



Fósiles, rocas e investigación.



ESTRATOS Y FORMACIONES GEOLÓGICAS

Los sedimentos geológicos son pequeños fragmentos de roca, suelo y otros materiales que se acumulan en el fondo de lagos, ríos y océanos a lo largo de mucho tiempo. Cuando algo como una rocas, plantas o animales se descomponen, sus fragmentos pueden pasar a formar parte del sedimento. Estos pequeños trozos son transportados por el agua, el viento o el hielo, y cuando dejan de moverse, comienzan a acumularse en capas. Este proceso de estratificación crea diferentes estratos, o capas, en la Tierra. De esta forma, en algunas zonas, la Tierra tiene capas de sedimentos que se acumulan a lo largo de millones de años.

Lo interesante de estas capas es que los sedimentos más antiguos suelen encontrarse en la parte inferior y los sedimentos más nuevos están en la parte superior. Esto sucede porque a medida que nuevas capas de sedimento

se acumulan sobre las más antiguas, protegen a estas últimas de ser destruidas. Imagina construir una torre de bloques: ¡los bloques de abajo tienen que estar ahí antes de que puedas agregar más encima! Con el tiempo, estas capas pueden convertirse en roca sólida, que llamamos roca sedimentaria. Las formaciones geológicas son agrupamientos de estas capas que tienen características similares entre sí (como el tipo de sedimento, el color, la forma, la edad, etc.) y diferentes a otras capas cercanas. Podemos aprender sobre la edad de estas formaciones geológicas estudiando su composición y los fósiles encontrados en ellas.

Al examinar estas capas se puede determinar cuán antiguas son las rocas y qué tipo de plantas y animales habitaban en esa zona en diferentes épocas. Esto nos ayuda a entender cómo ha cambiado la Tierra a lo largo del tiempo.





¿QUÉ ES UN FÓSIL?

Los fósiles son restos de plantas, animales, hongos, bacterias y todos los organismos del pasado. De los animales generalmente se conserva su duro esqueleto, rara vez sus partes blandas como la piel o los músculos. Pero eso no es todo. Los restos de las actividades de los organismos también se consideran fósiles, como pueden ser las huellas, los excrementos, los nidos, entre otros. En resumen, fósil es todo resto de un organismo vivo o de su actividad con una antigüedad mayor a 10.000 años.

Los fósiles forman parte del patrimonio natural de los países del mundo. La extracción de los restos fósiles puede ser una tarea complicada, pues son frágiles y pueden romperse. Antes de sacar un fósil de donde se encuentra se deben tomar datos sobre su posición, fotografías y muestras del sedimento en el que se encuentra, pues esta información muchas veces es más útil para conocer nuestro pasado que el fósil en sí mismo.

Existen muchos sitios donde se encuentran fósiles de megafauna, y también varios museos que contienen piezas, en distintos departamentos del Uruguay. La gran mayoría de los fósiles de megafauna pueden encontrarse en las orillas o barrancas de ríos y arroyos. Por ejemplo, es muy común encontrarlos en las barrancas costeras (y en el fondo) del Río de la Plata y del río Uruguay, o en las orillas del río Santa Lucía.





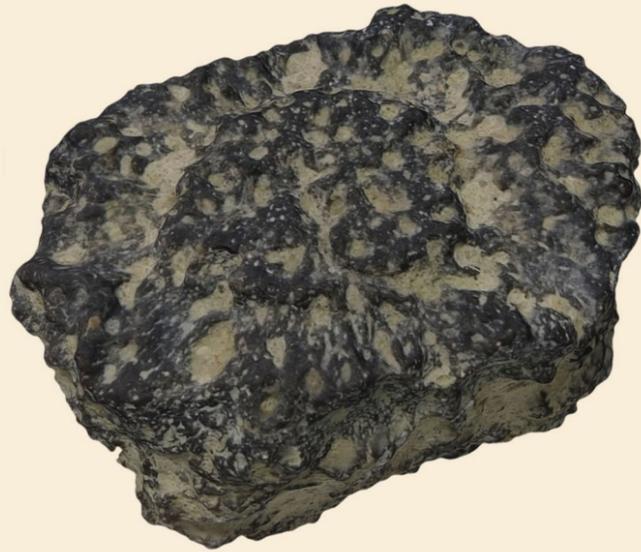
¿CÓMO SE FORMA UN FÓSIL? (PARTE 1)

