

TRAS LAS HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS

“La continuidad de las masas continentales permitía la dispersión de los dinosaurios por todas las áreas emergidas.”

POR JOSÉ IGNACIO CANUDO

Tras las huellas de los dinosaurios

¿QUÉ HACE UN PALEONTÓLOGO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS POR LA PATAGONIA?

En enero comienza una rutina que llevo desarrollando desde el 2004. Se trata de la preparación de la campaña anual de prospecciones y excavaciones paleontológicas en la Patagonia. El grupo de investigación *Aragosaurus-IUCA*, en colaboración con varias instituciones argentinas, viene desarrollando trabajos de prospección y excavación paleontológica en el norte de Patagonia. El objetivo es descubrir y estudiar nuevos yacimientos de vertebrados fósiles, especialmente de dinosaurios, en el contexto de un ambicioso proyecto que luego contaré.

La imagen del investigador, con una bata en un laboratorio, es un arquetipo que no sirve para los paleontólogos que desarrollamos trabajo de campo en el desierto patagónico. Los fósiles se encuentran en los estratos y, para obtener la información que encierran, es necesario adquirir los datos en el campo. El norte de la Patagonia (provincias de Neuquén y Río Negro) es una tierra dura, despoblada y desértica, pero tiene una ventaja para el geólogo, los estratos están bien expuestos y se puede estudiar bien la litología y encontrar con facilidad los fósiles que contienen.

En este punto, más de uno de los que me están leyendo se harán la pregunta ¿Qué hace un investigador de la Facultad de Ciencias buscando dinosaurios en Argentina? La respuesta hay que encontrarla en la misma esencia de nuestro trabajo. Los investigadores nos planteamos hipótesis de trabajo y buscamos los datos que nos permitan corroborarlas o descartarlas. Nuestra hipótesis de punto de partida es que íbamos a encontrar dinosaurios patagoneses emparentados filogenéticamente con los ibéricos. Jugábamos con ventaja, conocemos que Suramérica y África estaban unidas durante la mayor parte del Mesozoico y, durante algunos

