



Vista general del yacimiento de Ladruñán en la campaña de excavación de 2008.

CONOCIENDO A LOS DINOSAURIOS DE LADRUÑÁN

JOSÉ MANUEL GASCA
(GRUPO ARAGOSAURUS-IUCA, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA).

El equipo de investigación de vertebrados fósiles de la Universidad de Zaragoza, grupo Aragosaurus (www.aragosaurus.com), realiza anualmente excavaciones paleontológicas en el entorno de Ladruñán desde 2008. El yacimiento de dinosaurios denominado "Camino de la Algecira" ha proporcionado desde entonces más de 300 restos fósiles inventariados. Los fósiles se encuentran en fase de preparación y de estudio aunque los primeros datos apuntan a que algunos de los huesos pertenecen a una nueva especie de dinosaurio herbívoro desconocida hasta el momento pero emparentado con el *Iguanodon*, un célebre dinosaurio europeo descrito a principios del siglo XIX.

Pasear por el monte: la aventura de ser paleontólogo

Desvelar los secretos que la tierra contiene es un cometido que solo puedes abordar acertadamente estando en contacto directo con la naturaleza. Estamos hablando de la tierra cercana y familiar que puedes contemplar dando un paseo y que vuelve a estar igual en el paseo del día siguiente, con todos sus montes y accidentes del terreno en la misma posición. Y que sin embargo no ha dejado de cambiar, al igual que cambian los organismos vivos que han poblado la tierra en cada momento. Si consideramos un margen de tiempo suficiente –solemos decir a escala geológica-, que se escapa a la escala de observación de la vida de una persona, las tierras del Maestrazgo han pasado de ser mar a tierra firme y de cuenca sedimentaria a cadena montañosa. En la época de los dinosaurios en Ladruñán el paisaje nada tuvo que ver con el actual. Nadie ha estado ahí para verlo pero gracias al progreso del conocimiento

científico algo podemos contar de aquel momento. A los geólogos nos toca vivir y compartir la aventura de desentrañar el pasado de la Tierra. Y podemos comenzar por dar paseos por el monte. Y resulta que sí hay algunos procesos que podemos percibir desde nuestra escala de observación y que permiten encontrar algo nuevo donde antes nadie lo había visto. Estamos hablando de la erosión, que hace posible aflorar en la superficie rocas y fósiles que antes permanecían ocultos en el subsuelo.

Quién no se ha dado un paseo por el monte y sin necesidad de buscar encuentra formas caprichosas en las piedras, algunas con forma de caracol, de almeja o de vértebra. En algunos casos pueden ser solo formas casuales, pero no es tan extraño que se traten de restos fósiles auténticos, sobre todo si andas paseando

por parajes del Maestrazgo turolense. Para el paleontólogo los fósiles, y las rocas que los contienen, aportan una valiosa fuente de información que es la base de su investigación. Las rocas que contienen los fósiles se encuentran organizadas en capas –que llamamos estratos– dispuestos uno encima de otro. Aunque frecuentemente los encontramos inclinados, plegados y fracturados. Que se lo pregunten a cualquiera persona que haya paseado por los alrededores de Aliaga. El secreto que no es tan evidente es que esas moles de rocas o las laderas arcillosas, que están formados con una sucesión de estratos, representan un cúmulo de tiempo de tal magnitud que se cuenta por millones de años. Y en esa sucesión sedimentaria pueden quedar registradas evidencias de la actividad de organismos del pasado. Si se dan las condiciones necesarias, esas evidencias llegan hasta nuestros días en forma de fósiles que podremos estudiar. Pongamos un ejemplo práctico: un humedal o área pantanosa frecuentada por dinosaurios hace más de cien millones de años. Después de la muerte de alguno de estos animales, su cadáver queda a la intemperie expuesto a la acción de organismos descomponedores o incluso puede servir de alimento a otros dinosaurios carroñeros. Primero van desapareciendo las partes blandas y luego la carcasa de huesos se va desarticulando. Pero antes de que el proceso de degradación se complete se producen unas lluvias torrenciales que inundan la zona y originan unas coladas de barro que arrastran y entierran los huesos. Después de este enterramiento temprano los huesos quedan a salvo de la descomposición y la erosión superficial. Con el tiempo se van acumulando por encima más sedimentos, y estos huesos contenidos en el subsuelo se fosilizan. Posteriormente, el levantamiento de esa zona local de la corteza terrestre y la erosión prolongada sacan estos huesos fósiles a la luz del día. Una vez que están en la superficie los fósiles –especialmente los de vertebrados– se destruyen con enorme rapidez. Ahora, si tenemos la fortuna de pasar por ese lugar preciso –y antes de que sea demasiado tarde– podremos encontrar un yacimiento de dinosaurios.

