales

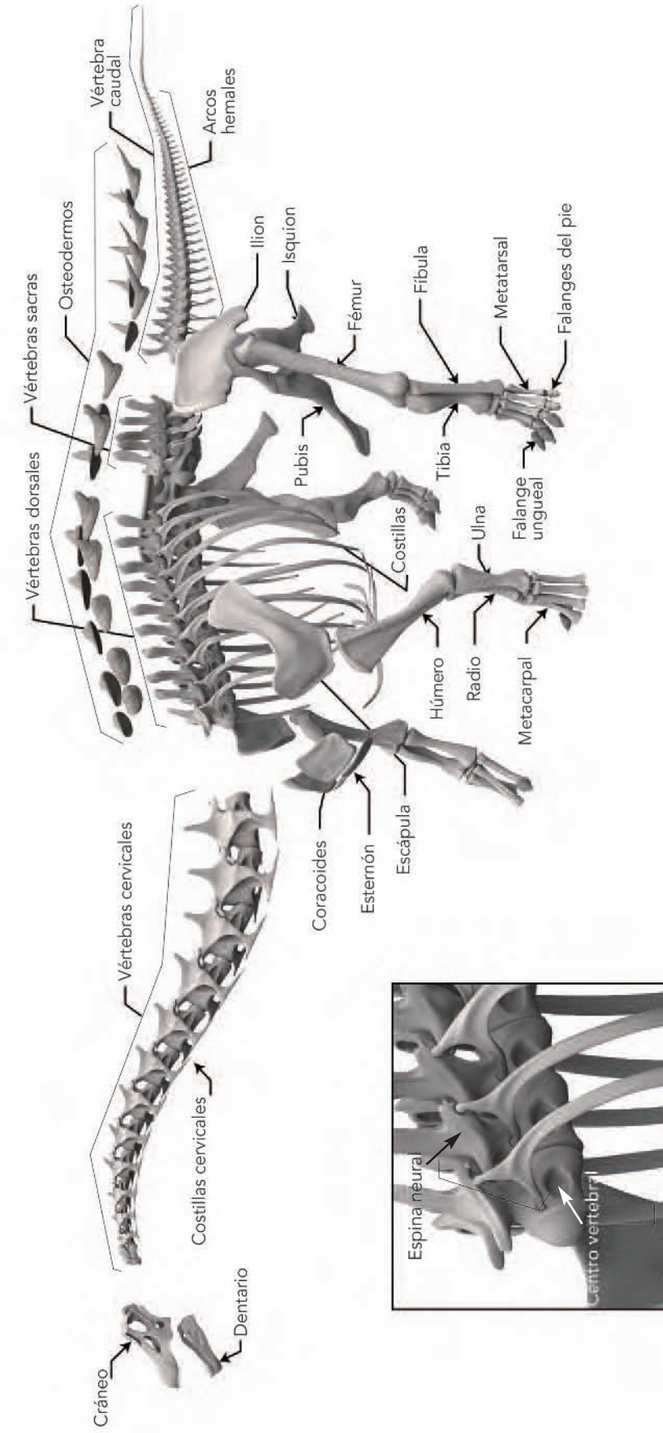
Los arcos hemales (o chevrones) son huesos con forma de "Y" que se localizan por debajo de las vértebras caudales. Estos elementos sirven para la inserción de los músculos de la cola y alojan los vasos sanguíneos de la parte ventral de la cola.

Relaciones de parentesco de los saurópodos



Osteología de los dinosaurios

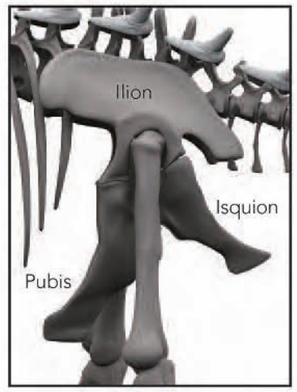
Cada hueso tiene su propio nombre.

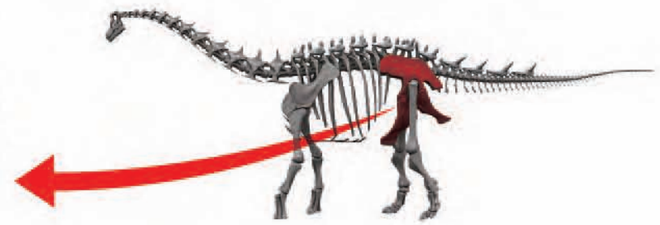


Extremidades anteriores

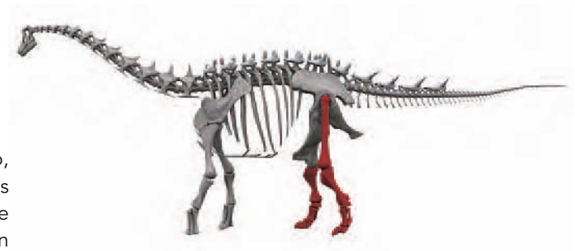
Las extremidades de los saurópodos se disponen verticalmente debajo del cuerpo como corresponde a su modo de locomoción cuadrúpedo. La extremidad anterior, se compone de un húmero, el radio, la ulna y los huesos de la mano. Todo el conjunto articula a través del húmero con el complejo formado por la escápula y el coracoides que se sitúa sobre la caja torácica. En el yacimiento de Lo Hueco se han recogido algunas escápulas que superan el metro de longitud. En algunos saurópodos, como *Giraffatitan*, el húmero pueda alcanzar grandes proporciones, superando en longitud al fémur. Aunque habitualmente los saurópodos titanosaurios muestran una región proximal del húmero con un contorno cuadrangular, esta no es la condición que presentan los húmeros hallados en Lo Hueco. Una característica muy a tener en cuenta en los saurópodos, y en mayor medida en los titanosaurios, es la disposición vertical de los metacarpales y la pérdida de las falanges de los dedos, siendo la región distal de los metacarpales la que contacta directamente con el suelo. En el yacimiento de Lo Hueco se han hallado una serie de individuos que presentan algunos de los metacarpales más alargados y esbeltos que se conocen, que pueden representar el ejemplo de algunas de las manos más gráciles conocidas en saurópodos.

Cintura pélvica





Extremidades posteriores



Como corresponde a su enorme volumen y peso, las extremidades posteriores de los dinosaurios saurópodos son columnares y se disponen de manera vertical debajo del cuerpo. El fémur es un elemento robusto, más largo que la tibia y la fíbula y, en algunos casos, como *Giraffatitan* o *Turiasaurus*, puede superar los dos metros de longitud. Alguno de los parientes cercanos de los titanosaurios de Lo Hueco son los animales mas grandes que han caminado sobre el planeta, como el argentino *Argentinosaurus*. Este saurópodo, al que algunos paleontólogos atribuyen un peso superior a 70 toneladas, presenta un fémur incompleto que podría alcanzar los 2,5 metros de longitud. En el registro europeo del Cretácico Superior es común la presencia de titanosaurios de tamaño pequeño como *Lirainosaurus* o *Magyarosaurus*, que en ocasiones se ha explicado como consecuencia de su distribución en islas durante el Cretácico. Sin embargo, y aunque están lejos de alcanzar las dimensiones de *Argentinosaurus*, los titanosaurios de Lo Hueco no son formas enanas y algunos individuos presentan fémures que superan los 1,6 metros de longitud.

