

Tafonomía, un viaje en el tiempo



Yolanda
Fernández
Jalvo



Análisis
bajo la
lupa de
un hueso
en el que se
aprecian las
marcas dejadas
por un puercoes-
pin. Se trata de un
hueso procedente de
Sudáfrica y cedido por
J.Brink (National Museum,
Bloemfontein) a las coleccio-
nes de tafonomía del MNCN /
Xiomara Cantera



Cuando tomamos un fósil en nuestras manos podemos, no sólo identificar el organismo del pasado al que perteneció, sino también el relato de una historia increíble sobre los avatares que ha experimentado, desde que vivió en el pasado hace cientos, miles o millones de décadas, hasta que llega a nuestras manos hoy. Esta historia, casi interminable, está escrita en un lenguaje de signos que tenemos que aprender a entender y a descifrar... una historia fascinante que nos describe en detalle episodios sobre accidentes, rituales e historias que trascienden a épocas posteriores, que nos indican cómo han llegado hasta nosotros en un largo viaje en el tiempo

¿Qué es Tafonomía?

Quienes nos ocupamos de descifrar ese alfabeto de signos que se registra en los fósiles somos los tafónomos. Nos dedicamos al estudio de los fósiles, su contexto y los rastros que se han registrado en su superficie, en su histología, en su composición bioquímica y geoquímica, somos algo así como criptólogos y traductores, los CSI de la paleontología.

Tafonomía es una disciplina de la paleontología que estudia los procesos *perimortem* y *postmortem* que se han sucedido antes, durante y tras el enterramiento de un organismo. O, como la definió su creador Ivan A. Efremov en 1940, “el estudio de la transición (en todo su detalle) de los restos orgánicos desde la biosfera a la litosfera”. El origen de esta disciplina se debe a la inquietud de este paleontólogo ruso al detectar errores en la interpretación paleoecológica de los fósiles, que representan a organismos del pasado, pero que no vivieron donde los encontramos.

“Los tafónomos nos dedicamos al estudio de los fósiles. Somos algo así como criptólogos y traductores, los CSI de la paleontología”

No obstante, los objetivos, métodos y técnicas de estudio de la tafonomía se han incrementado a medida que surgen nuevos interrogantes en paleontología, paleoantropología, paleopatología, y arqueología, así como etología, estudios forenses, geoquímicos y biomoleculares entre otros. La investigación tafonómica incluye, no sólo los procesos de fosilización, sino también la preservación de los rasgos paleobiológicos de los restos fosilizados (tales como ADN, tejidos, composición isotópica entre otros) o rasgos fisiológicos y de comportamiento de los organismos del pasado.

Nuestros estudios no están restringidos a ningún grupo taxonómico ni a ninguna edad geológica. Aún más, podemos observar el presente para interpretar el pasado. Así, contrastamos que los procesos y eventos habituales en la naturaleza que observamos hoy, se produjeron también en el pasado y podemos identificarlos.



Esquema de los procesos tafonómicos que pueden afectar a los fósiles a lo largo de su 'historia natural' (modificado de (c) Stephen Gooder en 'Ape Man' de R.Caird).





¿Por qué es importante la Tafonomía?

Un aspecto fundamental de la tafonomía es la confirmación de la antigüedad de los fósiles y los sedimentos que los engloban, imprescindible para confirmar la veracidad de las dataciones. En efecto, los estudios tafonómicos permiten distinguir mezclas de fósiles de distintas edades. Es decir, fósiles exhumados en algún momento de su historia y enterrados de nuevo, esta vez con sedimentos, artefactos, huesos u otros fósiles más recientes o más antiguos.

Otro aspecto importante y origen de esta disciplina consiste en proporcionar mayor precisión en las interpretaciones paleoambientales y paleoecológicas. Un ejemplo es la depredación y la cadena trófica: la captura de presas y la intervención de carroñeros conlleva el transporte de partes de animales a lugares alejados del área donde vivían y fueron cazados: su hábitat.