La tafonomía es el estudio de lo que sucede con los seres vivos después de que mueren y de cómo sus restos pueden convertirse en fósiles luego de cierto tiempo (aunque también existen fósiles que se forman sin que el organismo se muera, por ejemplo las huellas o las hojas de los árboles). Este proceso se divide en dos etapas, una que ocurre desde la muerte del organismo hasta que es enterrado por sedimento y otro que ocurre luego del enterramiento y tiene que ver con los procesos químicos y físicos que convertirán al resto en un fósil.

Durante la primera etapa, cuando un organismo muere, comienzan a ocurrir diversos procesos que pueden influir en cómo y dónde se entierran sus restos. Por ejemplo, si se trata de un animal, los carroñeros como buitres o insectos pueden comer las partes blandas del organismo, mientras que las partes duras, como los huesos o las conchas, pueden descomponerse por la acción del viento y la lluvia. Estos procesos pueden tener consecuencias, por ejemplo, si

encontramos al organismo completo o solo algunas de sus partes. La energía del entorno, como el agua en movimiento o los vientos fuertes, también puede transportar estos restos a diferentes lugares, alejándolo de la zona donde habitaba el organismo vivo. Además, este movimiento puede causar que las partes se desarticulen, lo que significa que se dispersen en lugar de permanecer juntas como un esqueleto completo. Entonces, si los restos son rápidamente enterrados bajo sedimentos, como el barro o la arena, es más probable que se preserven mejor que si son muy transportados.

Al estudiar los fósiles y las capas de tierra en las que se encuentran, podemos aprender mucho sobre las condiciones que llevaron a su entierro, cuánto tiempo y distancia pueden haber sido transportados y qué pudo haber causado la muerte del organismo. Toda esta información ayuda a entender no solo los fósiles en sí mismos, sino también los ecosistemas y ambientes antiguos a los que una vez pertenecieron.



¿CÓMO SE FORMA UN FÓSIL? (PARTE 2)

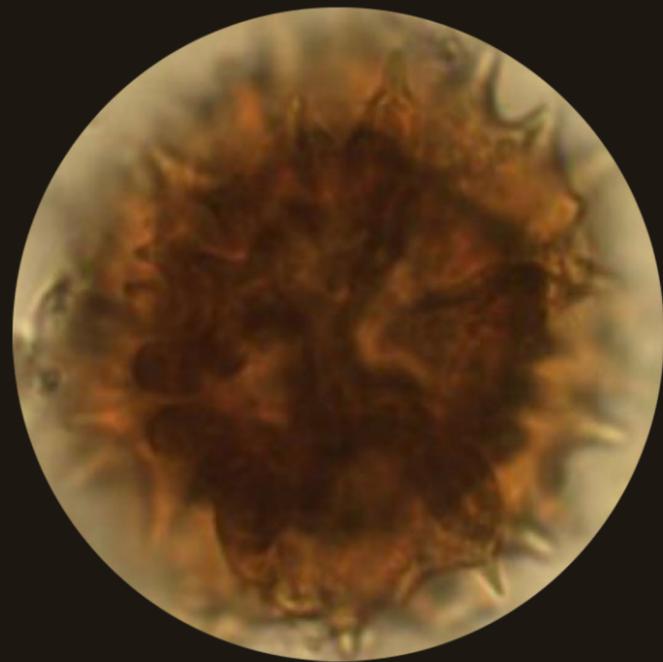
Después de que un organismo es enterrado, comienza un proceso llamado fosilización, que puede tardar de miles a millones de años. Este proceso comienza cuando las capas de sedimento, como barro, arena o arcilla, se acumulan sobre los restos enterrados. A medida que se acumulan más capas, el peso de arriba genera presión sobre los restos. Esta presión, combinada con el calor de la Tierra, provoca cambios químicos que ayudan a preservar el organismo. Con el tiempo, los minerales del suelo, como la sílice o el carbonato de calcio, se filtran en los restos y pueden modificar o reemplazar los materiales orgánicos originales. Estos procesos transforman los restos en estructuras similares a la roca, reteniendo la forma y los detalles del organismo original.