181

Fémur

182

Tibia

183

Tibia y fíbula

184 185

Metatarsales

186

187

188

189

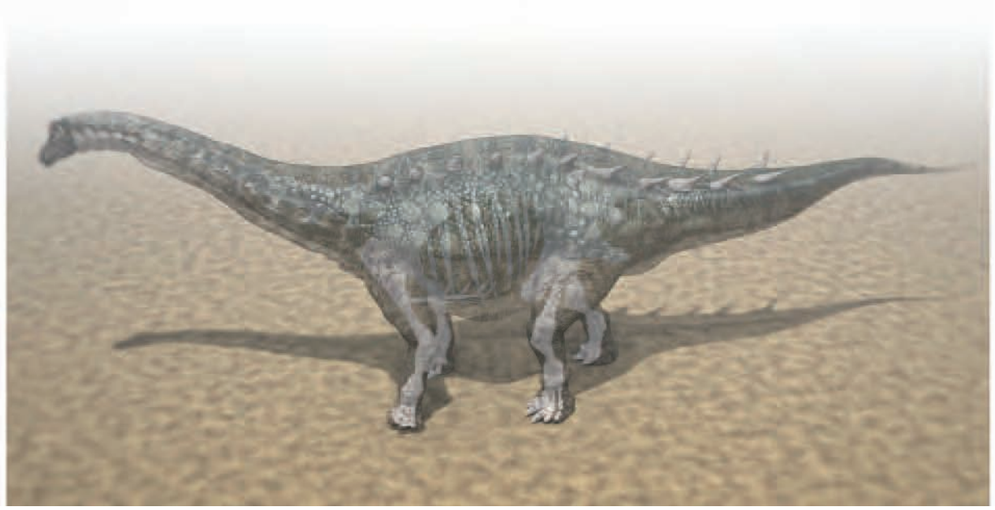
190

191

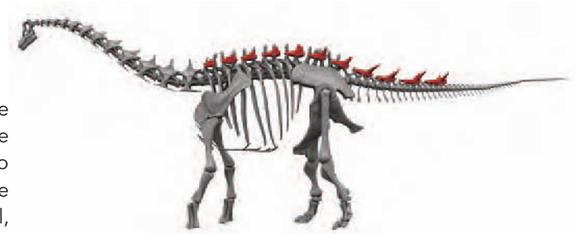
192

Falange ungueal

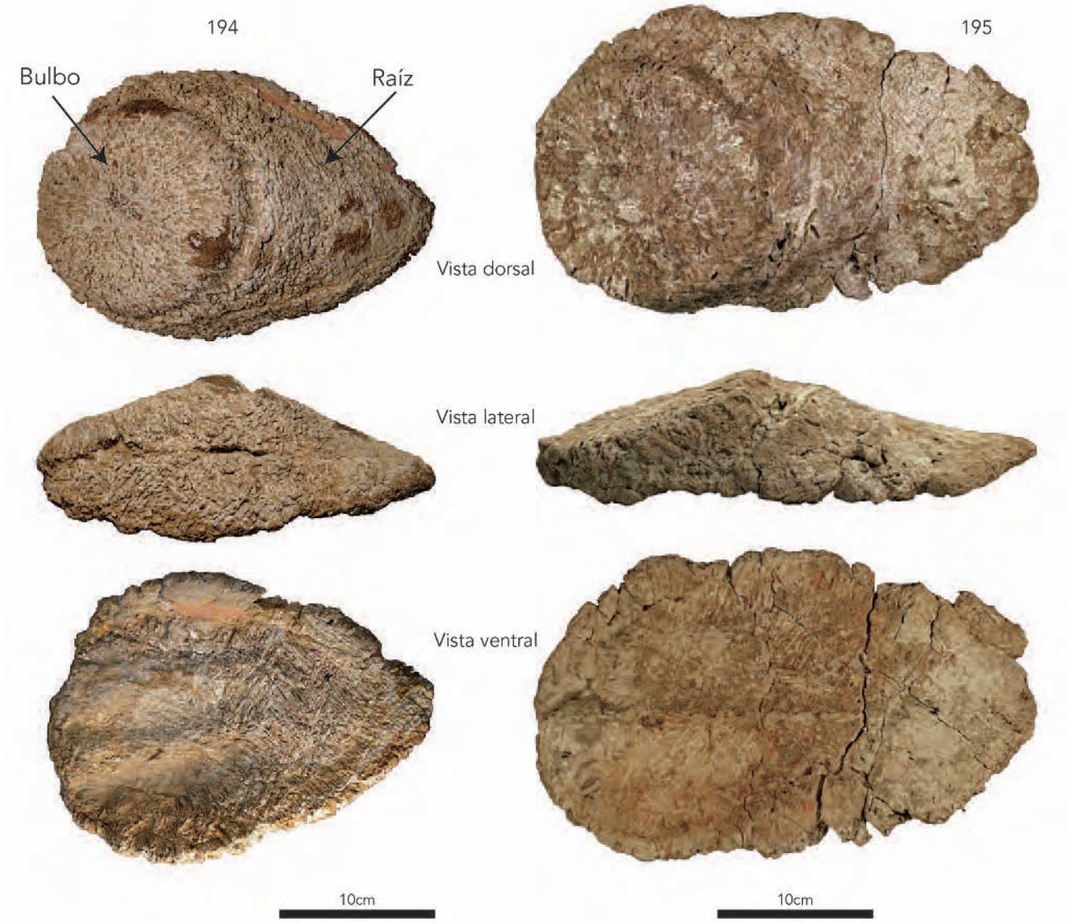
193

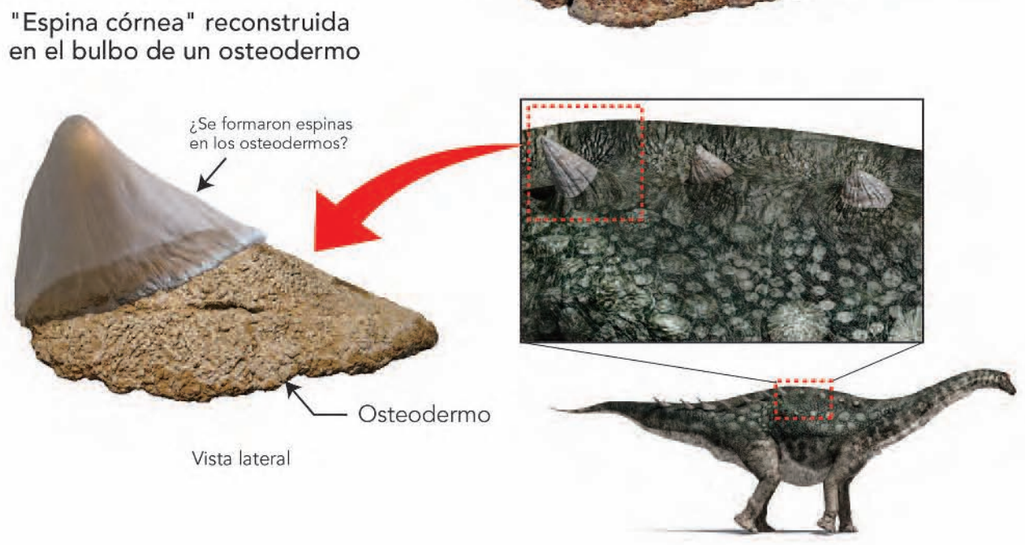


Armadura dérmica



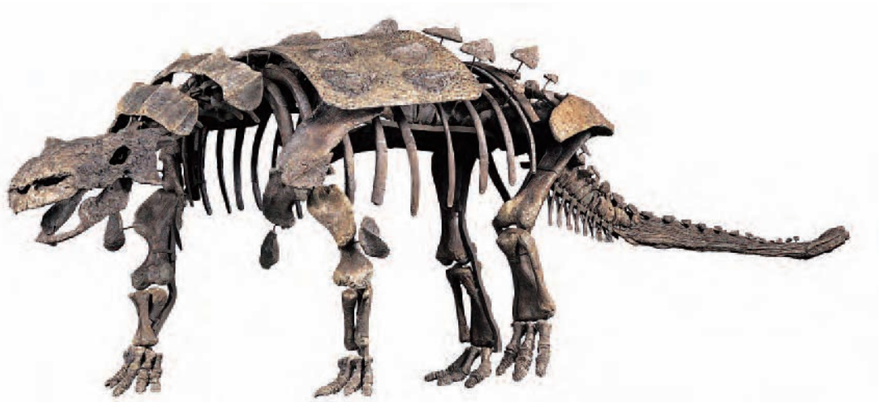
Los titanosaurios son los únicos saurópodos que presentan una armadura dérmica compuesta de huesos incorporados a la piel (osteodermos), como ocurre en los cocodrilos. Los osteodermos de titanosaurios son poco comunes en el registro fósil, pero, por el contrario, son relativamente abundantes en el yacimiento de Lo Hueco. Los osteodermos de lo hueco presentan una forma general de lágrima que se conoce como de "bulbo y raíz". Así, en los osteodermos se diferencian dos regiones: una posterior redondeada (o bulbo) y una anterior, más o menos alargada, y de superficie irregular (o raíz). Se ha interpretado que la región del bulbo estaría cubierta por una escama córnea que, en algunos osteodermos, podría tener forma de espina. La variabilidad morfológica de los osteodermos hallados en Lo Hueco es muy amplia, abarcando desde elementos casi redondeado a osteodermos muy alargados y de más de medio metro de longitud. Osteodermos de distintas morfologías se han hallado en Lo Hueco asociados a un único individuo, soportando la hipótesis de que la armadura dérmica de estos animales estaría compuesta por elementos dispares.