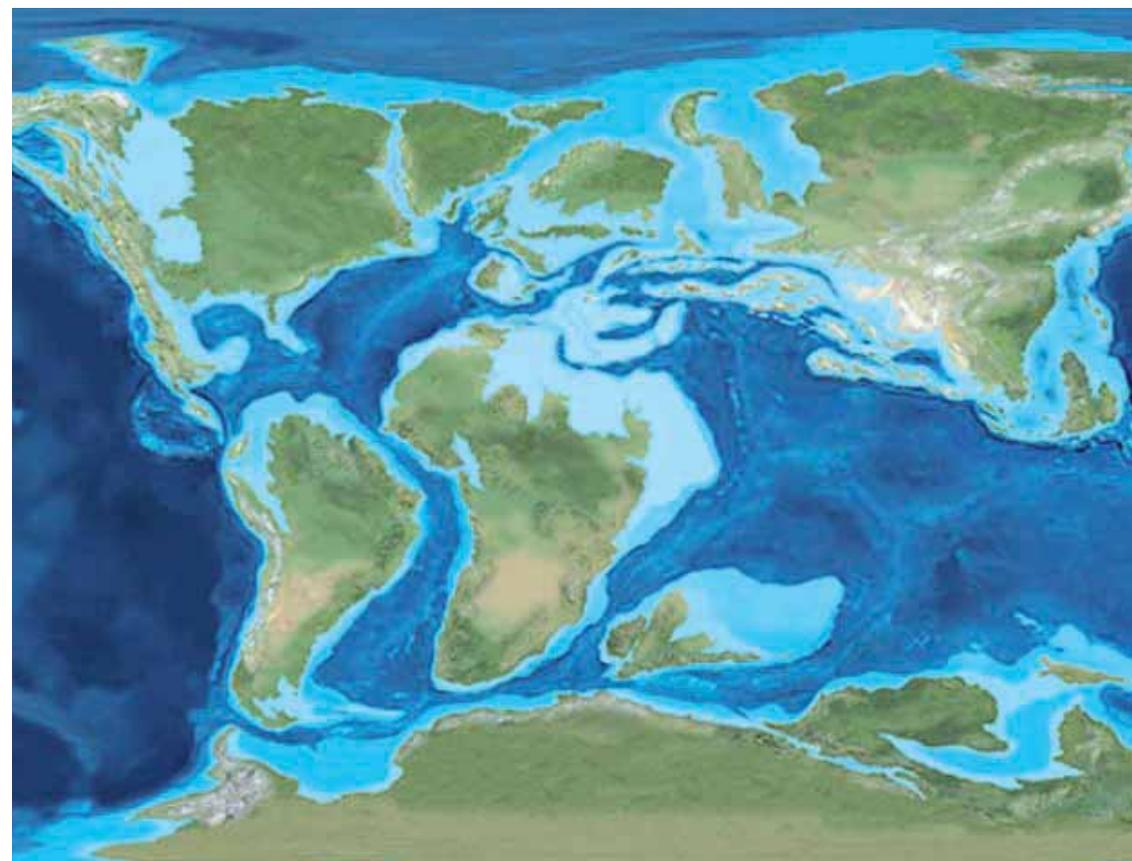
periodos, también África con Europa (Canudo *et al.*, 2009). Esta continuidad de las masas continentales permitía la dispersión de los dinosaurios por todas las áreas emergidas, de manera que se pueden encontrar los mismos dinosaurios en áreas hoy en día separadas por mares. El Atlántico Sur fue abriéndose durante el Cretácico separando África y Suramérica. Una de las consecuencias es la diferenciación de sus faunas de vertebrados continentales de manera definitiva. Este proceso lo conocemos, pero nos falta información del momento exacto de la separación de estos dos continentes. Dicho de otra manera, queremos saber cuándo los vertebrados africanos se separaron de los sudamericanos, y por extensión de los europeos. A partir de la abertura definitiva del Atlántico sur, la evolución de los vertebrados continentales fue por diferentes caminos en las dos masas terrestres en un proceso que se conoce vicarianza.

El interés social por los dinosaurios se traduce en una saturación de sus noticias en los medios de comunicación. Cualquier descubrimiento, por poco significativo que parezca, tiene una enorme difusión, dando una falsa impresión de abundancia de estos fósiles. Nada más lejano a la realidad. Para buscar nuevos datos, en este caso nuevos dinosaurios, necesitamos prospeccionar enormes extensiones de terreno para buscar la mínima evidencia. Los fósiles de vertebrados son escasos en el Cretácico de la Patagonia y es necesario cientos de horas de trabajo de campo para poder encontrar niveles fósiles con información. Investigar en el desierto de la Patagonia es duro, yacimientos pobres, falta de agua, de infraestructuras humanas y algún que otro puma. La ventaja es poder prospeccionar zonas que antes no han sido objeto de proyectos científicos. Pero esto lo contaré en otra ocasión; en esta publicación me quiero centrar en un dinosaurio que fue encontrado por el buen trabajo patrimonial de colaboración entre los paleontólogos y una empresa petrolífera y no como resultado de nuestra prospección.

EL DINOSAURIO QUE VINO DE UN POZO PETROLÍFERO

Rincón de los Sauces es una localidad del norte de la provincia de Neuquén, conocida en Argentina por sus yacimientos de petróleo. A finales de la década de los 60 se dio a conocer el descubrimiento de una gran cantidad de petróleo en la zona de Puesto Hernández. Hasta entonces, esa parte de la Patagonia carecía de núcleos urbanos, la escasa población vivía en casas aisladas llamadas Puestos. Suelen ser construcciones humildes donde se aloja el dueño de las tierras que los

“En esta publicación me quiero centrar en un dinosaurio que fue encontrado por el buen trabajo patrimonial de colaboración entre los paleontólogos y una empresa petrolífera.”