Cada uno de los comensales (cazadores y carroñeros) deja una disposición de huellas y marcas que los caracterizan y que están preservadas en los res-

Arriba un fósil con daños producidos por una intensa actividad bacteriana relacionada con procesos de descomposición. En el centro, un hueso actual previamente roto y luego profusamente roído por micromamíferos. Abajo huesos masticados por herbívoros que, durante algún tiempo, se pensó que eran tenedores tallados por humanos / Xiomara Cantera

“Los estudios tafonómicos permiten establecer la identidad del depredador y presa e incrementar la precisión de las interpretaciones paleoambientales y paleoecológicas”

tos esqueléticos de sus “presas”. Estas marcas nos permiten llegar a saber la identidad del depredador y hasta qué punto y grado las especies encontradas en el yacimiento son autóctonas y cuales intrusas o, incluso, si fueron cazadores o cazados.

La intervención de agentes antrópicos o el estudio de fósiles humanos lleva a los tafónomos a realizar interpretaciones sobre el comportamiento y costumbres humanas y de animales contemporáneos, sobre su estrategias de supervivencia, sus comportamientos sociales, sus hábitos de alimentación y su capacidad tecnológica. A este respecto, los estudios tafonómicos han corregido interpretaciones que atribuían a los primeros homínidos la capacidad de caza y su facultad de crear herramientas en hueso o en piedra. El primer caso se produjo en los años 20 del siglo XX con la propuesta de la cultura osteodontoquerática (cultura humana basada en herramientas hechas en hueso). Sesenta años

más tarde, en base a estudios tafonómicos, C. K. Brain concluyó que estos australopitecinos fueron presa y víctima de grandes carnívoros: “el cazador cazado”. Estos errores, sin embargo, se han sucedido hasta muy recientemente y son los tafónomos quienes proporcionan las pruebas que esclarecen y concretan lo que sucedió en realidad.

Otro ejemplo de la importancia de la tafonomía es el canibalismo, en nuestra especie y en aquellas que la antecedieron en su evolución. Tanto es así





Introduciendo muestras en la cámara climática (CCI) que es capaz de simular ambientes fríos, calurosos, lluvias, contaminación, etc/ Xiomara Cantera

que el canibalismo en antropología social, sólo fue aceptado tras su confirmación y validación mediante estudios tafonómicos. Debido a canibalismo o, más frecuente, la depredación y consumo de individuos de otras especies en los lugares de habitación, tanto de humanos (campamentos), como de carnívoros (madrigueras, cubiles) o de aves rapaces (nidos y reposaderos) los restos esqueléticos de las presas presentan una elevada fragmentación y desarticulación al ser desechos de su comida.

Por el contrario, las trampas naturales o, más excepcionalmente, los eventos catastróficos, suelen dar lugar a un elevado número de esqueletos articulados y completos. Por otra parte, la descomposición de cadáveres de animales, atrapados

en esos lugares, atrae a carroñeros que desarticulan y transportan partes del esqueleto a sus madrigueras, aunque en ocasiones, estas trampas pueden ser causa de su propia muerte.

La descomposición de los cadáveres conlleva la actuación de microorganismos que horada tejidos óseos. La bioerosión que producen indica el medio: terrestres o acuáticos y cambios temporales tan cortos como los estacionales/anuales, al sucederse condiciones ambientales que favorecen y luego dificultan su desarrollo. También relacionado con el ambiente, se distinguen con claridad agrietamientos y exfoliaciones en la superficie de los fósiles debidos a cambios relacionados con los agentes meteóricos, que son característicos de los diferentes tipos de climas y del tiempo de exposición a ellos.

“La tafonomía permite interpretar el comportamiento y costumbres humanas y de animales: estrategias de supervivencia, comportamientos sociales, hábitos de alimentación o capacidad tecnológica”



Detalle del xbanco de pruebas (Zwick) con accesorios y características diseñados para realizar ensayos tafonómicos de compresión, flexión, fricción, rotura y deformaciones. / Xiomara Cantera

Además, los cambios marcados por la vegetación se detectan por las huellas de sus raíces impresas en la superficie de los fósiles. Lo mismo sucede con los insectos, cuya actividad deja marcas en los huesos. La presencia de insectos y plantas está determinada por las condiciones ambientales y climáticas e incluso proporcionan una secuencia temporal.