Dinosaurios con osteodermos

Los osteodermos son osificaciones dérmicas que se incluyen en la piel y que están recubiertas por escamas córneas de queratina. Los osteodermos están presentes en formas actuales tanto reptilianas (cocodrilos), como de mamíferos (armadillos). Entre los dinosaurios la presencia de osteodermos es característica de grupos como los anquilosaurios y estegosaurios. No obstante estas osificaciones no son exclusivas de estos grupos de dinosaurios: los titanosaurios también presentan osteodermos. La forma y función de los osteodermos varía en las distintas especies y depende de su posición anatómica. Los anquilosaurios presentan un mosaico de placas, espinas, osículos y escudos que se distribuyen por todo el cuerpo, incluida la cabeza y con una función principalmente defensiva. En estegosaurios es típica la existencia de una serie de placas verticales que recorren la totalidad de la columna vertebral y dos pares o cuatro pares de espinas puntiagudas en el extremo de la cola. Por su parte, en los saurópodos titanosaurios no se conoce con precisión la disposición de estas osificaciones dérmicas, pero se ha sugerido que podrían jugar un importante papel en el almacenamiento de minerales relacionados con determinados procesos biológicos.



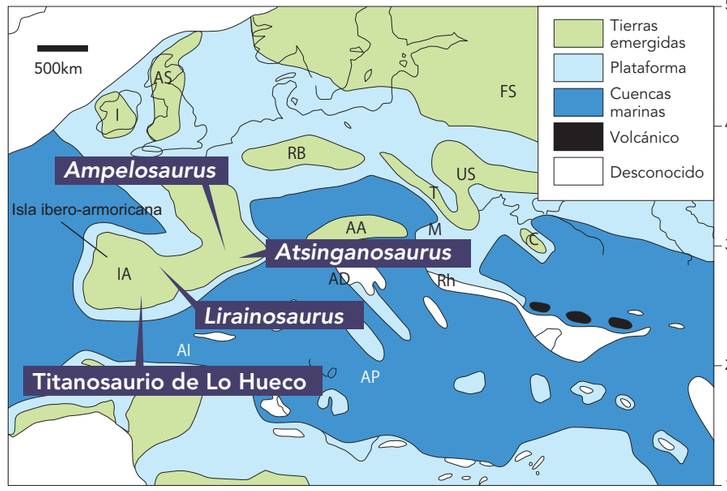
Euoplocephalus

Armadura dérmica cervical de anquilosaurio.

Placa dérmica de estegosaurio.

Los titanosaurios de la península ibérica

Se conocen restos de saurópodos en el Cretácico Superior del dominio iberoarmoricano (Europa suroccidental) desde finales del siglo XIX. Hasta ahora, se había documentado la presencia de un único género característico de la península ibérica (*Lirainosaurus*) y dos del sur de Francia (*Ampelosaurus* y *Atsinganosaurus*). A pesar de que en la península ibérica se conocen numerosos yacimientos con restos asignados a titanosaurios, la información aportada sobre el grupo es muy escasa. En este contexto la información facilitada por el yacimiento de Lo Hueco parece confirmar la existencia de una mayor diversidad de saurópodos titanosaurios en el dominio iberoarmoricano durante el Cretácico Superior. Por ejemplo, en Lo Hueco se pueden reconocer formas aún no descritas en Europa y ejemplares cercanamente emparentados con los *Ampelosaurus* del sur de Francia.



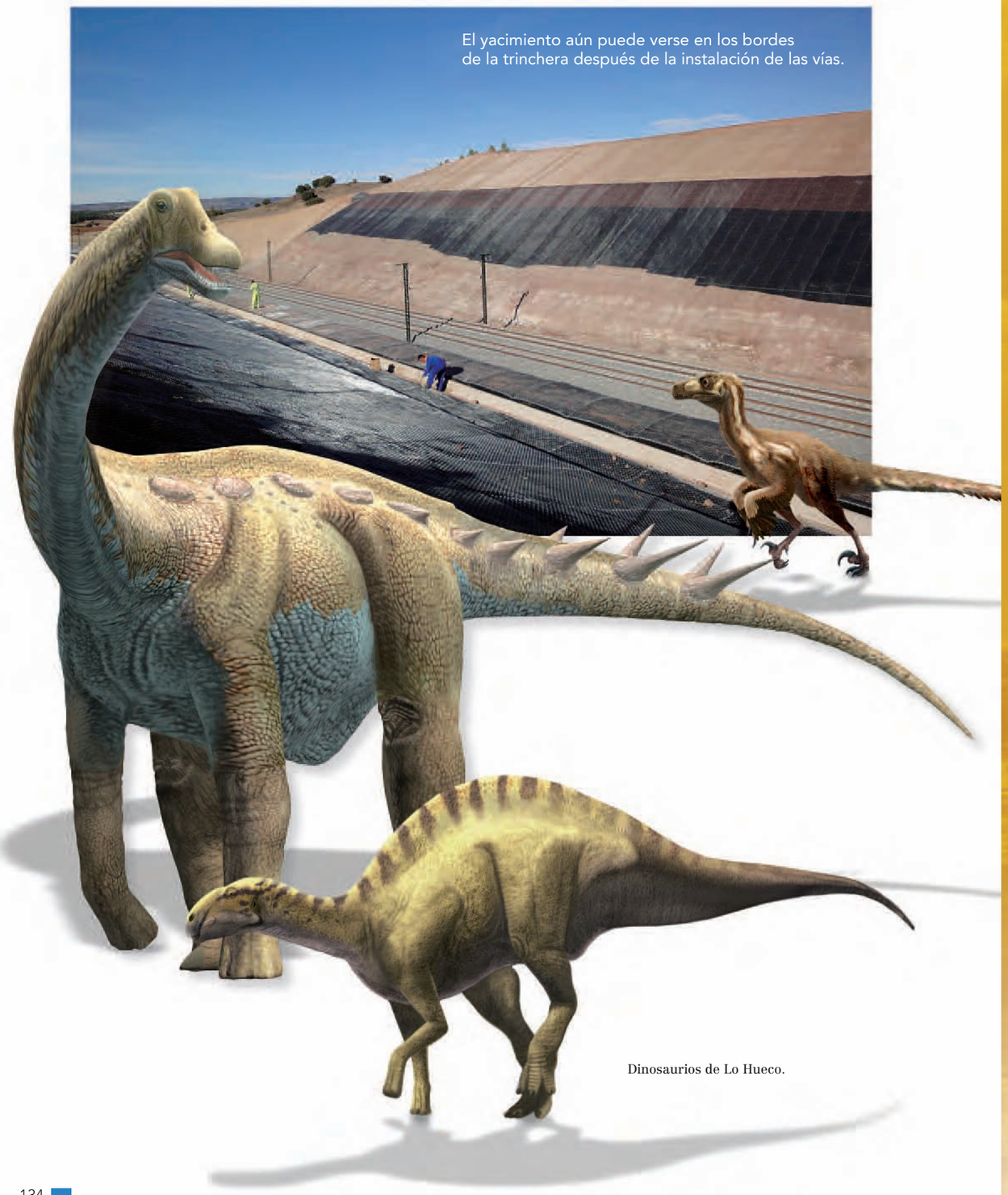
Al, Islas de Alborán
Ap, Placa de Apulia
AA, Isla Austro-Alpina
AD, Plataforma Adriática-Dinárica
AS, Isla Anglo-Escocesa
C, Isla de Crimea
IA, Dominio Iberoarmoricano
FS, Fennosarmatia
I, Isla Irlandesa
M, Plataforma Moesiana
RB, Isla de Renania-Bohemia
Rh, Ródope
T, Transilvania
US, Escudo de Ucrania

Modificado de Pereda-Suberbiola (2009)

Reconstrucción paleogeográfica de Europa durante el Cretácico Superior

Manada de titanosaurios.

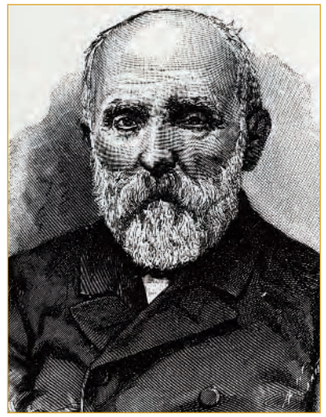
Lo Hueco hoy



Dinosaurios de Lo Hueco.

Historia del estudio de los dinosaurios en España

Historia del estudio de los dinosaurios en España

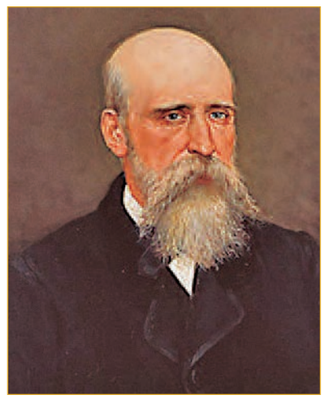


Juan Vilanova y Piera.

