

El nuevo DNI del primer dinosaurio definido en España

LUIS ALCALÁ
RAFAEL ROYO -TORRES
ALBERTO COBOS

*Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.
Museo Aragonés de Paleontología
Avda Sagunto s/n, 44002 Teruel*

La paleontología española está recuperando en los últimos tres decenios el retraso acumulado en el estudio de los dinosaurios del solar hispano. En efecto, mientras que algunos dinosaurios ya empezaron a definirse en el Reino Unido poco después de haberse iniciado el siglo XIX, la primera descripción de un nuevo dinosaurio español se hizo esperar más de un siglo y medio. Se trata de *Aragosaurus ischiaticus*, un saurópodo cuyos fósiles proceden del término municipal de Galve (Teruel) y que fue publicado el año 1987, en la revista *Estudios Geológicos*, por un equipo de la Universidad Autónoma de Madrid y del Instituto de Paleontología “Miquel Crusafont” de Sabadell liderado por el profesor José Luis Sanz.

Desde que se publicó la descripción de este dinosaurio se llevaron a cabo numerosos progresos en el conocimiento tanto de los saurópodos como de las formaciones sedimentarias de las serranías turolenses, sin que *Aragosaurus* se hubiera beneficiado de tales novedades. Por ello, se decidió volver a estudiar el material conocido, con objeto de resolver con la mayor precisión posible sus características anatómicas

y su posición filogenética, teniendo en cuenta, además, que se conocían fósiles inéditos. Al mismo tiempo, se decidió volver a excavar el yacimiento de procedencia de *Aragosaurus*, con la intención de encontrar nuevos restos que permitieran completar el estudio. Para ello, se obtuvo la autorización 020/2014 de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón para excavar en Las Zabacheras, concedida al equipo coordinado por Luis Alcalá, Rafael Royo Torres y José Luis Sanz (Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis/Museo Aragonés de Paleontología y Universidad Autónoma de Madrid). Finalmente, pero no por ello menos importante, las investigaciones realizadas en las unidades sedimentarias que contienen dinosaurios del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior de la provincia de Teruel sugerían que la posición cronoestratigráfica del yacimiento no correspondía con la tradicionalmente admitida.

Los resultados de este proyecto, que se resumirán a continuación, se plasmaron en diversos trabajos aparecidos en 2014, entre los que destaca el publicado en la revista *Zoological Journal of the Linnean Society*, en el que un equipo de la Fundación de Dinópolis liderado por el Dr. Rafael Royo Torres se reforzó con especialistas en saurópodos -los doctores José Luis Sanz, Paul Upchurch (University College London) y Philip D. Mannion (Imperial College London)- y en estratigrafía del tránsito Jurásico-Cretácico en facies continentales (Dr. Ramón Mas, Universidad Complutense de Madrid).

El yacimiento de procedencia de *Aragosaurus*, inicialmente conocido

como “La Carretera”, cambió su denominación por la de “Las Zabacheras” debido a la presencia de una pequeña mina de azabache en las proximidades del lugar. El yacimiento se conocía desde la construcción de la carretera original -ya abandonada desde hace mucho tiempo- que permitía acceder hasta la localidad de Galve. D. Alejandro Abad y Dña. Purificación Monzón, vecinos de Galve, nos relataron que diversos fósiles, principalmente vértebras, fueron recogidos, como curiosidad, por algunos habitantes de Galve y que D. José Monzón Navarro, el caminero del municipio, ya guardaba hace más de 70 años en su casa de Galve varios huesos de este dinosaurio. Posteriormente, en 1958, el también vecino de Galve, D. José María Herrero, dio a conocer este y otros hallazgos al Jefe de Sección de Ciencias Naturales del Instituto de Estudios Turolenses, D. Dimas Fernández-Galiano; todos los huesos obtenidos -procedentes de Las Zabacheras, La Maca y otro punto fosilífero situado 800 m al este de Galve- se depositaron en el Museo Provincial de Teruel y fueron estudiados por el paleontólogo francés Albert Felix de Lapparent. Lapparent encontró mezclados los fósiles de las dos localidades más relevantes y, después de separarlos, reconoció bastantes vértebras y huesos de la pelvis de un *Iguanodon bernissartensis* procedente de La Maca y diversos restos esqueléticos de un gran saurópodo procedente de Las Zabacheras. Todos ellos fueron siglados de acuerdo con su identificación (abreviatura de elemento anatómico y letra “s” para el



Fig. 1. Izquierda: fotografía proporcionada por el Dr. Sanz en la que, además de reconocerse al Sr. Herrero (de pie, a la izquierda) y al Dr. José Vicente Santafé (en el centro, con gafas), se aprecia en el vértice superior izquierdo el tubo que sirvió de referencia. Derecha: hallazgo del tubo en 2014.