La fosilización también puede ocurrir a través de otros procesos, como la formación de moldes y modelos. Si un organismo se descompone por completo después de ser enterrado, puede dejar un espacio hueco en el sedimento donde antes estaba su forma, creando un molde. Si ese

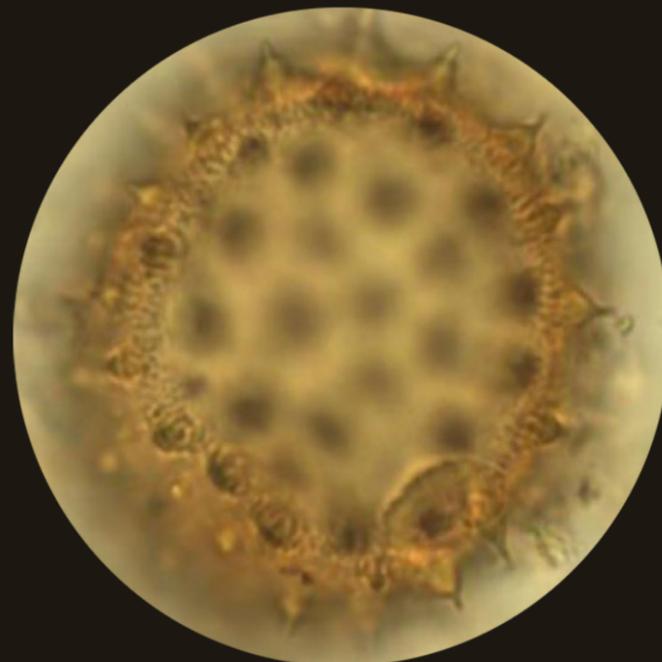
espacio se llena más tarde con minerales o sedimento, se forma un modelo, preservando los detalles externos del organismo. Además, algunos fósiles, como el ámbar, se forman cuando la resina de los árboles atrapa pequeños organismos, preservándolos en su forma original.

En otros casos, como el de la megafauna del Pleistoceno de Uruguay, los organismos vivieron hace tan poco tiempo que en muchos casos sus restos no han sufrido muchas modificaciones y los materiales originales se encuentran presentes en gran medida. Así, por ejemplo, es posible extraer moléculas como el colágeno de los huesos de la megafauna y luego estudiar su composición para conocer más sobre la vida de estos animales.

Al examinar estos fósiles y las condiciones bajo las cuales se formaron, podemos aprender sobre los tipos de organismos que existieron en diferentes períodos, los entornos en los que vivieron y cómo estos entornos han cambiado con el tiempo.



Grano de polen
(de una planta con flor)