El primer libro de paleontología en España fue escrito por el fraile franciscano José Torrubia en 1754. El padre Torrubia creía que sus hallazgos de conchas y caracolas de piedra procedían de animales que perecieron ahogados en el diluvio universal. Más de un siglo después, en 1872, Juan Vilanova y Piera publicó el hallazgo de los primeros restos de dinosaurios conocidos en España. Este naturalista, que fue el primer catedrático de paleontología de la entonces Universidad Central (Madrid), describe fragmentos óseos aislados en Morella (Castellón) y Utrillas (Teruel), que atribuye al ornitópodo *Iguanodon*. En 1873 el ingeniero de minas Justo Egozcue identifica como perteneciente a *Megalosaurus* un diente aislado de un dinosaurio carnívoro, procedente del Jurásico de Asturias. A partir de este momento, parecería como si los naturalistas españoles "perdieran interés" por los dinosaurios, hasta la llegada de José Royo Gómez. Este investigador fue el primer paleontólogo en darse cuenta del gran potencial del registro español de dinosaurios, especialmente en los niveles cretácicos levantinos. De manera que desarrolló un programa de investigación en paleontología de dinosaurios entre 1918-1927.

José Royo Gómez.

Después de la guerra civil española, durante los años 1950-60, el paleontólogo francés Albert F. de Lapparent estudió algunos restos de dinosaurios procedentes del Cretácico de la Cordillera Ibérica y los Pirineos. El comienzo de la moderna paleontología de dinosaurios en España se produce cuando José Vicente Santafé y Lourdes Casanovas (Instituto de Paleontología de Sabadell, IPS) inician los estudios de huellas de dinosaurios en La Rioja, a comienzos de los años 1970. Al final de esta década se realizan las primeras excavaciones sistemáticas de dinosaurios en Morella (Castellón), y en 1982 aparece la primera monografía española sobre dinosaurios. Estas investigaciones se gestaron mediante la colaboración entre el IPS y la Universidad Autónoma de Madrid.



Justo Egozcue.

José Vicente Santafé (derecha).
Francisco Ortega (izquierda).

Ambas instituciones colaboraron de nuevo para la realización de excavaciones en el Cretácico Inferior de Galve (Teruel), en la primera mitad de la década de 1980. Los fósiles hallados, junto con otros colectados por el aficionado local J. M. Herrero, fueron la base para definir el primer dinosaurio que se nombró en España, en 1987. Se trata del género *Aragosaurus* ("saurio de Aragón"), interpretado entonces como un pariente de *Camarasaurus*. En la actualidad, creemos que *Aragosaurus* es una forma primitiva del linaje de los Macronaria. A partir de *Aragosaurus*, se han propuesto en España un total de 15 nuevos géneros dinosaurios no avianos, que se detallan en la tabla adjunta:

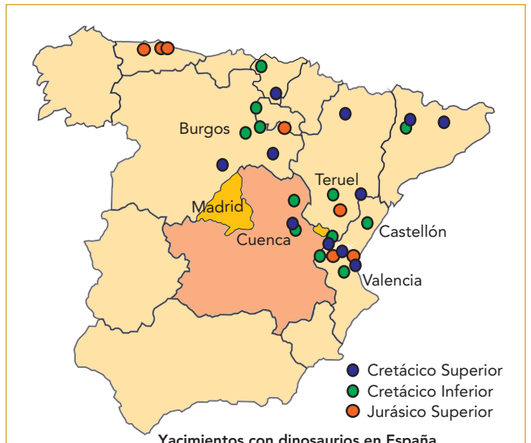
Género	Año de publicación	Provincia	Grupo taxonómico	Edad
Aragosaurus	1987	Teruel	Saurópodo	Tránsito Jurásico-Cretácico
Pararhabdodon	1993	Lleida	Ornitópodo	Cretácico Inferior
Pelecanimimus	1994	Cuenca	Terópodo	Cretácico Inferior
Lirainosaurus	1999	Burgos	Saurópodo	Cretácico Superior
Losillasaurus	2001	Valencia	Saurópodo	Tránsito Jurásico-Cretácico
Galveosaurus	2005	Teruel	Saurópodo	Tránsito Jurásico-Cretácico
Koutalisaurus	2006	Lleida	Ornitópodo	Cretácico Superior
Turiasaurus	2006	Teruel	Saurópodo	Tránsito Jurásico-Cretácico
Tastavinsaurus	2008	Teruel	Saurópodo	Cretácico Inferior
Arenysaurus	2009	Huesca	Ornitópodo	Cretácico Superior
Concavenator	2010	Cuenca	Terópodo	Cretácico Inferior
Blasisaurus	2010	Huesca	Ornitópodo	Cretácico Superior
Demandasaurus	2011	Burgos	Saurópodo	Cretácico Inferior
Delapparentia	2011	Teruel	Ornitópodo	Cretácico Inferior
Gideonmantellia	2012	Teruel	Ornitópodo	Cretácico Inferior
Proa	2012	Teruel	Ornitópodo	Cretácico Inferior
Camarillasaurus	2012	Teruel	Terópodo	Cretácico Inferior
Europelta	2013	Teruel	Anquilosaurio	Cretácico Inferior

Aragosaurus

Imágenes cortesía del Museo Paleontológico de Galve (Teruel).

Dinosaurios españoles

Más de un tercio de los dinosaurios hallados en España son saurópodos. Entre ellos se encuentra *Aragosaurus*, el primer dinosaurio español, como ya se ha comentado. Actualmente, el saurópodo más popular es *Turiasaurus*, un dinosaurio gigante encontrado en depósitos del Jurásico Superior - Cretácico Inferior de la provincia de Teruel. *Turiasaurus* es, hasta la fecha, el dinosaurio más grande encontrado en Europa y uno de los más grandes saurópodos conocidos. Su húmero tiene casi 1.8 metros de largo, y el fémur alcanza más de 2,2 metros. Este gigante pesaba unas 40-48 toneladas. Otro gran saurópodo, aunque menor que *Turiasaurus*, procede de sedimentos de edad similar a los de aquél en la provincia de Valencia. El húmero de *Losillasaurus* tiene cerca de 1,5 metros de longitud. Este saurópodo, junto con *Galveosaurus* y *Turiasaurus*, constituye el linaje Turiasauria, un grupo de eusaurópodos basales del suroeste de Europa. Otro género, *Tastavinsaurus*, está incluido en el linaje de los Titanosauriformes. Por último, a la espera de nuevos taxones que se definan en Lo Hueco, el único género de saurópodo del Cretácico Superior propuesto hasta ahora en España es *Lirainosaurus*, un titanosaurio grácil y de tamaño relativamente pequeño, probablemente unos 8-10 metros de largo.



Yacimientos con dinosaurios en España

Losillasaurus.

Turiasaurus. Dinópolis. Riodeva. Teruel. Cortesía de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

Tres nuevos géneros de terópodos no avianos se han hallado en el registro español: *Pelecanimimus*, *Concavenator* y *Camarillasaurus*. El último, publicado recientemente, es un ceratosaurio basal que podría proporcionar información valiosa sobre la historia evolutiva casi desconocida de estos dinosaurios durante el Cretácico Inferior. Sin embargo, durante este tiempo, hay un extenso registro de dinosaurios ornitópodos. En España dos nuevos géneros han sido descritos recientemente, *Gideonmantellia* y *Proa*, ambos de la provincia de Teruel. El primero podría ser un pariente cercano del género *Hypsilophodon*, mientras *Proa* está relacionado con *Iguanodon*. Por otra parte, se han descrito en el Cretácico Superior español, cuatro nuevos géneros de dinosaurios de pico de pato (Hadrosauridae): *Pararhabdodon*, *Koutalisaurus*, *Arenysaurus* y *Blasisaurus*.

Lirainosaurus.

Espolón de la mano de *Iguanodon*.

Morella (Castellón).

El registro dinosauriano español incluye otros taxones que se han encontrado fuera de España. El más común es el género *Iguanodon*, el segundo dinosaurio descrito en la historia de la paleontología. Es un gran ornitópodo que podría alcanzar de 10 a 12 metros de longitud, y 3 toneladas de peso. Vivió en varias zonas de lo que hoy son las provincias de Castellón, Teruel, Cuenca, Guadalajara, Soria y Burgos, en el Cretácico Inferior. Sus extremidades traseras eran mayores que las delanteras. Aun así, podía caminar tanto de forma bípeda como cuadrúpeda. El primer dedo de la mano es un gran espolón.