saurópodo). Lapparent ya intuyó que el saurópodo pertenecía a un género aún no descrito, descartando su primera impresión de que se tratase de un diplodócido y sugiriendo semejanzas con los camarasaurios –de acuerdo con los rasgos de la extremidad anterior- y diferencias con rebaquisaurios y titanosaurios –basándose en la morfología de la vértebra caudal-; asimismo, destacó la presencia de un enorme y potente pubis. Posteriormente, en los años ochenta, el Dr. José Luis Sanz y D. José María Herrero recuperaron nuevo material que sirvió para definir en 1987 el género y la especie *Aragosaurus ischiaticus*, un saurópodo de unos 17 m de longitud y 20 toneladas de masa corporal.

La localización del nivel con restos de *Aragosaurus* en Las Zabacheras consistía en uno de los objetivos vitales de nuestro proyecto, pues no sólo posibilitaría la obtención de nuevos elementos del esqueleto (dado que los conocidos pertenecían a un solo individuo), sino también la realización de estudios paleobotánicos que complementarían la información necesaria para establecer la edad del yacimiento con la mayor precisión posible. Esta tarea, sin embargo, no resultó sencilla. Si bien el entorno del yacimiento era bien conocido por todo el mundo, esa zona había sido cubierta por una ingente cantidad de escombros procedentes de nuevas remodelaciones de la carretera y también de sucesivos vertidos incontrolados. Desde principios de marzo de 2014 se procedió a la laboriosa remoción de la cobertera del lugar, que alcanzaba varios metros de espesor, pero las referencias concretas para localizar el nivel sólo pudieron establecerse tras la minucio-

sa observación de las dos únicas fotografías disponibles de la excavación realizada por Sanz y Herrero: en una de ellas se apreciaba el tubo de una canalización de aguas de escorrentía situado bajo la antigua carretera. Según testimonios verbales, dicho tubo estaría justo debajo del firme de la carretera. Finalmente, se localizó dicho tubo el día 19 de marzo... ¡4 metros por debajo de la misma! La profundidad, muy superior a la esperada, sirvió de referencia para localizar el nivel, compuesto por arcillas grises y rojas con nódulos de carbonato, que el día 25 del mismo mes proporcionó el primero de los nuevos huesos de *Aragosaurus*: tres chevrones, un esternal, un radio, una tibia y varios metápodos del pie, en total. Todos ellos tenían una conservación similar, ninguno de los elementos anatómicos estaba repetido y compartían características con el holotipo de *Aragosaurus*, por lo que se consideraron como pertenecientes al mismo individuo.

Desde el punto de vista geológico, el yacimiento se ubica dentro de la cuenca sedimentaria del Jurásico Superior-Cretácico Inferior del Maestrazgo, que incluye a la subcuenca de Galve. Inicialmente el yacimiento Las Zabacheras se situó en la unidad geológica denominada “Unidad 3”, con una edad “Hauteriviense?”. Posteriormente, esta unidad ha sido atribuida a la Formación El Castellar (Hauteriviense-Barremiense) en un par de ocasiones, con lo que se databa a *Aragosaurus* como uno de los escasos dinosaurios europeos de dicha edad, y otras tantas a la Formación Villar del Arzobispo (Titoniense-Berriasiense). En el trabajo de Royo-Torres *et al.* (2014a) se reflejan estos avatares y



Fig. 2. El yacimiento de Las Zabacheras durante su excavación en 2014. El cartel se sitúa sobre la plataforma de la antigua carretera.



Fig. 3. Nueva tibia de Aragosaurus encontrada en 2014.

se justifica que la “Unidad 3” -y, por lo tanto, el yacimiento Las Zabacheras- debe situarse en la Formación Villar del Arzobispo, basándose en la cartografía geológica, la correlación estratigráfica, el ambiente sedimentario y datos paleontológicos.

Los niveles de la sección de Las Zabacheras en su “Unidad 3” se interpretan como pertenecientes a un ambiente de llanuras de mareas y supramareal, asociado a sistemas de depósito continental. Entre estos niveles de ambiente costero y la base de la unidad inferior de la Formación El Castellar (“Unidad 4”) hay una discordancia que está marcada por la presencia de una calcreta de espesor variado. La discordancia se puede seguir tanto en la subcuenca de Galve como en la limítrofe subcuenca de Peñagolosa. Por encima de esta discordancia, tanto en Galve como en la sección tipo de la Formación El Castellar en El Castellar (Teruel), afloran arcillas y arenas amarillas y violáceas, que corresponden al tramo inferior de esta última formación. Sobre estos niveles se disponen calizas y areniscas de ambiente lacustre de la unidad superior de la Formación El Castellar.