Reconstrucción paleobiogeográfica del final del Cretácico Inferior y comienzo del Cretácico Superior. De Ron Blakey, *Global Paleogeography* (<http://www2.nau.edu/rcb7/globaltext2.html>).

Tras las huellas de los dinosaurios



El Anfiteatro. Una amplia zona del Cretácico Superior de la Provincia de Río Negro donde afloran de manera espectacular los sedimentos con restos de dinosaurios. Esta zona fue la primera en que comenzaron nuestras investigaciones en la Patagonia.

rodea. Rincón de los Sauces nació en 1971 cerca de Puesto Hernández, creciendo con rapidez de manera pareja al aumento de la actividad petrolera. Esta localidad, situada a más de 100 km del núcleo habitado más cercano, se trata de un lugar singular, más cercano al lejano oeste que a cualquier otra localidad argentina.

Las formaciones geológicas que afloran en el entorno de Rincón de los Sauces se depositaron en medios continentales del Cretácico, dicho de otra manera, son formaciones potencialmente adecuadas para tener restos de dinosaurios. Por esto, la mayor presencia humana en la zona de Rincón trajo la consecuencia de abundantes y espectaculares descubrimientos de dinosaurios. El ayuntamiento de Rincón impulsó el Museo Municipal "Argentino Urquiza" para guardar estos fósiles y, además, promover la divulgación del incipiente patrimonio que empezaba a conocerse. Esta labor de concienciación fue calando de manera

que, a comienzos de los 2000, era habitual que paleontólogos del Museo de Rincón hicieran el control de los desmontes de las empresas petroleras.

La posición donde se sitúan los pozos petrolíferos es el resultado de complicados estudios del subsuelo hechos con simulaciones por ordenador. Por esa razón, cuando se decide situar un pozo en un punto, si hay un relieve, simplemente se desmonta con maquinaria pesada pero no se cambia la ubicación de la perforación. La historia del descubrimiento de *Petrobrasaurus* comenzó en Septiembre del 2004, cuando se iniciaron las obras de desmonte de una colina para colocar el equipo de bombeo del pozo PH-1597, por parte de la empresa brasileña Petrobras. Esta compañía tenía un convenio con el Museo de Rincón de manera que un equipo de paleontólogos seguía, a pie de excavadora, los desmontes de terreno. Gracias a este seguimiento, se localizaron las primeras vértebras de nuestro dinosaurio. Se

encontraron en unas arcillas rojas depositadas en las orillas de un antiguo río del Santoniense, de hace unos 85 millones de años (Cretácico Superior). Algunos de los huesos quedaron destruidos por una gran topadora pero, en el momento que se constató el descubrimiento, se pararon las obras de desmonte. En este punto, el papel de la empresa fue de un gran compromiso al trasladar la posición del pozo petrolífero unos 30 metros, de manera que quedara el yacimiento con los fósiles sin alterar. ¡Qué envidia y cuánto tendrían que aprender las empresas que explotan el carbón en Teruel! Cuántos huesos de dinosaurios aragoneses terminan en las escombreras o en la central térmica... pero esto es otra historia.

En este punto es cuando entramos los miembros de nuestro equipo. Desde el año 2004 estábamos desarrollando trabajos de prospección en la provincia de Río Negro en colaboración

con el profesor Leonardo Salgado, entonces en la Universidad de Comahue. En las primeras campañas, los resultados fueron bastante pobres, con el descubrimiento de material fósil fragmentario y mal conservado. La posibilidad de investigar sobre un ejemplar relativamente completo hizo que nos trasladáramos a la zona de Rincón de los Sauces.

La excavación se realizó a lo largo del 2006. Las expectativas iniciales se cumplieron al encontrarse docenas de huesos, relativamente bien conservados, de un único ejemplar de un dinosaurio saurópodo desarticulado y distribuidos en una amplia zona. Se recuperaron dientes, vértebras cervicales, dorsales y caudales, parte de la cadera y de los miembros delanteros y trasero. Sin duda, lo más espectacular fueron los dos fémures completos, que aparecieron casi juntos. Este hueso largo es especialmente interesante porque permite hacer una estima-



Una de las populares "cigüeñas" que extraen el petróleo en la zona de Puesto Hernández. Se trata de bombas para extraer el petróleo que se instalaban hasta hace unos años. Hoy en día siguen activas, pero las modernas son pequeñas y apenas se ven en el paisaje.