Iguanodon (Morella)

El registro español de dinosaurios también contiene un patrimonio relativamente grande de huellas (icnitas) y huevos. Las huellas se encuentran en tres áreas principales: Asturias (Jurásico Medio-Superior), la Cuenca de Cameros (La Rioja, Soria y Burgos, Jurásico Superior-Cretácico Inferior) y los Pirineos (Cretácico Superior). La zona de mayor concentración de icnitas de dinosaurios en España es la Cuenca de Cameros, que incluye miles de huellas localizadas en un centenar de afloramientos ("megatracksite"). El 85% de las pistas pertenecen a terópodos, el 12% procede de ornitópodos, y el resto a saurópodos.

Por último, como es común en todo el mundo, la mayoría de los huevos de dinosaurio españoles son del Cretácico Superior. Los principales yacimientos están en las provincias de Burgos, Cuenca, Valencia y Lérida. Esta última es la más importante, y tiene yacimientos muy relevantes, como el de Bastús, donde se han encontrado restos de unos 300.000 huevos de saurópodos titanosaurios, en las arenas de una playa del Cretácico Superior.

Cuarto centenario de las relaciones entre Japón y España

La idea de la exposición "Dinosaurios Maravillosos de España" procede del cuarto centenario de las primeras relaciones culturales, políticas y económicas entre Japón y España. En enero de 1614 una expedición japonesa llegó a Acapulco (México), entonces territorio español. Su líder era Hasekura Tsunenaga, y su objetivo era reunirse con el Rey de España (Felipe III) y el Papa en Roma. Así que la delegación japonesa continuó el viaje a España, llegando al puerto de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz) en octubre de 1614. Esta misión, organizada por el daimio (soberano feudal) de Sendai, Date Masamune, se conoce como la Embajada Keicho. Por lo tanto, Hasekura Tsunenaga es considerado el primer embajador de Japón en Europa. El coraje y esfuerzo de este samurai generó el inicio de la historia común entre Japón y Europa, y en especial entre Japón y España.

Hoy en día, muchos japoneses están interesados en la cultura española, y viceversa. Por tanto, algunos paleontólogos pensaron que, probablemente, en esta dinámica de interés mutuo, los dinosaurios podrían generar cierta expectación. Esta iniciativa comenzó cuando el terópodo *Concavenator* fue publicado. Este espectacular dinosaurio carnívoro tiene un compañero en Japón, llamado *Fukuiraptor*. Ambos son parientes cercanos de tamaño similar que vivieron al mismo tiempo, hace unos 125 millones de años.

2013 2014 AÑO DUAL ESPAÑA-JAPÓN 日本スペイン交流400周年 400 AÑOS DE RELACIONES

EMBAJADA DE ESPAÑA EN JAPÓN

cooperación española

Instituciones españolas participantes

Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

Las competencias de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha se dirigen a la política regional en materia de educación, asuntos académicos, culturales y deportivos. También tiene competencia en la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación y la gestión del patrimonio cultural. Su sede está en la ciudad de Toledo, la capital de la región.

Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha

Fue creado en 1999 y ha mantenido desde entonces una gran afluencia anual de visitantes, especialmente entre los estudiantes de enseñanza secundaria. Está situado en el casco antiguo de la capital de la provincia de Cuenca. Ha sido, durante años, la institución depositaria de la colección paleontológica de Las Hoyas. Sus secciones permanentes incluyen, entre otras, una exposición moderna de Astronáutica y un activo planetario.

Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

La Universidad Autónoma de Madrid se fundó en 1968 y es una de las seis universidades públicas que pertenecen a la Comunidad Autónoma de Madrid. En total, cuenta con siete facultades, varios institutos de investigación, y 70 departamentos universitarios. La investigación en paleontología se encuentra en la Facultad de Ciencias, Departamento de Biología (Unidad de Paleontología). Los paleontólogos de la UAM se han dedicado tradicionalmente al estudio de los peces, cocodrilos y dinosaurios del Mesozoico.

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

La Universidad Nacional de Educación a Distancia se fundó en 1973 y su sede central está en Madrid, pero tiene oficinas en muchas otras ciudades españolas y en el extranjero. Es una universidad pública en todo el estado, que ofrece diversos grados, a través de la enseñanza a distancia (aprendizaje abierto), para un total de cerca de 180.000 estudiantes. Los paleontólogos de la UNED pertenecen al Grupo de Biología Evolutiva de la Facultad de Ciencias. Su investigación se centra en el estudio de algunos grupos de los reptiles del Mesozoico (saurópterigios, tortugas, cocodrilos y dinosaurios) y Cenozoico (sobre todo cocodrilos y tortugas).

Comisarios de la exposición *"Dinosaurios Maravillosos de España"*

José Luis Sanz

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.

Francisco Ortega

Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Epílogo

Estamos muy orgullosos de haber podido traer esta exposición de dinosaurios de España a Japón. Personalmente, siempre he tenido una gran admiración por la cultura japonesa, su gente, su historia, su forma de entender la vida, su arte y por supuesto, su incomparable cocina. Mis primeros acercamientos a la cultura japonesa fueron a través de sus películas, tanto clásicas como las de género Kaiju. "Gojira" ("Japón bajo el terror del monstruo", 1954) fue una película clave en mi vida, que me impulsó a hacer la carrera de paleontólogo cuando tenía 10 años (muchas gracias Yamane Sensei). Nos gustaría dedicar esta exposición a todos los fans japoneses de la paleontología y especialmente a aquellos apasionados de los dinosaurios, y por supuesto, también a Yamane Sensei, uno de los pocos paleontólogos de las películas que ha conseguido extender sus enseñanzas e influencia más allá de la pantalla de cine.

José Luis Sanz
Universidad Autónoma de Madrid

Lista de los fósiles en la exposición

Holotipo

Las Hoyas: un humedal del Cretácico Inferior

Localidad: La Cierva (Cuenca, Castilla-La Mancha)
Formación: La Huérguina
Edad: Cretácico Inferior (Barremiense)

1 Grupo: Charophyta Charales | Clasificación | Tamaño: 9.4x6.6x0.2 (cm) | Sigla: MCCM-LH-28456 — *Clavatoraxis robustus*

2 Grupo: Charophyta Charales | Clasificación | Tamaño: 12.5x8.8x0.2 (cm) | Sigla: MCCM-LH-16059 a — *Clavatoraxis robustus*

3 Grupo: Charophyta Charales | Clasificación | Tamaño: 16.4x11x0.6 (cm) | Sigla: MCCM-LH-16059 b — *Clavatoraxis robustus*

4 Grupo: Magnoliophyta | Clasificación | Tamaño: 16.6x16x0.8 (cm) | Sigla: MCCM-LH-20411 — *Montsechia vidali*

5 Grupo: Bivalvia Unionoida | Clasificación | Tamaño: 18x10x1.2 (cm) | Sigla: MCCM-LH-02655 b — *Unio* sp.

6 Grupo: Bivalvia Unionoida | Clasificación | Tamaño: 11x9.5x1 (cm) | Sigla: MCCM-LH-20409 b — *Unio* sp.

7 Grupo: Crustacea Decapoda | Clasificación | Tamaño: 5.8x5.4x1.7 (cm) | Sigla: MCCM-LH-13323 a — *Delclosia martinelli*

8 Grupo: Crustacea Decapoda | Clasificación | Tamaño: 13x9.3x0.3 (cm) | Sigla: MCCM-LH-08201 a — *Delclosia martinelli*

9 Grupo: Crustacea Decapoda | Clasificación | Tamaño: 26x14.3x0.6 (cm) | Sigla: MCCM-LH-21267 b — *Delclosia martinelli*

10 Grupo: Crustacea Decapoda | Clasificación | Tamaño: 15x11.7x2.9 (cm) | Sigla: MCCM-LH-20117 b — *Austropotamobius llopisi*

11 Grupo: Crustacea Decapoda | Clasificación | Tamaño: 17x15.9x1.8 (cm) | Sigla: MCCM-LH-17285 b — *Austropotamobius llopisi*

12 Grupo: Crustacea Decapoda | Clasificación | Tamaño: 13.5x8.5x0.1 (cm) | Sigla: MCCM-LH-23538 — *Austropotamobius llopisi*

14 Grupo: Insecta Heteroptera | Clasificación | Tamaño: 10.6x8.8x0.1 (cm) | Sigla: MCCM-LH-30555 a — *Iberonepa romerali*

13 Grupo: Insecta Heteroptera | Clasificación | Tamaño: 10.2x9.1x0.9 (cm) | Sigla: MCCM-LH-22245 b — *Iberonepa romerali*

15 Grupo: Insecta Phasmatodea | Clasificación | Tamaño: 23.2x10.1x0.3 (cm) | Sigla: MCCM-LH-09303 a — *Chresmoda* sp.

16 Grupo: Insecta Phasmatodea | Clasificación | Tamaño: 27.3x11x0.4 (cm) | Sigla: MCCM-LH-30819 — *Chresmoda* sp.

17 Grupo: Insecta Coleoptera | Clasificación | Tamaño: 7.2x6.5x1.7 (cm) | Sigla: MCCM-LH-23825 b — **Coleoptera indet.**

18 Grupo: Sarcopterygii Coelacanthiformes | Clasificación | Tamaño: 19x12x1.2 (cm) | Sigla: MCCM-LH-00007 — **Coelacanthiformes indet.**

19 Grupo: Actinopterygii Lepisosteiformes | Clasificación | Tamaño: 13.5x5.3x0.3 (cm) | Sigla: MCCM-LH-00090 — *Lepidotes microrhis*

20 Grupo: Actinopterygii Lepisosteiformes | Clasificación | Tamaño: 17.5x14.5x2 (cm) | Sigla: MCCM-LH-23352 a — *Lepidotes* sp.

