

Estudio de las huellas fósiles

# Pisadas que hablan

La icnología es una disciplina surgida en los últimos cincuenta años y que se ocupa de estudiar el comportamiento fósil, es decir, analiza las huellas de seres que se desplazaron sobre la superficie terrestre hace millones de años. Pero esas huellas, además de contarnos cómo vivía el organismo en cuestión, permiten describir el ambiente en el que transcurrían sus días.

Encontrar pisadas frescas en una playa desierta puede ser desconcertante. Es lo que le pasó a Robinson Crusoe cuando encontró huellas humanas y se sintió alarmado y amenazado: la isla donde se había refugiado no estaba deshabitada, como había creído.

Algo muy diferente es encontrar pisadas o trazas fosilizadas, por ejemplo, de dinosaurios o de otros seres que han vivido hace millones de años. Huellas que nos dicen: “Por aquí pasamos”. Lo interesante es que, quienes estudian este tipo de huellas –detectives del pasado–, son capaces de reconstruir la escena completa: hacia dónde iban, qué tamaño tenían, si corrían o se desplazaban con morosidad, qué características tenía la playa, el oleaje o la marea, y muchos aspectos más del entorno.

Esos Sherlock Holmes del pasado son estudiosos de una disciplina que surgió como tal en la década de 1960: la icnología, que emerge como hija de la geología y de la paleontología, pero que hoy ha tomado vuelo propio. Es más, la Argentina es relativamente pionera en formación de escuela en icnología, y es el país de Latinoamérica que, probablemente, tenga la mayor cantidad de investigadores que trabajan en esta disciplina.

“La icnología es el estudio de las huellas o trazas fósiles dejadas tanto por vertebrados como por invertebrados, y que indican un determinado comportamiento”, define el doctor Pablo Pazos, investigador en el Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Y grafica: “Cuando nosotros caminamos con tranquilidad, lo hacemos con un tipo de paso. Cuando corremos, dejamos otro tipo de huella. Si el suelo está caliente, corremos de una determinada manera. Las variaciones en el comportamiento pueden registrarse según las marcas que quedan”.

Además, a través del estudio de las icnitas (huella o marca, en griego) es posible inferir ciertos parámetros del entorno que no se pueden determinar de otra manera. En efecto, las trazas fósiles pueden indicar si una superficie que era fondo marino quedó expuesta, si la oxigenación era alta o baja, si el oleaje era intenso, si había disponibilidad de alimento o éste escaseaba.

“Las icnitas dan cuenta de las condiciones del lugar en el momento en que se produjeron. Es como una fotografía de ese instante”, destaca Pazos.

Muchas veces, una huella es el único rastro dejado por un organismo, pues

sus restos fósiles no pudieron conservarse. Así, es posible encontrar pisadas de dinosaurios en lugares donde nunca se encontraron los huesos de estos animales, porque las condiciones para la preservación no eran las óptimas.

En el fondo del mar, con una ausencia casi total de oxígeno, puede suceder que se encuentre la huella de algún organismo que tenía la capacidad de vivir con muy bajos niveles de oxígeno. Es decir, que se tendrá una evidencia directa de vida en un lugar donde no se esperaría hallarla, y donde no se encuentren tampoco restos fósiles.

No siempre es posible asegurar que tal huella haya pertenecido a un organismo determinado. “Con las trazas de vertebrados es más fácil que con las de los invertebrados”, comenta Pazos. En el caso de invertebrados, distintos organismos pueden dejar la misma traza.

## Como una foto

En una icnita muy bien preservada, pueden identificarse, por ejemplo, las antenas y los apéndices de un invertebrado y sus características. También, se puede inferir el tipo de desplazamiento del organismo, si fue continuo o a saltos. Esa información se combina con el



Susana Gallardo - [sgallardo@de.fcen.uba.ar](mailto:sgallardo@de.fcen.uba.ar)



Detalle de una única huella de dinosaurio encontrada en el yacimiento de Valdecevillo, cerca de Enciso, La Rioja, España. Foto: Jaime Crespo

## CAMINATA DE DINOSAURIOS POR LA ORILLA

Hace casi 130 millones de años, los dinosaurios podían pasearse por la costa de un mar poco profundo, en la provincia de Neuquén, en las cercanías de Chos Malal. ¿La prueba? Numerosas pisadas, de 25 a 30 centímetros de largo, que indican que se trataba de animales de mediano porte, de unos tres metros de altura. Las huellas son tridáctilas y denotan un andar bípedo; se trataba de animales que caminaban erguidos en dos patas. Además, las garras aguzadas señalan que eran dinosaurios carnívoros.

A partir de esas huellas, los investigadores pudieron reconstruir la geología de la zona, cambiando la perspectiva que se tenía previamente. Así lo explican en un reciente artículo publicado en la revista *Gondwana Research*, firmado por Pablo Pazos, junto con Darío Lazo, Beatriz Aguirre-Urreta y Claudia Marsicano.

Si bien se sabía que la zona estudiada (la cuenca del río Agrio, en el noroeste de la provincia de Neuquén) estaba bañada por las aguas ingresantes del paleopacífico, se creía que esa zona constituía un área marina profunda. Sin embargo, a partir de esas huellas, los investigadores pudieron determinar que el lugar era un mar poco profundo, con zonas que podían, de tanto en tanto, quedar al descubierto, y desecarse.

Los fósiles típicos de un fondo marino son los moluscos, como los amonites o los bivalvos. Pero esa zona carecía de esos fósiles. En la búsqueda de una explicación, los investigadores encontraron las pisadas. “Estas huellas hablan de una zona costera, sometida a mareas y muy poco profunda, muy estresante para muchos organismos e inhabitable para otros”, indica Pazos, que estudia las rocas sedimentarias, para determinar el ambiente y sus cambios en el tiempo.