Tras las huellas de los dinosaurios

ción del tamaño de los saurópodos. El fémur de este dinosaurio tiene 1,60 metros, lo que implica unos 20 metros de longitud. Hay una relación aproximada entre el tamaño de este hueso largo y la longitud de los saurópodos. Sin duda, un carácter que llama la atención es que los dientes son demasiado pequeños y finos para un animal de este tamaño. Es una línea sugerente de trabajo que están desarrollando algunos de nuestros colegas ¿cómo colosos como este saurópodo podían tener dientes pequeños y delicados?

Además de los huesos del saurópodo, encontramos dientes aislados de dinosaurios terópodos carnívoros (Canudo *et al.*, 2009). Son dientes fáciles de identificar al estar aplastados y tener sus bordes con dentículos como los de nuestros cuchillos. Se trata de una adaptación eficaz para desgarrar y romper las fibras de carne. La asociación de dientes de terópodos con carcasas de dinosaurios herbívoros es habitual

en el Mesozoico. La explicación es que algunos dientes se rompieran cuando los terópodos se alimentaban de la presa o de la carroña. Como los tiburones, los dinosaurios tenían un proceso continuo de reemplazamiento dental durante toda su vida. Cada diente que se rompía o se caía por desgaste era reemplazado por uno nuevo. Nada que ver con los mamíferos que solo podemos hacer un reemplazamiento dental a lo largo de nuestra vida.

LLEGA PETROBRASAUROS

La investigación del dinosaurio de Puesto Hernández fue liderada por nuestro colega Leonardo Filippi, director del Museo de Rincón de los Sauces. En sus instalaciones se prepararon los fósiles, limpiando el sedimento que los rodeaba y consolidando para poderlos manipular. Los huesos fósiles de dinosaurio son grandes, pero son muy frágiles, siendo necesario el uso de productos para endurecer la parte

El autor del artículo en plena faena de excavación del fémur de *Petrobrasaurus*. El casco era necesario por estar en un área de explotación petrolífera, aunque estuviéramos al aire libre.



externa del fósil. Una vez que los huesos estaban preparados, y podía observarse los caracteres morfológicos, comenzó su estudio sistemático. La investigación en dinosaurios está en sus primeras etapas, aún estamos catalogando las especies que vivieron en la Tierra, y queda trabajo para muchas generaciones. Por tanto, lo primero que hacemos en este tipo de investigación es clasificar al dinosaurio, vemos si es una especie conocida o está sin describir.

En muchas ocasiones me han preguntado ¿cómo ponemos los nombres a los fósiles? Se aplica el mismo rigor que en otras disciplinas científicas, es decir, es necesario publicar el nombre en un artículo de una revista científica. La publicación debe constar de una descripción minuciosa de los fósiles y una comparación con los dinosaurios cercanos temporal y filogenéticamente. Este estudio debe demostrar que se trata de un dinosaurio que no había sido descrito anteriormente en otras partes del mundo. La publicación debe ser revisada por dos o más especialistas en el tema, de manera que validen que se trata de un nuevo taxón. Además, el fósil debe quedar depositado en un Museo, de manera que pueda haber un acceso a este material por parte de otros investigadores. El proceso es largo y riguroso, pero de esta manera se asegura la calidad y se evita el fraude. En el caso del dinosaurio de Puesto Hernández, la publicación se hizo en la revista *Geologica Acta* (Filippi *et al.*, 2011)

Los investigadores proponen el nombre con las mismas normas de nomenclatura zoológica de las especies actuales. Lo más habitual es dedi-

car los nombres de los taxones fósiles a lugares geográficos, investigadores o descubridores de los fósiles, pero no siempre es así. De hecho, al dinosaurio de Puesto Hernández le llamamos *Petrobrasaurus puestohernandezii*, dedicado a la Petrobras y a la localidad donde se encontró. Los nombres de las especies siempre son binomiales, el primero es el género y el segundo la especie. Un género puede tener varias especies, pero la especie es única. Es fácil de entender, nosotros pertenecemos a la especie *Homo sapiens*, pero hay otros miembros de nuestro género, como *Homo erectus* o *Homo habilis*. Por el momento solo hay una especie de *Petrobrasaurus*.

