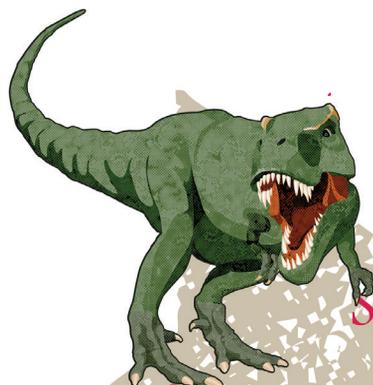




Esca-
nea la
imagen
de la dere-
cha con la
aplicación móvil
"LinkReader" para
ver un video sobre
cómo se preparan los
fósiles para exposiciones
en museos.

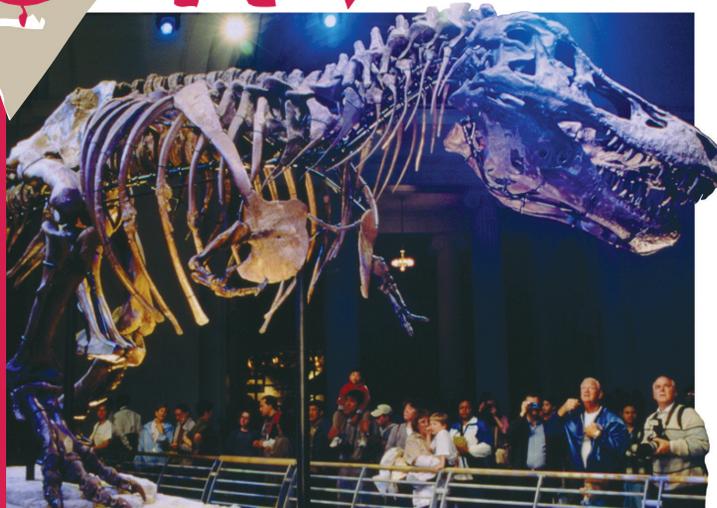


Cómo
SUE
se convirtió
en una

ESTRELLA del ROCK

Por Gail Mitchell Emilsson y
Michael Tinnasand

Cuando ves el esqueleto de un animal que murió hace millones de años—desde un pequeño pez hasta un enorme dinosaurio—puedes preguntarte cómo los huesos que forman el esqueleto duraron tanto tiempo y no se deterioraron. De hecho, estos no son en realidad huesos, son rocas que se formaron en o alrededor de los huesos. Más sorprendentemente, estas rocas con aspecto de hueso, también llamados fósiles, son muy difíciles de formar, a pesar de que hay un vasto registro de vida que se ha conservado en forma de fósiles. Así que, ¿cómo es que algunos seres vivos parecen evitar la descomposición y dejan evidencia de cómo eran y cómo vivían millones y millones de años atrás? ¿Y cómo exactamente se hacen los fósiles?



El dinosaurio *T. rex* llamado SUE se dio a conocer en el "Field Museum" en Chicago, Ill., el 17 de mayo del 2000.