Por qué hay dinosaurios en Ladruñán

Dar paseos por el monte puede resultar evocador. Para un geólogo, o más concretamente a un paleontólogo, su vocación le invita a hacer un poquito más que ensimismarse con un bucólico paisaje. De hecho, a los investigadores de las Ciencias de la Tierra nos atraen más los parajes rocosos y descarnados que los terrenos de bosque tupido. Esto no es un capricho, es algo evidente cuando tu fuente esencial de conocimiento está en las rocas, y en el caso del paleontólogo en los fósiles que las rocas contienen. Cuando un terreno, como es el caso de Ladruñán, es escarpado y la cubierta vegetal es modesta por el rigor del clima, la tasa de erosión superficial suele ser alta. Estas condiciones son ideales para que se laven los afloramientos con las lluvias y puedan surgir nuevos restos fósiles, sobre todo en barrancadas con materiales blandos como limos y arcillas. Todo esto aumenta la probabilidad de encontrar yacimientos paleontológicos siempre y cuando se cumpla la condición más obvia y fundamental. Que el sustrato rocoso esté constituido por materiales geológicos susceptibles de contener fósiles. Por ejemplo, en el caso de los dinosaurios estos materiales tienen que ser de una edad superior a los 65 millones de años (momento de la extinción) y además suelen ser sedimentos continentales, es decir, que el origen del depósito fue en un ambiente o un entorno en el que vivían los dinosaurios. Teniendo esto presente nunca te irías a buscar dinosaurios a sedimentos originados en la llanura abisal de una cuenca oceánica ni al relleno de un lago actual que pueda contener tan solo el registro de los últimos 10.000 años. En este sentido, el área de Ladruñán ofrece extensos afloramientos de materiales continentales del Cretácico Inferior. Estas rocas, que son foco de atención de nuestras prospecciones paleontológicas, representan unos paleoambientes y una edad apropiadas para



Trabajos previos en el yacimiento usando una retroexcavadora con el seguimiento de José Ignacio Canudo, investigador responsable del grupo Aragosaurus.



Picando en el yacimiento, en los comienzos de la excavación en 2008.

poder encontrar dinosaurios. Para trabajar en el campo en Paleontología resulta de gran ayuda el empleo de cartografías geológicas, que nos permiten descartar de un vistazo grandes extensiones de terreno y dedicar nuestro tiempo a explorar solo las zonas con los afloramientos que tengan mayor potencial para albergar restos fósiles. De esta forma, aunque el azar siempre está presente, el empleo del conocimiento científico va adquiriendo un papel crucial a la hora de buscar un nuevo yacimiento paleontológico.



Excavando varias vértebras de la cola de un dinosaurio en la campaña de 2008.

Un día de suerte

Deberíamos empezar a pensar que encontrar dinosaurios en Ladruñán no es algo tan casual. Este sector del Maestrazgo es un área con gran potencial paleontológico para albergar vertebrados fósiles y un lugar privilegiado para investigar en dinosaurios (no es el único de la Comarca). Pero el día concreto del hallazgo del yacimiento "Camino de la Algecira" –el yacimiento de Ladruñán el que se centra este texto–, nos trajo al campo un asunto más mundano. Con motivo del Plan General de Ordenación Urbana de Castellote había que realizar unas prospecciones paleontológicas para localizar y delimitar todos los yacimientos conocidos en el término municipal. Este trabajo de campo fue realizado por investigadores del grupo Aragosaurus: Diana Ramón –paleontóloga contratada para ejecutar ese proyecto– como directora de la Actuación y José Manuel Gasca –el autor de este texto–, como colaborador en unas tareas de campo que comulgaban con el objeto de estudio de su tesis doctoral, enfocada a la investigación de los dinosaurios del Cretácico Inferior de Teruel. No quiero ni recordar la cantidad de días de campo infructuosos que a un investigador en paleontología de dinosaurios, por concienzudo y habilidoso que sea, le toca volver a ca-