El estudio de los nuevos huesos recuperados permitió comprobar que los chrevroneos están abiertos proximalmente con sus facetas muy próximas entre sí. El más completo de ellos presenta un canal hemal corto con una profundidad similar a la de los chrevroneos medios de *Aragosaurus*. El esternal tiene un contorno elíptico y alargado; su borde medial es suavemente convexo y presenta algunas rugosidades, mientras que el lateral es recto y tiene una superficie suavizada. La tibia es un hueso robusto y rectilíneo con su extremidad proximal comprimida me-

diolateralmente. Actualmente, todavía están en fase de preparación los huesos del pie y el radio.

La descripción detallada de la anatomía de *Aragosaurus ischiaticus* ha permitido establecer una nueva diagnosis de la especie, su renovado docu-

mento de identidad, que la diferencia de cualquier otro saurópodo. La identificación de sus rasgos más específicos se centra en las vértebras de la cola y en la extremidad anterior (radio, ulna y carpal), así como en una falange del pie. Las características evolutivamente novedosas y propias de esta especie (es decir, sus autapomorfías) recientemente establecidas en la publicación ya citada con anterioridad, son seis:

- 1.- las cúspides laterales de las espinas neurales de las vértebras caudales anteriores poseen suaves concavidades superficiales,
- 2.- las superficies dorsales de las postzigapófisis de las vértebras caudales medias presentan protuberancias semejantes a epipófisis,
- 3.- el radio y la ulna tienen largas crestas interóseas,

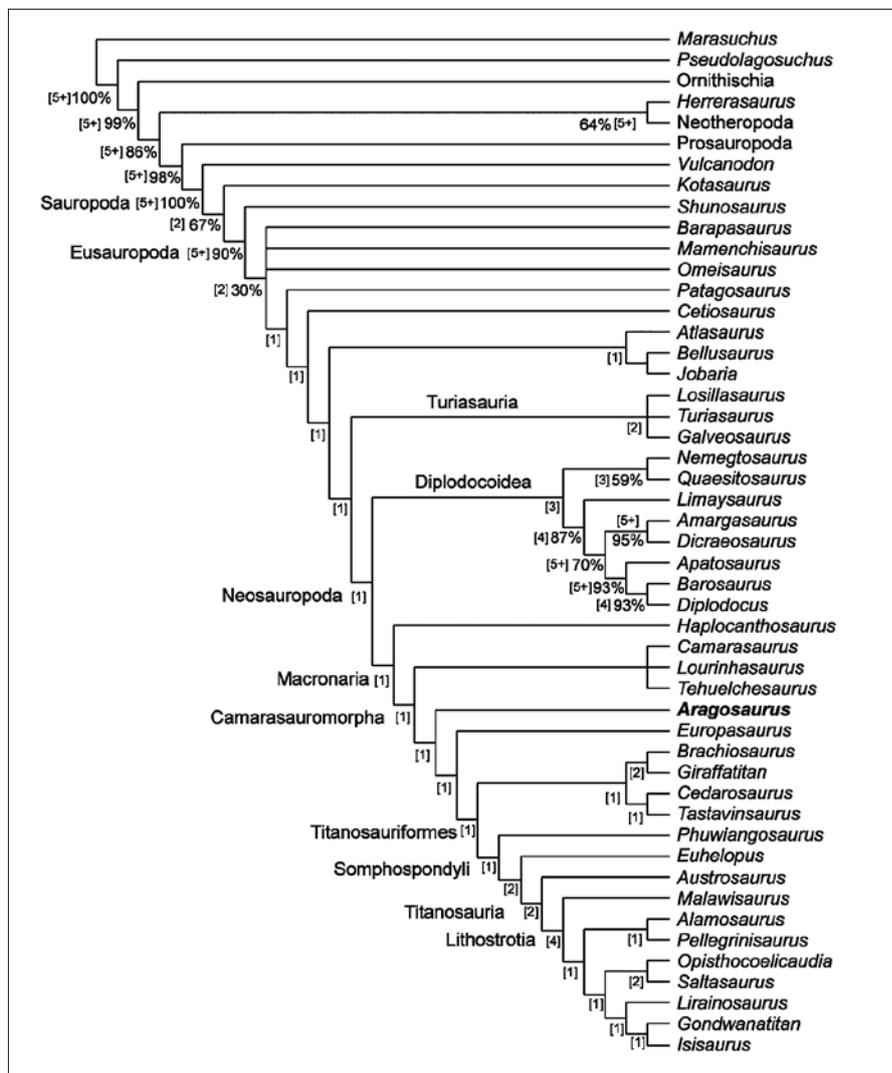


Fig. 4. Resultados del análisis filogenético realizado por Royo-Torres et al. (2014a) en el que Aragosaurus se sitúa como un macronario basal más relacionado con los titanosauriformes que con Camarasaurus.