Ahora necesitamos ir al punto de partida. Por primera vez teníamos un ejemplar relativamente completo de un dinosaurio y, por tanto, podíamos hacer comparaciones con los dinosaurios ibéricos. En la Paleontología clásica, esta comparación se hace en términos relativos y comparando los huesos de manera individual, por ejemplo, viendo si la morfología entre el fémur de *Petrobrasaurus* es similar al de un dinosaurio ibérico. El método es bueno y, dependiendo de la experiencia del investigador, los resultados son excelentes. Lo que sucede es que con este método hay un cierto grado de subjetividad. Si a esto unimos la gran cantidad



Aspecto general de la excavación del saurópodo *Petrobrasaurus*. Se pueden ver los huesos desarticulados en una amplia zona y a los investigadores en "mono de trabajo".

Tras las huellas de los dinosaurios

de información que es necesario procesar, ha sido necesario el uso de aplicaciones estadísticas en los estudios cladísticos. Es la manera que tenemos de analizar el enorme volumen de datos, con el que trabajamos, de los huesos fósiles y compararla con ejemplares descritos en otras partes del mundo.

¿Cómo lo hacemos?. En esencia es fácil. Buscamos los caracteres morfológicos derivados (sinapomorfías), dando el valor 0 para la

estadio primitivo y 1 o más para los derivados. Un ejemplo gráfico podría ser dar valor sistemático a la presencia de cuernos en la cabeza de los dinosaurios: sin cuernos (0) con cuernos (1). De esta manera, se va generando una matriz de datos con cientos de caracteres de todos los taxones que queremos analizar. Si tuviéramos los ejemplares completos generaríamos una matriz fácil de procesar, pero hay muchos huecos en la matriz. En la mayoría de los fósiles de dinosaurios solo tenemos información



A) El fémur de *Petrobrasaurus* con la protección de escayola ("la momia") que permitió su extracción y traslado de manera segura al Museo de Rincón de los Sauces.

B) El uso de maquinaria pesada es bastante habitual en la investigación en dinosaurios, sobre todo en los ejemplares de gran tamaño. En la fotografía se puede ver el uso de una grúa de gran tonelaje para sacar los fósiles del yacimiento y ponerlos en un camión para su transporte.

C) Vista general de la reconstrucción del titanosaurio *Argentinosaurus* en el Museo de Plaza Huincul (Neuquén, Argentina). Se trata del mayor animal terrestre y pertenece al mismo grupo de titanosaurios que *Petrobrasaurus*.



de una parte de su esqueleto y, por supuesto, nada de sus partes blandas. Por ejemplo, en *Petrobrasaurus* no conocemos el cráneo. Una vez construida la gran matriz con sus interrogantes, se analiza con aplicaciones como TNT o Paup que agrupan los taxones según los caracteres derivados compartidos. Estas aplicaciones generan árboles filogenéticos, de manera que los taxones situados en las ramas más bajas en el árbol son menos derivados evolutivamente que los que ocupan ramas más altas. Además, los taxones más cercanos filogenéticamente se agrupan en nudos de la misma rama. Siguiendo con nuestro ejemplo, si analizamos tres dinosaurios con cuernos, están más cercanos filogenéticamente entre ellos que de los dinosaurios que carecen de ellos. Nuestro lector entenderá que esto es una simplificación, como lo es decir que un ordenador funciona por la combinación de ceros y unos, pero puede servir para entender cómo se hace el análisis. En Paleontología, la solución de la aplicación informática suele ser múltiple, es decir, no hay un único árbol, sino un número variable que todos ellos ofrecen una solución igualmente parsimoniosa. Matemáticas, Estadística, Paleontología se añan en buscar la solución más adecuada. Cuanta más información tenemos, de más dinosaurios, la matriz tiene menos interrogantes y nuestro estudio filogenético se acerca más a la realidad. Pero ya adelante que en dinosaurios estamos muy lejos de poder proponer árboles definitivos.