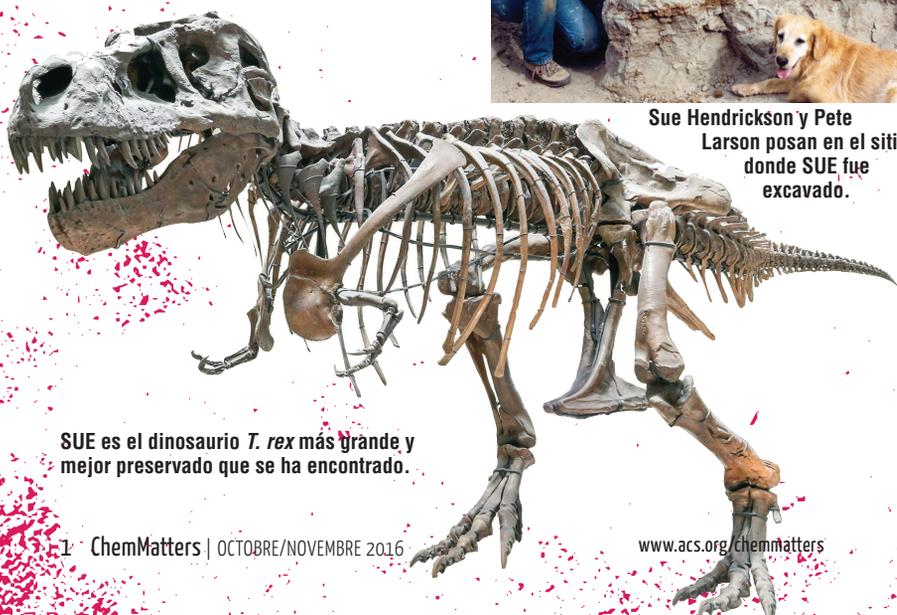


Sue Hendrickson y Pete Larson posan en el sitio donde SUE fue excavado.

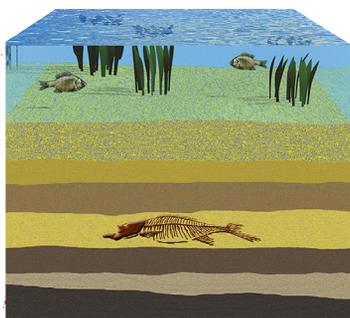
Conoce a SUE

Considere los ejemplos más reconocibles de fósiles—los de los dinosaurios. Un ejemplo notable es un *Tiranosaurio rex* llamado SUE. En los años que siguieron a su muerte, el cuerpo de este *T. rex* se descompuso, pero no todos sus restos se perdieron. Algunos fueron sometidos a procesos físicos y químicos que los convirtieron en piedra. Los procesos naturales típicos que conducen a la descomposición total de un cuerpo moribundo fueron interrumpidos, y se formó una copia (como roca) del esqueleto que perduró por millones de años hasta agosto de 1990 cuando la paleontóloga Sue Hendrickson lo descubrió.

El dinosaurio fue nombrado SUE en su honor (a pesar de que nadie sabe si el dinosaurio era en realidad femenina). De 12.9 metros (40.5 pies) de largo, 4 metros (13 pies) de altura en la cadera, y con un 90% de su volumen óseo recuperado, SUE es el más



SUE es el dinosaurio *T. rex* más grande y mejor preservado que se ha encontrado.



Los fósiles se pueden formar en tierra, en los valles de los ríos, o en el fondo del océano, pero los fósiles mejor preservados son aquellos que se forman en el fondo de los valles de los ríos.

está cubierto de arena o barro—condiciones más comunes en el océano. En tierra, el depósito de fósiles puede ocurrir en lagos y pantanos. El proceso de descomposición normal se hace más lento bajo la arena o el barro, a veces permitiendo que el proceso de fosilización tenga lugar.

La formación de fósiles

Entonces, ¿cómo se formaron los fósiles de SUE? En primer lugar, su cuerpo comenzó a descomponerse, al igual que todos los organismos hacen cuando mueren. Sólo unas pocas horas después de su muerte, las células rojas empezaron a liberar hierro, las células a lo largo del tracto digestivo comenzaron a derramar enzimas digestivas, y las células musculares derramaron calcio, haciendo que los músculos se contraigan y que el cuerpo se endurezca. Todos estos cambios dieron lugar a una sopa de diversos tipos de moléculas que alimentaron los microorganismos—en su mayoría bacterias—presentes en los intestinos de SUE. Estas bacterias comenzaron a multiplicarse mientras se producía putrescina y cadaverina, dos compuestos malolientes que atraen a los insectos y carroñeros más grandes.

Pero a pesar de que los tejidos blandos de SUE se perdieron pronto durante la descomposición continua, el resto de su



El interior de un hueso es poroso, por lo que cuando los animales mueren, minerales puede rellenar estos poros, creando un fósil.

grande y más completo *T. rex* fosilizado que se ha encontrado.