- 4.- la cresta interósea de la cara posterolateral de la diáfisis del radio finaliza distalmente en un tubérculo individualizado,
- 5.- el carpal es subcuadrangular en vistas proximal y distal, con diámetros lateromedial y anteroposterior similares.
- 6.- falange del pie (II-1 o III-1) con una cresta central en su superficie dorsal, donde se juntan sus caras lateral y medial.

Los diversos análisis filogenéticos (es decir, de relaciones de parentesco) que se han llevado a cabo en esa misma publicación concluyen que *Aragosaurus* es un macronario basal y que no pertenece al grupo de los Titanosauriformes, aportación derivada del estudio anatómico preciso de los fósiles de Galve y de su comparación con las características equivalentes reconocidas en otros 42 saurópodos.

Los nuevos datos cronoestratigráficos sitúan al yacimiento de *Aragosaurus* en la Formación Villar del Arzobispo, cuya edad abarca el intervalo Titoniense-Berriasiense; dentro del mismo, Las Zabacheras es probable que tenga una edad Berriasiense (con una antigüedad algo inferior a 145 millones de años). Estos resultados, combinados con su nueva posición filogenética, demuestran que los macronarios basales ya estaban presentes al final del Jurásico en Europa, junto con titanosauriformes más derivados. *Aragosaurus* se con-



Fig. 5. Los nuevos fósiles de *Aragosaurus* fueron expuestos en Dinópolis en 2014.

vierte ahora en el cuarto género de saurópodo definido hasta el momento en sedimentos de dicha formación, que supone un nuevo referente para el estudio de la diversidad de saurópodos del tránsito Jurásico-Cretácico, junto con las bien conocidas faunas jurásicas de la Formación Morrison de América del Norte y de la Formación Tendaguru de África.

En la línea de combinación de los resultados de la investigación con la difusión de la ciencia, que supone el eje principal de Dinópolis, los nuevos

restos de *Aragosaurus* se expusieron de modo temporal al público, inmediatamente después de su publicación, en la vitrina de novedades denominada “Museo Aragonés de Paleontología” creada para tal propósito. Relevó así en dicho espacio expositivo a los fósiles del nuevo dinosaurio nodosáurido *Europelta carbonensis* y de la nueva tortuga *Riodevemys inumbragigas*. Además, a lo largo de 2015 está previsto que los datos obtenidos sirvan para actualizar los contenidos de la exposición permanente de Dinópolis en Galve. ●

Para ampliar la información

Lapparent, A.F. 1960. Los dos dinosaurios de Galve. *Teruel*, 24: 177-197, 3 lám., 11 fig.

Sanz, J.L., Buscalioni, A.D., Casanovas, M.L., Santafé, J.V. 1987. Dinosaurios del Cretácico Inferior de Galve (Teruel, España). *Estudios Geológicos*, Volumen Extraordinario Galve-Tremp, 45-64.

Díaz-Molina, M., Yébenes, A. 1987. La sedimentación litoral y continental durante el Cretácico Inferior. Sinclinal de Galve, Teruel. *Estudios Geológicos*, Volumen extraordinario Galve-Tremp, 3-21.

Alcalá, L. 2005. Albert F. Lapparent y los dinosaurios de Teruel. *Boletín de la Comisión de Historia de la Geología de España (SGE)*, 26, 4-6.

Royo-Torres, R., Upchurch, P., Mannion, P., Mas, R., Cobos, A., Gascó, F., Alcalá, L., Sanz, J.L. 2014a. The anatomy, phylogenetic relationships and stratigraphic position of the Tithonian-Berriasian Spanish sauropod dinosaur *Aragosaurus ischiaticus*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 171 (3): 623-655.

Royo-Torres, R., Cobos, A., Verdú, F.J., Díez, J.B., Villanueva, U., Más R., Delvene, G., Alcalá, L., Sanz, J.L. 2014b. Los yacimientos del tránsito Jurásico-Cretácico de Las Zabacheras (Galve, Geoparque del Maestrazgo, Teruel). En: Royo-Torres, R., Verdú, F.J. y Alcalá, L. coord. (2014). XXX Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología. ¡Fundamental!, 24, 207-210.

Royo-Torres, R., Alcalá, L., Verdú, F.J., Cobos, A., Sanz, J.L. 2014c. *Aragosaurus ischiaticus*: new fossil remains from Las Zabacheras site (Galve, Teruel, Spain). 74th Annual Meeting Society of Vertebrate Paleontology, Berlin, Germany, *Journal of Vertebrate Paleontology*, Program and Abstracts, 217