sa con la mochila sin fósiles o con pequeños fragmentos de huesos que apenas aportan información. Pero de vez en cuando, y a base de mucho esfuerzo y de echar muchas horas realiza un nuevo hallazgo de interés. En ese momento te sobreviene instantáneamente un regustillo interior de satisfacción personal que te devuelve las ganas de seguir buscando. Cualquier aficionado a la recolección de setas seguro que está familiarizado con este sentimiento. En el caso del paleontólogo sirve de estímulo para seguir adelante trabajando y para afianzar su afición por un modo de vida que no siempre está justamente remunerado en el plano material. Pero aquella visita a Ladruñán en el verano de 2008 fue el mejor de esos fantásticos días. Este señalado día dedicamos la jornada a identificar unos cuantos yacimientos con restos fragmentarios de dinosaurios, que estaban inventariados en la Carta Paleontológica de Aragón, en el suroeste del término municipal de Castellote, entre las poblaciones de Cuevas de Cañart y Ladruñán. El final de la tarde lo dedicamos a buscar un yacimiento clásico de troncos fósiles que unas vagas indicaciones del inventario situaban al pie del cabezo de Santa Bárbara, frente a Ladruñán. Con los datos disponibles, y después de una cantidad razonable de tiempo prospectando la ladera, no habíamos sido capaces de localizar el yacimiento de troncos. Cuando faltaba una hora de luz desistimos en nuestro empeño y elegimos bajar por uno de los barrancos desde mitad del cabezo para llegar hasta la carretera donde habíamos dejado el coche entre Ladruñán y la Algecira. Con ganas de volver a casa terminábamos el descenso los dos en fila india. Cuando levanté la vista vi a Diana dando saltos de alegría y frente a nosotros, inconfundiblemente visibles!, entre unas arcillas moradas los centros vertebrales de un dinosaurio que debía de ser enorme. Fue un momento inesperado y fabuloso, una experiencia única. Casi en la penumbra conseguimos recuperar los primeros fósiles del yacimiento, encontrados en la superficie: tres vértebras de la cola de un dinosaurio exquisitamente conservadas en casi toda su estructura. Ese mismo momento fuimos conscientes de que habíamos encontrado un yacimiento único y que era más que probable hallar más huesos al profundizar. Al yacimiento le pusimos el nombre de "Camino de la Algecira", que hace referencia a su proximidad al sendero GR 8 en el tramo que va, precisamente, desde Ladruñán a la Algecira. No tardamos demasiado tiempo en iniciar las gestiones para organizar una campaña de excavación paleontológica.

Que conste que no es imprescindible ser paleontólogo para encontrar huesos fósiles de dinosaurio. En Ladruñán tenemos buenos ejemplos. Desde que el grupo Aragosaurus trabajamos en esta localidad no son pocos los vecinos que con su curiosidad y pericia han permitido rescatar de la erosión pequeños tesoros en forma restos fósiles de dinosaurio. Como Valentín, que nos enseñó un fragmento de costilla de dinosaurio recogido en los alrededores de Ladruñán en una de nuestras



Vista general del yacimiento de Ladruñán durante la campaña de excavación de 2009.

primeras visitas, o Sabina y Andrés que nos mostraron la localización de nuevos yacimientos en lugares donde habían encontrado importantes indicios. Mención aparte para Pepe, que siendo pastor en Ladruñán conoce el terreno como nadie y de forma innata también es capaz de reconocer un hueso de dinosaurio cuando se tropieza con él. Gracias a Pepe ahora conocemos yacimientos que albergan importantes fósiles de dinosaurio que serán excavados en los próximos años. Es justo reconocer el mérito de encontrar un fósil de dinosaurio y es de agradecer la colaboración y la comunicación de vecinos y aficionados con los investigadores que trabajan en el lugar, que al final repercute en el bien de todos. Hay que recordar que los fósiles son un bien público y están protegidos por la Ley de Patrimonio.