21 Grupo: Actinopterygii Lepisosteiformes | Clasificación | Tamaño: 37x19.2x1.3 (cm) | Sigla: MCCM-LH-26970 a — *Lepidotes* sp.

22 Grupo: Actinopterygii Lepisosteiformes | Clasificación | Tamaño: 19.5x14.5x0.7 (cm) | Sigla: MCCM-LH-17034 a — *Lepidotes* sp.

23 Grupo: Actinopterygii Pycnodontiformes | Clasificación | Tamaño: 21.6x18.6x0.6 (cm) | Sigla: MCCM-LH-26356 a — *Turbomesodon praeclarus*

24 Grupo: Actinopterygii Pycnodontiformes | Clasificación | Tamaño: 51x21.4x2.4 (cm) | Sigla: MCCM-LH-26356 b — *Turbomesodon praeclarus*

25 Grupo: Actinopterygii Teleostei | Clasificación | Tamaño: 10x8.5x0.4 (cm) | Sigla: MCCM-LH-02179 — *Gordichthys conquensis*

26 Grupo: Actinopterygii Teleostei | Clasificación | Tamaño: 15x13x0.8 (cm) | Sigla: MCCM-LH-20380 a — **Teleósteo primitivo (Adulto)**

27 Grupo: Amphibia Anura | Clasificación | Tamaño: 18x11.5x1 (cm) | Sigla: MCCM-LH-11388 — *Gracilibatrachus avallei*

28 Grupo: Amphibia Anura | Clasificación | Tamaño: 8.5x7.4x0.5 (cm) | Sigla: MCCM-LH-21171 b — *Gracilibatrachus avallei*

29 Grupo: Amphibia Anura | Clasificación | Tamaño: 11.5x9.5x1.5 (cm) | Sigla: MCCM-LH-15999 a — *Iberobatrachus angelae*

30 Grupo: Amphibia Anura | Clasificación | Tamaño: 13x10x1.5 (cm) | Sigla: MCCM-LH-15999 b — *Iberobatrachus angelae*

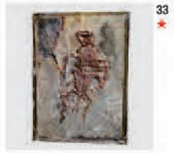
31 Grupo: Amphibia Caudata | Clasificación | Tamaño: 15.3x8x0.3 (cm) | Sigla: MCCM-LH-26551 a — *Hylaeobatrachus* sp.

Listado de los ejemplares en la exposición

★Holotipo

32 ★
Grupo Amphibia Albanerpetontidae
Clasificación
Tamaño 14x12.3x1.9 (cm)
Sigla MCCM-LH-06020 B

Celtedens ibericus



33 ★
Grupo Testudines Cryptodira
Clasificación
Tamaño 12.6x9.4x1.2 (cm)
Sigla MCCM-LH-07199

Hoyasemys jimenezi

34
Grupo Crocodylomorpha
Clasificación Crocodylomorpha
Tamaño 45x16x1 (cm)
Sigla MCCM-LH-07287a

Crocodylomorpha indet.

35
Grupo Magnoliophyta Ranunculales
Clasificación
Tamaño 20x20x5 (cm)
Sigla MCCM-LH-26873 b

Iterophyllum lobatum

36
Grupo Magnoliophyta Ranunculales
Clasificación
Tamaño 20x20x5 (cm)
Sigla MCCM-LH-23675

Iterophyllum lobatum

37
Grupo Monilophyta Gleicheniales
Clasificación
Tamaño 150x80x2 (cm)
Sigla MCCM-LH-29431 A

Weichselia reticulata

38
Grupo Monilophyta Schizaeales
Clasificación
Tamaño 25x10x0.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-23286 a

Ruffordia goepperti

39
Grupo Spermatophytina "Bennettitales"
Clasificación
Tamaño 11.1x13.5x0.5 (cm)
Sigla MCCM-LH-20164

***Zamites* sp.**

40
Grupo Spermatophytina "Bennettitales"
Clasificación
Tamaño 15.7x9.4x0.5 (cm)
Sigla MCCM-LH-28896 A

***Zamites* sp.**

41
Grupo Spermatophytina "Bennettitales"
Clasificación
Tamaño 18.5x10.3x0.6 (cm)
Sigla MCCM-LH-28896 B

***Zamites* sp.**

42
Grupo Pinophyta
Clasificación
Tamaño 25x10x0.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-26040 b

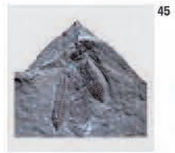
***Brachyphyllum* sp.**

43
Grupo Pinophyta
Clasificación
Tamaño 15x11x0.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-22356 b

***Brachyphyllum* sp.**

44
Grupo Pinophyta
Clasificación
Tamaño 9,2x6x0.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-23058

***Pagiophyllum* sp.**



45
Grupo Insecta Coleoptera
Clasificación
Tamaño 9.4x8.7x0.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-20151 a

Zygadenia martinclosas

46
Grupo Insecta Coleoptera
Clasificación
Tamaño 6.2x3.8x0.1 (cm)
Sigla MCCM-LH-20151 b

Zygadenia martinclosas

47
Grupo Insecta Coleoptera
Clasificación
Tamaño 8.9x9x0.2 (cm)
Sigla MCCM-LH-30101 B

Coleoptera indet.

48
Grupo Insecta Coleoptera
Clasificación
Tamaño 5.8x4.8x0.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-06228 a

Coleoptera indet.

49
Grupo Insecta Coleoptera
Clasificación
Tamaño 6.3x4.8x0.9 (cm)
Sigla MCCM-LH-06228 b

Coleoptera indet.

50
Grupo Insecta Neuroptera
Clasificación
Tamaño 13.5x9.2x1.4 (cm)
Sigla MCCM-LH-21132 a

Chrysopidae gen. et sp. indet.

51
Grupo Insecta Odonata
Clasificación
Tamaño 10.3x9.4x0.9 (cm)
Sigla MCCM-LH-13824

Gomphidae gen. et sp. indet.

52
Grupo Insecta Odonata
Clasificación
Tamaño 17.8x16.4x0.6 (cm)
Sigla MCCM-LH-29933 A

Odonata indet.

53
Grupo Insecta Blattaria
Clasificación
Tamaño 8.2x6.8x0.5 (cm)
Sigla MCCM-LH-27044 a

***Hispanoblatta* sp.**

54 ★
Grupo Squamata
Clasificación
Tamaño 22x10.5x1.8 (cm)
Sigla MCCM-LH-18505

Jucaraseps grandipes

55 ★
Grupo Pterosauria Pterodactyloidea
Clasificación
Tamaño 19x18.5x1.5 (cm)
Sigla MCCM-LH-09143

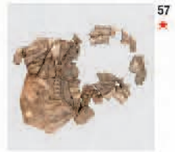
Europejara olcadesorum

56
Grupo Pterosauria Pterodactyloidea
Clasificación
Tamaño 12x9.3x0.6 (cm)
Sigla MCCM-LH-17264

Diente de pterosaurio

Dinosaurios de Las Hoyas

Localidad: La Cierva (Cuenca, Castilla-La Mancha)
Formación: La Huérguina
Edad: Cretácico Inferior (Barremiense)



57 ★
Grupo Theropoda Carcharodontosauria
Clasificación
Tamaño —
Sigla MCCM-LH-06666

Concavenator corcovatus

58
Grupo Theropoda Carcharodontosauria
Clasificación
Tamaño 110×602×232 (cm)
Sigla

Concavenator corcovatus
(Reconstrucción del esqueleto)

59
Grupo Theropoda Carcharodontosauria
Clasificación
Tamaño 130×602×232 (cm)
Sigla FPDM-0138

Concavenator corcovatus
(Reconstrucción del aspecto en vida)