¿LA CONEXIÓN IBERO-PATAGÓNICA?

El estudio cladístico de *Petrobrasaurus* nos permitió agruparlo con un grupo de saurópodos derivados, llamados titanosaurios. Son un grupo de dinosaurios comedores de plantas que dominaron los ecosistemas continentales del final del Cretácico. También los hemos encontrado en la Península Ibérica (inclu-

yendo Aragón) y en toda Europa ¿Esto significa que hace 85 millones de años continuaba la conexión terrestre entre Iberia y Patagonia? El origen de los titanosaurios hay que buscarlo hace más de 140 millones de años, cuando los continentes estaban unidos y los dinosaurios podían moverse libremente entre África y Suramérica. Por tanto, carecemos de respuesta segura a la pregunta. Los titanosaurios evolucionaron de manera vicariante y separada una vez que los dos continentes se separaron. En este punto necesitábamos precisar más. Si *Petrobrasaurus* pertenece a un grupo de titanosaurios endémico y exclusivo de Suramérica o, por el contrario, es de un grupo con representantes en África y Europa.

Para dar respuesta a esta cuestión era necesario precisar más las relaciones filogenéticas de *Petrobrasaurus*. En nuestro estudio cladístico se agrupaba con un grupo de saurópodos gigantes y exclusivos de Suramérica llamados Lognkosauria. Entre ellos se incluye al mayor animal terrestre conocido, el gigantesco *Argentinosaurus*. Los representantes de Lognkosauria nunca se han encontrado

en África, y por supuesto tampoco en Iberia. Por tanto, *Petrobrasaurus* es un pariente lejano de titanosaurios africanos, siendo una prueba más de que África y Suramérica estuvieron unidas hasta el comienzo del Cretácico Superior, pero no es una prueba de que la conexión continuara en el Santoniense. La separación de los dos continentes produjo la diferenciación cada vez mayor de los saurópodos que vivían en ambos continentes. La conclusión era clara, hace 85 millones de años el océano Atlántico Sur estaba bien formado y no había conexión terrestre entre África y Suramérica. La conexión ibero-patagónica de los dinosaurios había que buscarla en formaciones geológicas más antiguas.

Primer intento fallido, pero el estudio de *Petrobrasaurus* nos había dado una valiosa información que nos permitió encontrar la conexión en campañas posteriores. Pero eso lo contaremos en otra ocasión.

José Ignacio Canudo
jjcanudo@unizar.es

Grupo Aragosaurus-IUCA
www.aragosaurus.com

Dpto. de Ciencias de la Tierra
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

REFERENCIAS:

Canudo J. I., Barco J. L., Pereda-Suberbiola X., Ruiz-Omeñaca J. I., Salgado, L., Torcida Fernández-Baldor F., Gasulla J. M. 2009. *What Iberian dinosaurs reveal about the bridge said to exist between Gondwana and Laurasia in the Early Cretaceous*. Bulletin de la Société Géologique de France 180(1), 5-11.

Canudo J. I., Filippi, L., Salgado, L., Garrido, A., Cerda, I., García, R., Otero, A. 2009. *Dientes de terópodos asociados con una carcasa de un saurópodo en el Cretácico Superior (Formación Plottier) de Rincón de los Sauces (Patagonia, Argentina)*. Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno, 321-330.

Filippi L., Canudo J. I., Salgado L., Garrido A., García R., Cerda I., Otero, A. 2011. *A new sauripod from the Plottier Formation of Patagonia (Argentina)*. Geologica Acta 9(1), 1-12.