Las campañas de excavaciones paleontológicas

La primera campaña de excavación en el yacimiento Camino de la Algecira tuvo lugar en noviembre de 2008. Desde entonces las actuaciones en este yacimiento han sido dirigidas por José Manuel Gasca y Miguel Moreno, contando con un equipo de excavación

formado por investigadores del Grupo Aragosaurus y otros colaboradores. Antes de que el personal de excavación comience su tarea, es importante adecuar el yacimiento para garantizar unas buenas condiciones de trabajo. En el caso de Ladruñán resultaba necesario el empleo de una retroexcavadora antes que la azada o el pincel. Estos trabajos previos consistían, primero, en arreglar el camino para acceder al yacimiento con un vehículo de carga. El segundo cometido del empleo de maquinaria pesada era dejar al descubierto una buena superficie del nivel que alberga los fósiles. En este proceso, con la pala de la excavadora retiramos varias toneladas de sedimentos situados por encima del yacimiento y que no contenían fósiles. Finalmente, cuando apurábamos el límite de contacto entre las arcillas fosilíferas y el sedimento estéril, Kiko, el maquinista que manejaba la retroexcavadora, descubrió con los dientes de su pala uno de los fósiles más valiosos del yacimiento de Ladruñán. Era el dentario derecho (hueso de la mandíbula) de un dinosaurio herbívoro de grandes proporciones. El hueso estaba completo y tan solo le arañó un fragmento que se pegó después en el laboratorio. Podemos decir que la primera campaña de excavación se inició con la caricia de un gigante. ¡No podíamos haber sido más certeros en nuestros cálculos!

Después un comienzo prometedor vinieron unos cuantos días de infructuoso trabajo picando en el yacimiento y movilizándolo una importante cantidad de sedimento sin encontrar fósil alguno. En la recta final de la primera campaña de excavación, y después de una tediosa travesía de 3 días sin avistar fósiles, nuestra motivación dio un vuelco absoluto cuando empezaron a salir una enorme cantidad de nuevos huesos en un sector del yacimiento. De aquí hasta el final de la campaña conseguimos extraer varias vértebras caudales y otro dentario más del mismo tipo de dinosaurio.



Visita de los colegios de Ladruñán y Cuevas de Cañart al yacimiento, en 2009.

Se confirmaban los presagios de que este yacimiento era realmente rico. En los siguientes años se han ido sucediendo nuevas campañas de campo. Desde 2008 a 2011 se han realizado cuatro campañas de excavación de unas dos semanas cada una. Se han recuperado en todas ellas un buen lote de huesos de dinosaurio que en conjunto superan las 300 siglas en el inventario de la excavación. Por recapitular cuatro años después del inicio de esta aventura, algunas de las cosas que sabemos del yacimiento es que hay huesos de distintos dinosaurios de los que se han recuperado dientes aislados, huesos desarticulados del cráneo, huesos de la cadera, vértebras y costillas. Y seguramente la cantidad de huesos presentes en el yacimiento es todavía importante. Nuestro propósito es seguir excavando porque, cuanto mayor sea el número de datos disponibles, podremos hacer determinaciones más precisas acerca de las características del yacimiento paleontológico. Conocer por ejemplo el tipo de dinosaurios presentes y sus características anatómicas, el número de individuos y otros aspectos como el modelo de acumulación de los huesos y los procesos que sufrieron antes y después del enterramiento.



Excavación con herramientas de precisión durante la campaña de 2010.