60 ★
Grupo Theropoda Ornithomimosauria
Clasificación
Tamaño —
Sigla MCCM-LH-07777

Pelecanimimus polyodon

61
Grupo Theropoda Ornithomimosauria
Clasificación
Tamaño 50×205×107 (cm)
Sigla FPDM-0139

Pelecanimimus polyodon
(Reconstrucción del aspecto en vida en ausencia de plumas)

62
Grupo Theropoda Ornithomimosauria
Clasificación
Tamaño 50×205×107 (cm)
Sigla FPDM-0140

Pelecanimimus polyodon
(Reconstrucción del aspecto en vida con el cuerpo cubierto de plumas)

Listado de los ejemplares en la exposición

★Holotipo

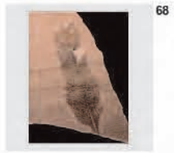
63 Grupo: *Mantellisaurus atherfieldensis*
Clasificación: Ornithopoda Iguanodontia
Tamaño: 60x60x20 (cm)
Sigla: MCCM-LH-30677

64 Grupo: *Iberomesornis romerali*
Clasificación: Aves Enantiornithes
Tamaño: 16x10x0.4 (cm)
Sigla: MCCM-LH-08200

65 ★ Grupo: *Concornis lacustris*
Clasificación: Aves Enantiornithes
Tamaño: 16x14.5x1 (cm)
Sigla: MCCM-LH-02814

66 ★ Grupo: *Eoalulavis hoyasi*
Clasificación: Aves Enantiornithes
Tamaño: 13.7x6.5x2.1 (cm)
Sigla: MCCM-LH-13500 a

67 ★ Grupo: *Eoalulavis hoyasi*
Clasificación: Aves Enantiornithes
Tamaño: 15.6x7x2.1 (cm)
Sigla: MCCM-LH-13500 b



68 Grupo: **Pluma**
Clasificación: —
Tamaño: 19.5x10x0.2 (cm)
Sigla: MCCM-LH-16682 a

69 Grupo: **Pluma**
Clasificación: —
Tamaño: 22.2x11x0.2 (cm)
Sigla: MCCM-LH-16682 b

70 Grupo: **Egagrópila**
Clasificación: Aves
Tamaño: 11x9.5x0.9 (cm)
Sigla: MCCM-LH-11386 a

71 Grupo: **Egagrópila**
Clasificación: Aves
Tamaño: 9.2x9.2x0.5 (cm)
Sigla: MCCM-LH-11386 b

72 Grupo: **Marca de desplazamiento de un pez**
Clasificación: Icnofósil
Tamaño: 33x29x0.5 (cm)
Sigla: MCCM-LH-30410

73 Grupo: **Huella fosilizada de un cocodrilo**
Clasificación: Icnofósil
Tamaño: 26x22x3 (cm)
Sigla: MCCM-LH-26523

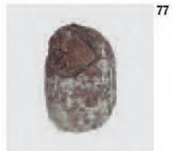
74 Grupo: **Huella fosilizada de un dinosaurio**
Clasificación: Icnofósil
Tamaño: 50x50x30 (cm)
Sigla: MCCM-LH-06500

Lo Hueco: los últimos gigantes del Cretácico Superior de la península ibérica

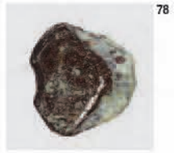
Localidad: Fuentes, Cuenca, Castilla La-Mancha
Formación: Villalba de la Sierra
Edad: Cretácico Superior (Campaniense superior-Maastrichtiense superior)

75 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-09040

76 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05560/1

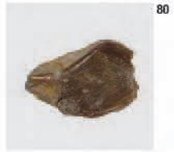


77 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05560/2

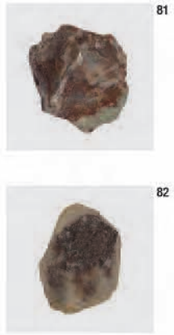


78 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05819

79 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-03418/1

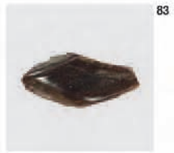


80 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-03418/2

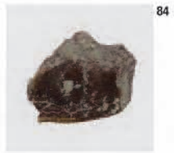


81 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-04214

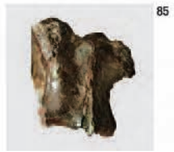
82 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-09022/1



83 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-09039/1



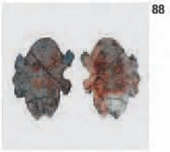
84 Grupo: **Lepisosteiformes indet. (Escama)**
Clasificación: Actinopterygii Lepisosteiformes
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05897/2



85 Grupo: **Pythonomorpha gen.et sp.indet. (Vértebra dorsal)**
Clasificación: Squamata Varanoidea
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05117

86 Grupo: **Pythonomorpha gen. et sp. indet. (Vértebra dorsal)**
Clasificación: Squamata Varanoidea
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05239

87 Grupo: **Squamata indet. (Mandíbula)**
Clasificación: Squamata
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-08276



88 Name: **Bothremydidae gen. et sp. indet.**
Classification: Testudines Pleurodira
Size: —
No: MCCM-HUE-01220

89 Grupo: ***Iberoccitanemys convenarum***
Clasificación: Testudines Pleurodira
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-04913

90 Grupo: **Eusuchia indet. (Cráneo)**
Clasificación: Crocodyliformes Eusuchia
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-02018

91 Grupo: **Eusuchia indet. (Cráneo)**
Clasificación: Crocodyliformes Eusuchia
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-02920

92 Grupo: **Eusuchia indet. (Mandíbula)**
Clasificación: Crocodyliformes Eusuchia
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-04378

93 Grupo: **Eusuchia indet. (Mandíbula)**
Clasificación: Crocodyliformes Eusuchia
Tamaño: —
Sigla: MCCM-HUE-05161

Listado de los ejemplares en la exposición

*Holotipo

94 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra cervical)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02507

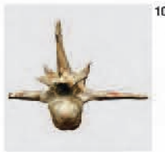
95 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra cervical)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02522

96 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra cervical)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02523

97 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra cervical)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02528

98 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra cervical)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-08667

99 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra dorsal)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02520



100 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra dorsal)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02527

101 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra dorsal)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02526

102 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Costilla)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02511

103 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Vértebra sacra)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02524

104 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Isquion)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-02525

105
106
107 Grupo
Clasificación **Eusuchia indet. (Conjunto compuesto de sacro, ilion, fémur y tibia)**
Tamaño Crocodyliformes Eusuchia
Sigla —
MCCM-HUE-01451

108 Grupo
Clasificación ***Rhabdodon* sp. (Diente de la maxila)**
Tamaño Ornithopoda Rhabdodontidae
Sigla —
MCCM-HUE-04479

109 Grupo
Clasificación ***Rhabdodon* sp. (Dentario)**
Tamaño Ornithopoda Rhabdodontidae
Sigla —
MCCM-HUE-05310

110 Grupo
Clasificación ***Rhabdodon* sp. (Isquion)**
Tamaño Ornithopoda Rhabdodontidae
Sigla —
MCCM-HUE-05284

111 Grupo
Clasificación ***Rhabdodon* sp. (Fémur)**
Tamaño Ornithopoda Rhabdodontidae
Sigla —
MCCM-HUE-02634

112 Grupo
Clasificación ***Rhabdodon* sp. (Fémur)**
Tamaño Ornithopoda Rhabdodontidae
Sigla —
MCCM-HUE-03869

113 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Vértebras sacras)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-03609

114 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Vértebra caudal)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-00755

115 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Conjunto formado por fémur, tibia y fíbula)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-08526

116 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Metatarsales)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-08434

117 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange del pie)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-02590

118 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange del pie)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla MCCM-HUE-05729

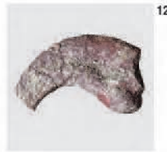
119 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange del pie)**
Tamaño Theorpoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-07155

120 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange del pie)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-08563

121 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange ungueal)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-04641

122 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange ungueal)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-06459

123 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange ungueal)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-08467



124 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange ungueal)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-08481

125 Grupo
Clasificación **Dromaeosauridae gen. et sp. indet. (Falange ungueal)**
Tamaño Theropoda Dromaeosauridae
Sigla —
MCCM-HUE-07295

126 Grupo
Clasificación **Titanosauria indet. (Caja craneana-basicráneo)**
Tamaño Sauropoda Titanosauria
Sigla —
MCCM-HUE-08741