Los fósiles son copias preservadas de los restos de organismos vivos. La posibilidad de que cualquier organismo vivo se convierta en fósil es bastante baja. Los fósiles de criaturas marinas son más comunes que los de las criaturas de la tierra, porque la mayoría de los fósiles se empiezan a formar después de que el organismo

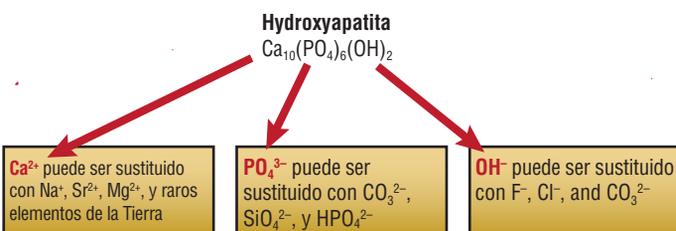


Figura 1. Después de que un animal muere, el mineral óseo, que tiene una estructura molecular similar a la hidroxiapatita [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$], comienza a reaccionar con sustancias químicas en su entorno, y los iones de calcio (Ca^{2+}), fosfato (PO_4^{3-}), e hidroxilo (OH^-) que componen la hidroxiapatita son sustituidos con otros iones, que se muestran aquí. La fórmula química dada para la hidroxiapatita es la convención utilizada para indicar la composición en una unidad de la estructura cristalina.

cuerpo fue enterrado por la arena, limo y barro del río cercano, permitiendo que la mayoría de sus huesos se convirtieran en fósiles.

El hueso no es tan seco y sin vida como puede parecer. En realidad, es una estructura porosa (foto de abajo) que consiste en la proteína colágeno incrustada con un mineral óseo e impregnada con células vivas, vasos sanguíneos y nervios.

El colágeno le proporciona fuerza y flexibilidad al hueso. El mineral óseo constituye el 70% del hueso y es responsable de su dureza y rigidez característica. Pertenecen a un grupo de minerales conocidos como minerales de fosfato. Si bien este mineral óseo se mantiene durante la vida, después de la muerte, comienza a reaccionar con sustancias químicas en su entorno, y el resto del material óseo se mineraliza.

Tipos de Fósils

Hay tres tipos principales de fósiles: los fósiles de impresión, los fósiles de rastreo y los fósiles de reemplazo. Es así como cada tipo de fósil se forma:

Fósiles de impresión: Cuando el organismo vivo muere, se forma ya sea yeso o moho. En el caso del moho, barro o sedimento, estos cubren el cuerpo y se forma una impresión del organismo. Cuando el organismo se desintegra, la impresión del cuerpo se mantiene. Un yeso funciona casi de la misma forma, excepto que la cavidad de la impresión está rellena por minerales, formando una “réplica” de la imagen del organismo.

Fósiles de rastreo: Los fósiles de rastreo incluyen cualquier impresión u otro signo preservado de actividad, en vez de los restos preservados del cuerpo del propio organismo real. Ellos incluyen huellas, estiércol, nidos y marcas de dientes, y ellos dan pistas sobre el comportamiento de organismos antiguos.

Fósiles de reemplazo: Estos fósiles son réplicas de los seres vivos—tales como árboles, animales terrestres y criaturas del mar—que quedaron atrapados en un océano, lago o estanque, donde los seres vivos estaban cubiertos de limo y donde el oxígeno fue principalmente excluido, dejando el cuerpo intacto el tiempo suficiente para que la fosilización ocurra. A medida que ellos se pudrieron, las partes orgánicas fueron reemplazadas por depósitos minerales duros. Los minerales rellenan los espacios y crearon un fósil de reemplazo del ser vivo.