Poniendo cara a los dinosaurios de Ladruñán

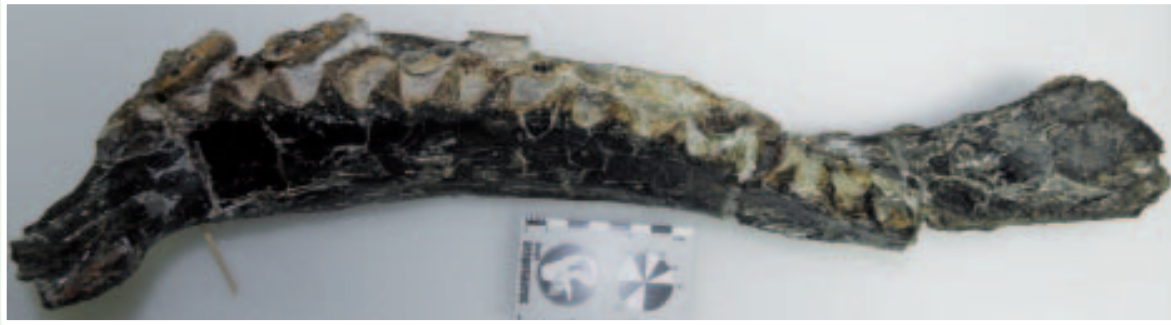
Cuando una campaña de excavación termina en realidad queda mucho trabajo por hacer. Antes de estudiar los huesos en profundidad tenemos que pasar necesariamente por el laboratorio. Después de extraer los fósiles del campo con las técnicas de excavación precisas y de prepararlos para el transporte los llevamos al la-



Esqueletos fósiles en el museo de Bruselas de *Iguanodon bernissartensis*, un dinosaurio emparentado con los dinosaurios de Ladruñán.

boratorio. En este momento los técnicos preparadores de fósiles toman el protagonismo. En el grupo Aragosaurus la encargada principal de “revivir” los fósiles de dinosaurio del yacimiento de Ladruñán en el laboratorio es Penélope Cruzado. Muchos de los huesos suelen estar débiles y fracturados, o están dentro de un bloque de sedimento que los oculta parcialmente o protegidos en el interior de una momia de escayola –que es una envuelta protectora que se utiliza en ocasiones para extraer grandes piezas en el campo-. En este proceso en el laboratorio –que se denomina preparación paleontológica- se utilizan una amplia gama de materiales y de equipamiento. Habrá que dedicar una enorme cantidad de tiempo, esfuerzo y paciencia hasta dejar los fósiles en unas condiciones adecuadas para su estudio y para su conservación.

Cuando hemos acabado en el laboratorio podemos pasar al estudio científico de los fósiles. Después de examinar los primeros huesos preparados del yacimiento de Ladruñán empezamos a ver claramente que la gran mayoría de estos huesos pertenecen a un tipo de dinosaurio herbívoro. Un dinosaurio de tamaño medio grande (unos 10 metros de largo) del grupo de los ornitópodos y concretamente emparentado con otro dinosaurio conocido en Europa desde la primera mitad del siglo XIX que se llama Iguanodon. A Iguanodon y sus parientes próximos se les conoce comúnmente como los iguanodontes. Podemos asegurar que en el yacimiento de Ladruñán hay iguanodontes gracias al tipo de dientes que hemos encontrado, que en estos dinosaurios son muy característicos. Son unos dientes rectangulares que en la boca del animal forman una batería dental con una superficie de masticación enorme que serviría para procesar eficazmente el alimento vegetal. Alguno se ha atrevido a decir que “los iguanodontes fueron las vacas del Cretácico” y no le quitaremos la razón. En este momento debemos hacer un apunte, y es que los iguanodontes no



Dentario derecho extraído en 2008 y una vez preparado en el laboratorio.

son los únicos restos importantes de dinosaurios en el yacimiento. También había dinosaurios carnívoros que en los próximos años iremos estudiando, pero esto será una historia para otro momento. Los primeros resultados sobre el yacimiento de Ladruñán se presentaron en 2009 en el congreso científico anual más importante a nivel mundial sobre vertebrados fósiles que se celebró, en aquella edición, en Bristol (Reino Unido). Allí tuvimos la oportunidad de intercambiar impresiones sobre los fósiles encontrados en Ladruñán con paleontólogos de medio mundo.