Todas estas trazas aportan información detallada de las condiciones climático-ambientales del pasado y, a lo largo del tiempo registrado en los sucesivos sedimentos, permiten detectar cambios climáticos y observar la naturaleza, rapidez y tendencia de dichos cambios.

En suma, nos dedicamos a interpretar en su conjunto y en detalle la información que caracteriza a los fósiles encontrados en el yacimiento y recomponer los “pasos” que se han





Invernadero (MRSE, LLC) para simular la acción de las raíces de distintas plantas y diferentes tipos de suelos en los huesos/ Xiomara Cantera

ido sucediendo a fin de interpretar el hábitat, la población, el ecosistema, la historia, es decir, el pasado en su máximo detalle y con la máxima veracidad.

¿Qué es el LET?

El LET es el primer laboratorio de sus características a nivel mundial. Su objetivo es recrear condiciones ambientales, climáticas y mecánicas que han intervenido en el pasado en un determinado momento y lugar y que son susceptibles de dejar trazas en lo que hoy son fósiles.

Existe una serie de agentes que podemos reproducir en la actualidad y reconocerlos al estudiar ese soporte de información que son los fósiles. Agentes y procesos tales como: fricción, presión y compresión, agentes meteóricos, acción de las corrientes de viento y agua, e incluso la acción de plantas, algas y microorganismos son reproducibles y repetibles. Con esta idea se creó

“Hay procesos meteóricos e incluso la acción de plantas y microorganismos que son reproducibles. Con esta idea se creó el Laboratorio de Ensayos Tafonómicos (LET) del MNCN”

el **Laboratorio de Ensayos Tafonómicos (LET)** en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. El laboratorio cuenta con equipamientos especialmente fabricados o adaptados a las necesidades y requerimientos de los experimentos tafonómicos:

Posee una cámara climática especialmente diseñada para realizar experimentos con agentes meteóricos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, lluvia, controlados individualmente), así como cambios drásticos de temperatura, con rampas térmicas cortas, mediante criogenia o introducir ambientes contaminantes de CO₂. Con esta cámara podemos recrear climas característicos: desérticos, tropicales, húmedo-templado, semiárido, frío. Además, podemos repetir ciclos y acelerar los resultados acortando la transición y extremando las condiciones.

También se ha fabricado para el laboratorio un invernadero programable que permite realizar experimentos con huesos previamente enterrados

en contacto con las raíces de distintos tipos de plantas y con distintos suelos y tierras, incorporando sales y aguas ácidas en el riego manual.

Se pueden realizar ensayos de compresión, flexión y fricción de hasta un equivalente a 500 kg de peso con distintas velocidades de esfuerzo, con accesorios diseñados para los distintos experimentos. El equipo registra y cuantifica las fracturas y las deformaciones, parámetros que caracterizan la resistencia a la compresión del objeto de estudio, para definir su fragilidad y su plasticidad.

El LET, está también equipado con prensas hidráulicas manuales que permiten mantener compresión de hasta 30 toneladas y cuenta con equipos de simulación de la acción abrasiva del viento en los desiertos, de corrientes de agua unidireccionales o de los movimientos alternantes de los sedimentos de distintas granulometrías.

Nos permite observar y calibrar cómo actuaron los distintos agentes, procesos y eventos para caracterizar huellas y marcas diagnósticas que reconocemos en los fósiles y establecer una identificación irrefutable. Al gran valor de la tafonomía se une así la capacidad de recrear las condiciones en las que se produjeron las trazas que escriben ese relato cifrado en los fósiles.

Podríamos decir que el LET nos ofrece una visión única y extraordinaria, al constituirse en una verdadera “máquina del tiempo” que nos permite volver atrás, saltar las barreras de los tiempos geológicos, y reconstruir el pasado ante nuestra vista ■