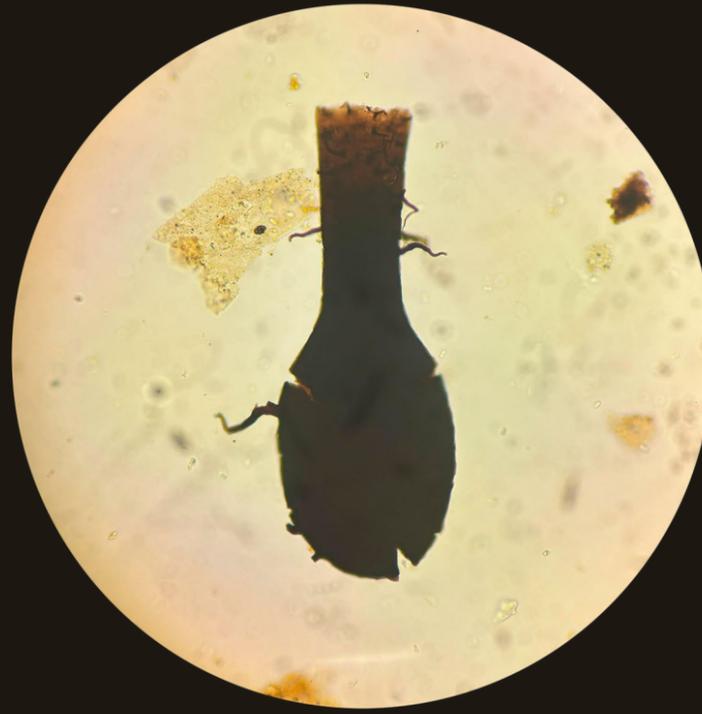
Grano de polen
(de una planta con flor)



Grano de polen
(de una planta con flor)



Diatomea
(alga unicelular)



Quitinozooario
(microfósil marino)



Diatomea
(alga unicelular)

MICROFÓSILES

Los microfósiles son fósiles diminutos que solo se pueden ver bajo un microscopio. Proviene de plantas, hongos y animales muy pequeños, algunos incluso unicelulares, que vivieron en el agua o la tierra. Los microfósiles son importantes porque pueden ayudar a entender cómo era la vida en el pasado y cómo han cambiado los diferentes entornos a lo largo de millones de años. Al estudiar estos pequeños fósiles, podemos aprender sobre climas antiguos, los tipos de organismos que vivieron en diferentes lugares y cómo evolucionaron los ecosistemas con el tiempo.

Un tipo de microfósil es el polen, que proviene de las plantas. Para reproducirse, muchas plantas liberan pequeños granos de polen al aire, y algunos de estos granos pueden conservarse en el suelo y las rocas durante mucho tiempo, incluso millones de años. Podemos estudiar estos fósiles de polen para descubrir qué tipos de plantas estaban creciendo en un área y cómo era el entorno cuando esas plantas vivían. Por ejemplo, si se encuentra una gran cantidad de polen de árboles que prefieren climas cálidos en una capa de roca, podría significar que el área fue una vez un bosque tropical. O si se encuentra principalmente polen de pastos, podría indicar que el ambiente era predominantemente abierto con extensas praderas. Esto ayuda a reconstruir la historia de nuestro planeta y a entender cómo los cambios climáticos afectan a las plantas y animales que viven en diferentes entornos.



EXCAVAR Y CONSERVAR

Cuando los paleontólogos excavan en busca de fósiles de megafauna registran todo el proceso, anotando lo que encuentran, dónde lo encontraron y cómo eran las condiciones en que se encontraron. Toman fotografías, miden los fósiles y las profundidades a las que fueron hallados, realizan dibujos y toman notas en sus libretas de campo. Todos estos registros son cruciales para determinar la antigüedad de los fósiles, cómo murieron los animales, si se habían deteriorado o movido. Una vez que se retiran los fósiles del sedimento y se llevan al laboratorio, deben ser tratados con gran cuidado y preservados para que en el futuro puedan ser estudiados por otras personas o exhibidos en museos.

Los fósiles pueden necesitar ser limpiados de tierra y arena, secados si están demasiado húmedos o reconstruidos si están agrietados o rotos. Llamamos a este proceso preparación, y es una tarea que requiere herramientas y productos especiales, como pequeñas pinzas, agujas, cepillos y pegamentos, y sobre todo, una gran cantidad de paciencia y observación. Luego, los fósiles deben ser catalogados, es decir, asignarles un número que los identifica para que puedan ser encontrados entre otros fósiles de la colección, junto con toda la información recopilada sobre ellos. Además, se deben tratar de mantener en las mejores condiciones, con los menores cambios de temperatura y humedad que sean posibles. Lo mismo ocurre con todas las notas, fotografías y dibujos. Conservar los fósiles y las notas es tan esencial como excavar, porque solo al salvar toda esta información podremos responder a las preguntas que surjan sobre la vida del pasado, incluso aquellas preguntas que aún no se nos han ocurrido.