Cuando los moradores de Ladruñán eran dinosaurios

¿Cómo era Ladruñán hace 130 millones de años, cuando los vecinos de Ladruñán eran dinosaurios, es decir, reptiles terriblemente grandes? Para responder a esta pregunta tenemos unas cuantas fuentes de conocimiento independientes que, en conjunto, van a permitir reconstruir cómo fue el entorno donde vivieron los dinosaurios que encontramos fosilizados en el yacimiento. El paisaje de Ladruñán ha experimentado un continuo cambio, a nivel local y a nivel global. Sabemos por ejemplo que en algún momento fue mar. De esto último es buena prueba la cantidad de fósiles de invertebrados marinos que se encuentran en las laderas y cresteríos que rodean Ladruñán y muchos otros parajes calcáreos turolenses. Pero ha sido más cosas. Detengámonos entonces hace 130 millones de años (en el Cretácico Inferior): Ladruñán se ubicaría en una zona litoral con grandes llanuras con lagunas costeras y charcas dispersas, terrenos vegetados por coníferas y otras gimnospermas y por helechos, y en el horizonte tierra adentro divisaríamos alguna estribación montañosa más bien modesta. Todo esto no es producto de nuestra imaginación si no que es una reconstrucción basada en evidencias paleontológicas y en el estudio de la geología local. Además la paleogeografía a nivel global sería bien distinta a la Tierra actual. En ese momento la

Península Ibérica estaría situada en latitudes tropicales y sería más bien una isla o un conjunto de tierras emergidas separadas del continente europeo.

Divulgación de los dinosaurios de Ladruñán

¿Qué tiene de importante el yacimiento de Ladruñán? La excavación ha permitido recuperar restos fósiles de dinosaurios iguanodontes de una relevancia en cuanto a número y tipo de huesos que no tiene parangón en Aragón. Tampoco encontraríamos nada parecido en el registro fósil de la Península Ibérica si repasamos los yacimientos conocidos de la misma edad, dentro del



Fósiles de Ladruñán preparados y almacenados provisionalmente para su estudio en el laboratorio del área de Paleontología, en la Universidad de Zaragoza.



Excavando una vértebra de la cola de un dinosaurio herbívoro en la campaña de 2011.



Equipo de la excavación durante la campaña de 2011.

Cretácico Inferior. Por tanto, "Camino de la Algecira" de Ladruñán (en el término de Castellote) es uno de los yacimientos más interesantes del Cretácico turolese, ya que puede arrojar luz sobre preguntas clave acerca de los dinosaurios ornitópodos del Cretácico Inferior europeo y sobre la biodiversidad existente en aquel entonces en el área del Maestrazgo. Por tanto a nivel científico su valor es indudable. Pero si andamos el camino que nos lleva desde un plano científico o cultural hasta un plano terrenal los dinosaurios de Ladruñán puede que nos digan algo tanto o más interesante. Podemos hacer de la Paleontología un impulso para el desarrollo de zonas rurales. En el Maestrazgo turolese ya tenemos buenos ejemplos de divulgación de los fósiles y de la geología como estímulo del turismo cultural y rural. Una buena prueba es el Geoparque del Maestrazgo, que es socio fundador de la Red Europea de Geoparques, o el reciente tirón turístico que ha representado Dinópolis para la provincia de Teruel. En este sentido, -¡y esto hay que saberlo!- el estudio científico es la fuente de novedades necesarias para poder alimentar estos proyectos de turismo científico cultural. De igual manera, para el aprovechamiento social del patrimonio paleontológico es determinante la implicación de

la administración y población locales. Aquí podemos apuntar una nota de optimismo respecto a la divulgación y puesta en valor del patrimonio paleontológico, un asunto donde la implicación social puede ser determinante. En general, el interés social por los dinosaurios es algo palpable, pero en el caso de Ladruñán, los investigadores que hemos excavado allí, hemos tenido la recompensa de ver la fascinación que despierta en los vecinos todo el patrimonio paleontológico que alberga su pueblo y que poco a poco va saliendo a la luz.

Agradecimientos

El grupo Aragosaurus de la Universidad de Zaragoza está financiado por el Ministerio de Educación y el Gobierno de Aragón. Los trabajos de campo en Ladruñán están financiados por la Dirección General de Patrimonio Cultural y en estas excavaciones hemos recibido la colaboración del Ayuntamiento de Castellote y una excelente acogida de la vecindad de Ladruñán y Castellote. Los trabajos de campo se han podido desarrollar gracias a una larga lista de personas que han participado en alguna o varias campañas de excavación.