El estudio de las trazas y las rocas sedimentarias permitió determinar que los animales se desplazaban a lo largo de la orilla. “Las huellas encontradas modificaron totalmente el concepto que se tenía de esa área e invita a la confección de nuevos mapas, muy útiles en la industria petrolera”, destaca Pablo Pazos.

estudio de las características de la roca, y se obtiene una “foto” de un ecosistema del pasado. “Si estudio sólo las rocas, me estoy perdiendo parte de la información. Si solo miro la icnología sin analizar el contexto geológico donde se encontraron esas trazas, puedo cometer errores en la interpretación”, reflexiona Pazos.

La icnología comenzó su desarrollo siendo sólo una herramienta para los paleontólogos. Sin embargo, para Pazos, “en los últimos cincuenta años se ha avanzado lo suficiente como para decir que se ha constituido en una entidad propia, incluso se han desarrollado subdisciplinas, que estudian aspectos muy específicos”.

La conservación de una huella está determinada por diferentes factores. Por un lado, las características del sustrato, por ejemplo, la presencia de arcillas con determinada plasticidad. Otro factor que puede contribuir, según una hipótesis, es el desarrollo de una fina capa de microorganismos, que funcionaría como una lámina que calca las marcas “dibujadas” en la superficie. La posibilidad de preservación de una huella sobre una superficie aumenta si se forma sobre ella una carpeta o tapete microbiano (*microbial mat*).

No son lo mismo las trazas que se producen en ambientes donde hay mucho oleaje y mucha energía, que las que se generan en ambientes mareales donde hay mezcla de sedimentos, tapetes microbianos y material arcilloso. Se pueden encontrar huellas que se formaron entre una marea y otra, y así se obtiene una foto de lo que aconteció a lo largo de doce horas.

### También en 3D

Hay trazas que se producen en una superficie plana, pero hay otras que se generan en las tres dimensiones. En el caso de los seres humanos, si una persona está caminando, y a la vez comiendo y charlando, lo único que va a quedar registrado en la superficie es la pisada. Pero “si se trata de un animal invertebrado que vive dentro del sustrato, que puede estar desplazándose, respirando por los sifones, defecando y comiendo, todo a lo largo del recorrido, las huellas de cada una de esas conductas pueden quedar registradas. Para ello hay que integrar la información como un rompecabezas, información que la roca no siempre entrega toda junta”, dice el investigador.

Los rastros de los invertebrados son menos espectaculares que una huella



*Pisadas de dinosaurios terópodos en rocas carbonáticas de la Formación Agrio de la Cuenca Neuquina. El hallazgo de las huellas confirma que esa zona estuvo expuesta hace aproximadamente 130 millones de años y, además, indica que estos dinosaurios se desplazaban paralelamente a la línea de costa, teniendo en cuenta las microondulaciones que se observan en la superficie y que son producidas por el oleaje. La superficie muestra que hay huellas anteriores y posteriores al oleaje costero. Sin embargo estudios microscópicos de la roca no dejan dudas que se trata de sedimentos marinos que fueron expuestos y que permitieron las caminatas de los dinosaurios. Foto: Pazos y Fernández (2010). Acta Geológica Polónica.*

de dinosaurio, pero su hallazgo permitió conocer, por ejemplo, un grupo de bivalvos que no estaban representados en el registro paleontológico de la Cuenca Neuquina. “La traza tiene una determinada característica que indica que los sifones con los que respiraban estaban juntos, mientras que el resto de bivalvos que se han encontrado no tienen esa particularidad. A través de la traza se puede saber que esos bivalvos tan particulares existieron, teniendo en cuenta que no se han conservado sus restos fósiles”, dice Pazos.

### La marca del diente

Si bien las improntas de las hojas de los árboles dejadas en la roca no se consideran como icnitas porque, por sí solas no dan cuenta de un comportamiento, si esa hoja tiene la marca de un herbívoro que intentó devorarla, estamos, sin

duda, en presencia de una icnita. “Si las hojas tienen trazas de haber sido mordidas, por ejemplo, por hormigas o larvas, esas huellas dan información acerca de las condiciones de esa comunidad, porque no será posible hallar a esas hormigas o esos parásitos”, explica.

Si se encuentra un hueso fósil, pero a su vez ese hueso tiene la marca de los colmillos de otro animal, se trata de una icnita. El hueso en sí no lo es, pero sí lo es la marca del colmillo, que indica que el animal fue presa de otro.

Asimismo, los coprolitos, que son el resultado de la mineralización de excrementos humanos o animales, constituyen un resto fósil, pero también indican un comportamiento, un proceso biológico. También la construcción de nidos constituye la huella de un comportamiento.

Las aplicaciones de la icnología son múltiples. De hecho, también brinda información relevante en la exploración de petróleo, pues puede dar cuenta de las características de los sedimentos. “Cuando se extrae un testigo de perforación petrolera, uno necesita analizar la información icnológica”, describe Pazos.

En resumen, las huellas brindan información desde el punto de vista geológico, porque permiten reconstruir el entorno ambiental del momento en que se produjeron, y también llenan baches en el conocimiento desde el punto de vista paleontológico, porque hacen posible conocer qué organismos vivieron en un momento determinado, aunque sus restos fósiles nunca se hayan encontrado. El estudio de las icnitas abre un campo fascinante en el conocimiento del pasado lejano, y hace posible tener la película completa. 📺