127 Grupo
Clasificación **Titanosauria indet. (Vértebra cervical)**
Tamaño Sauropoda Titanosauria
Sigla —
MCCM-HUE-03076

Listado de los ejemplares en la exposición

*Holotipo

128 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03077

Titanosauria indet. (Vértebra cervical)
Sauropoda Titanosauria

129 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03128

Titanosauria indet. (Vértebra cervical)
Sauropoda Titanosauria

130 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03130

Titanosauria indet. (Vértebra dorsal)
Sauropoda Titanosauria

131 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-01958

Titanosauria indet. (Vértebra dorsal)
Sauropoda Titanosauria

132 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/7

Titanosauria indet. (Vértebra dorsal)
Sauropoda Titanosauria

133 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03135/1

Titanosauria indet. (Vértebra dorsal)
Sauropoda Titanosauria

134 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03135/2

Titanosauria indet. (Vértebra dorsal)
Sauropoda Titanosauria

135 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03135/3

Titanosauria indet. (Vértebra dorsal)
Sauropoda Titanosauria

136 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03092

Titanosauria indet. (Costilla)
Sauropoda Titanosauria

137 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03113

Titanosauria indet. (Costilla)
Sauropoda Titanosauria

138 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03045

Titanosauria indet. (Costilla)
Sauropoda Titanosauria

139 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03052

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

140 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/4

Titanosauria indet. (Vértebras caudales)
Sauropoda Titanosauria

141 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/6

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

142 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/4

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

143 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/1

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

144 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/2

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

145 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03134/3

Titanosauria indet. (Vertebras caudales y arco hemal)
Sauropoda Titanosauria

146 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03027

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

147 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03028

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

148 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03101

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

149 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03024

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

150 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03025

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

151 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03026

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

152 NGrupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03020

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

153 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03022

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

154 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03023

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

155 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-08736

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

156 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-08900

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

157 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-08901

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

158 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-03021

Titanosauria indet. (Vértebra caudal)
Sauropoda Titanosauria

159 Grupo — Clasificación Titanosauria — Tamaño — Sigla MCCM-HUE-02309

Titanosauria indet. (Vértebras caudales en articulación)
Sauropoda Titanosauria

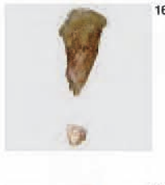
Listado de los ejemplares en la exposición

*Holotipo

160 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03054
Titanosauria indet. (Arco hemal)

161 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03134/17
Titanosauria indet. (Arco hemal)

162 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03134/19
Titanosauria indet. (Arco hemal)



163 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03034
Titanosauria indet. (Arco hemal)

164 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03040
Titanosauria indet. (Arco hemal)

165 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03041
Titanosauria indet. (Arco hemal)

166 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-07776
Titanosauria indet. (Cintura pectoral)

167 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01549
Titanosauria indet. (Húmero)

168 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03057
Titanosauria indet. (Húmero)

169 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01139
Titanosauria indet. (Ulna)

170 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03044
Titanosauria indet. (Ulna)

171 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01140
Titanosauria indet. (Radio)

172 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03075
Titanosauria indet. (Radio)

173 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01343
Titanosauria indet. (Metacarpal)

174 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02501
Titanosauria indet. (Metacarpal)

175 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03137
Titanosauria indet. (Metacarpal)

176 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03134
Titanosauria indet. (Ilion)

177 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02298
Titanosauria indet. (Pubis)

178 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03099
Titanosauria indet. (Isquion)

179 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03086
Titanosauria indet. (Pubis)

180 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03134/15
Titanosauria indet. (Isquion)

181 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-00594
Titanosauria indet. (Fémur)

182 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03108
Titanosauria indet. (Fémur)

183 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-03082
Titanosauria indet. (Tibia)

184 **185** Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01612
Titanosauria indet. (Tibia, Fibula)

186 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01732
Titanosauria indet. (Metatarsal)

187 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-01743
Titanosauria indet. (Metatarsal)

188 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02175
Titanosauria indet. (Metatarsal)

189 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02176
Titanosauria indet. (Metatarsal)

190 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02187
Titanosauria indet. (Metatarsal)

191 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02193
Titanosauria indet. (Metatarsal)

192 Grupo Sauropoda Titanosauria
Clasificación —
Tamaño —
Sigla MCCM-HUE-02730
Titanosauria indet. (Metatarsal)

Listado de los ejemplares en la exposición

193 Grupo: **Titanosauria indet. (Falange ungueal)**
Clasificación: Sauropoda Titanosauria
Tamaño: –
Sigla: MCCM-HUE-02490

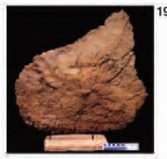
194 Grupo: **Titanosauria indet. (Osteodermo)**
Clasificación: Sauropoda Titanosauria
Tamaño: –
Sigla: MCCM-HUE-00561

195 Grupo: **Titanosauria indet. (Osteodermo)**
Clasificación: Sauropoda Titanosauria
Tamaño: –
Sigla: MCCM-HUE-00590

196 Grupo: **Titanosauria indet. (Osteodermo)**
Clasificación: Sauropoda Titanosauria
Tamaño: –
Sigla: MCCM-HUE-02000

197 Grupo: **Titanosauria indet. (Osteodermo)**
Clasificación: Sauropoda Titanosauria
Tamaño: –
Sigla: MCCM-HUE-01330

198 Grupo: **Osteodermo de anquilosaurio**
Clasificación: Ankylosauria
Tamaño: 15X39X1 (cm)
Sigla: FPDM-V9488



199 Grupo: **Placa dérmica de estegosaurio**
Clasificación: Stegosauria
Tamaño: 59×60×18 (cm)
Sigla: FPDM-V8420

200 Grupo: ***Dromaeosaurus albertensis*** **(Reconstrucción del esqueleto)**
Clasificación: Theropoda Dromaeosauria
Tamaño: 240 X 70 X 110 (cm)
Sigla: FPDM-V8333

Créditos

Coordinadores

José Luis Sanz
(Universidad Autónoma de Madrid: UAM)
Francisco Ortega
(Universidad Nacional de Educación a Distancia: UNED)
Masateru Shibata
(Fukui Prefectural Dinosaur Museum: FPDM/Fukui Prefectural University. FPU)

Autores

José Luis Sanz *(UAM)*
Francisco Ortega *(UNED)*
Masateru Shibata *(FPDM/FPU)*
Elena Cuesta *(UAM)*
Ana Elvira Martín *(UNED)*
Fernando Escaso *(UNED)*
María Antonia Fregenal *(UCM)*
Fátima Marcos *(UNED/UCM)*
Hugo Martín *(UAM)*
Carlos de Miguel Chaves *(UNED)*
Pedro Mocho *(UAM/UNED)*
Iván Narváez *(UNED)*
Adrián Páramo *(UAM/UNED)*
Adán Pérez-García *(UNED)*

Editores

De la versión original:
Fukui Prefectural Dinosaur Museum / The Yomiuri Shimbun
De esta edición:
Excma. Diputación Provincial de Cuenca
Coordinador de la edición: Francisco Domenech

Maquetación

De la versión original:
Masateru Shibata *(FPDM / FPU)*
Takuya Imai *(Kanazawa University)*
De esta edición:
F.P. de Ledesma *(Diseño de Ledesma)*

Ilustraciones

Oscar Sanisidro *(Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid)*
José Antonio Peñas (p. 58, 61, 65, 74, p. 110-113, p. 116-131, p. 133)

Fotografías:

Santiago Torralba
Masateru Shibata *(FPDM / FPU)*
Grupo de Biología Evolutiva UNED/UAM
Museo Paleontológico de Galve, Teruel
Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis
Museum of the Rockies, Montana State University-
David J. Varricchio
Ronald Blakey

Créditos de la Exposición

Producción: The Yomiuri Shimbun
Titularidad y gestión de material paleontológico: Consejería de Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

Colaboradores

Victor Antona
Yoichi Azuma *(FPDM/FPU)*
Paloma Banderas
Verónica Díez Díaz
Raquel Fuertes
Paula R. Gómez
Michiharu Goto *(FPDM)*
Hiroto Ichishima *(FPDM)*
Carmen Jiménez
Jesús Madero *(Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha)*
Teppei Sonoda *(FPDM)*
Toshihisa Takeuchi *(FPDM)*
Kazuo Terada *(FPDM)*
Daniel Vidal
Hirokazu Yukawa (*FPDM)*

Referencia de este volumen

Sanz et al. (2015). Dinosaurios maravillosos de Cuenca (Sanz, Ortega y Shibata coord.) Diputación Provincial de Cuenca. Cuenca, 160 pp.

Cuenca, Mayo de 2015

EMBAJADA
DE ESPAÑA
EN JAPÓN
cooperación
española

Castilla-La Mancha
QUIJOTE

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CUENCA