INVESTIGAR

Existen varias técnicas para estudiar la megafauna mamífera extinta. La mayoría de las veces, se estudian los fósiles. En otros casos, los humanos del pasado que vieron a estos enormes animales nos dejaron dibujos de ellos en rocas dentro de cuevas u otros lugares. También usaron los huesos de estos mamíferos para fabricar herramientas. A partir de los fósiles podemos formular hipótesis sobre las especies: cómo se movía, cuánto pesaba, qué comía, cómo se veía, si vivía sola o en manadas, y muchas otras cosas.

En general, los fósiles de la megafauna del Pleistoceno están bien preservados porque se extinguieron hace unos pocos miles de años, en comparación con los dinosaurios, que desaparecieron hace 66 millones de años. Por lo tanto, muchos de los huesos están en buenas condiciones, conservando pequeños detalles e incluso trazas de ADN y otras moléculas. Conocemos los esqueletos completos de casi toda la megafauna extinta del Pleistoceno y, en algunos casos, también se han preservado otros restos. En lugares helados, como Siberia en el norte de Rusia, se han encontrado mamuts momificados con piel, pelo e incluso órganos internos. En cuevas del sur de Chile, se hallaron restos de piel, garras y excremento de un perezoso gigante, por lo cual ahora sabemos el color de su pelaje y aprendimos nuevas cosas sobre su alimentación. Y en una playa de Argentina se fosilizaron las huellas que dejaron estos enormes perezosos, a partir de las cuales podemos entender mejor cómo era su forma de caminar.

Equipo

Luciano Varela

(Paleontólogo, Fac. de Ciencias, UdelaR)
Modelos 3D / Textos / Realidad aumentada / Talleres y charlas

Martín Batallés

(Tec. en Museología, Fac. de Humanidades, UdelaR)
Diseño / Ilustraciones / Textos / Fotografía / Talleres y charlas

Gabriela Costoya

Desarrollo web / Diseño / Textos / Fotografía / Talleres y charlas

Richard Fariña

(Paleontólogo, Fac. de Ciencias, UdelaR)
Investigación y textos / Talleres y charlas

Sebastián Tambusso

(Paleontólogo, Fac. de Ciencias, UdelaR)
Modelos 3D / Textos / Talleres y charlas

Mariana Di Giacomo

(Paleontóloga, Fac. de Ciencias, UdelaR)
Textos / Comunicación en redes

Mauro Muyano

Reconstrucciones paleoartísticas en 3D

Facundo Gómez

Renders 3D

Fotos de microfósiles y revisión de textos: **Ximena Martínez**



Megafauna 3D

megafauna3d.org

megafauna3d@gmail.com

Laboratorio de Paleobiología

Facultad de Ciencias

Universidad de la República

paleontologia.fcien.edu.uy

Realizado en las ciudades de Montevideo y Sauce, Uruguay, 2024.

Esta publicación puede distribuirse libremente.

Todos los textos, ilustraciones y fotografías pueden utilizarse con fines educativos o de difusión siempre que se acredite debidamente la fuente y sus autores.

Con el apoyo financiero de ANII en 2016 y 2017, seleccionado por el Fondo Concursable para la Cultura del MEC en 2019 y por el Fondo Sectorial de Educación modalidad Inclusión Digital (FSED) de ANII + Fundación Ceibal en 2022.



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
CIENCIAS
UDELAR | fcien.edu.uy



MEGAFAUNA
ARROYO DEL VIZCAÍNO
SAUCE P