—Michael Tinneland

Las diferentes etapas de la evolución de las formas de relieve a lo largo de millones de años y la fosilización de un dinosaurio



Hace 67 millones de años, un dinosaurio fue arrastrado en la corriente de un río (que se muestra en la parte inferior del río).

Restos fosilizados de dinosaurio

Última Era de Hielo

Los paleontólogos excavan los fósiles del dinosaurio que murió en lo que solía ser un río.

Los procesos de reciclaje de la Naturaleza

Billones de organismos han vivido en la Tierra durante los pasados 4 billones de años. Algunos vivieron durante breves minutos u horas, mientras que otros han sobrevivido por cientos de años. Pero al final, todos los seres vivos mueren, y la mayoría no dejan rastro. Entonces, ¿qué pasa con los cuerpos de los organismos después de la muerte? Todo es parte del gran plan de reciclaje de la naturaleza y el círculo de la vida.

Las respuestas se derivan de la ley de conservación de la materia, que establece que la materia no se crea ni se destruye. Lo mismo ocurre con los átomos que componen los seres vivos. Los átomos se unen para formar moléculas y materiales que componen los organismos. Así que cuando los organismos mueren, la materia en sus cuerpos se rompe, o se descompone, y está disponible para su reutilización en nuevas formas.

Los químicos estiman que uno o dos átomos que componen tu cuerpo, en este momento, fueron probablemente parte de un cuerpo de dinosaurio hace 65 millones de años. Otros átomos del cuerpo, podrían haber sido parte de una hoja de lirio o un árbol secuoya gigante.

—Michael Tennesand

Cómo ocurre esto no se entiende completamente, pero los científicos están de acuerdo en que los poros y espacios dejados por la pérdida de material orgánico en el hueso deben ser llenados rápidamente por los minerales, o el hueso original simplemente se disuelve. Después de que los espacios en y alrededor del hueso se llenen, la composición del mineral de hueso puede cambiar, también, porque varios iones en éste se sustituyen con otros iones del ambiente (Fig. 1).

Más tarde, se producen más cambios químicos. Minerales adicionales llenan los poros del hueso aún más, y los vasos sanguíneos son reemplazados con minerales llamados roca sedimentaria silíceo y calcita.

Mientras los minerales de los huesos están siendo reemplazados, la roca comienza a formarse alrededor del ex-hueso. El tiempo que le toma a los fósiles formarse puede tardar entre unos pocos años a miles de años. Durante este tiempo, los pequeños huesos son por lo general lavados o aplastados por la acumulación de sedimentos. Esa es otra razón por la que SUE es tan notable—es la primera *T. rex* donde disminu-

tos, delicados huesos del oído, llamados estribos, se han recuperado, lo que demuestra que la estructura del oído tenía huesos similares a los nuestros

Una ventana al pasado

Los fósiles no sólo nos dicen acerca de los animales que murieron hace millones de años, sino también cómo los animales cambian con el tiempo, ya sea que hayan desaparecido de la superficie de la Tierra después de las extinciones en masa, o que hayan migrado de un área a otra, dejando al descubierto los cambios climáticos y proporcionando evidencia de movimientos de las placas continentales.

Los fósiles pueden preservar más material original de lo que se pensaba, incluso proteína. Si es así, nueva información, tales como la presencia de ciertos tejidos, puede revelar más acerca de cuándo y cómo ciertos rasgos evolucionaron. Esta información podría ayudarnos a visualizar mejor cómo el mundo ha cambiado durante millones de años. ◻

REFERENCIAS SELECCIONADAS

El "Field Museum" de Historia Natural, Chicago, Ill. : <https://www.fieldmuseum.org/sites/default/files/Sue%20Fact%20Sheet.pdf> [accedida julio 2016].

Museo de Paleontología de la Universidad de California, Berkeley, Los reptiles tiranos: El Tiranosaurio: <http://www.ucmp.berkeley.edu/diapsids/saurischia/tyrannosauridae.html> [accedida julio de 2016].

Gail Mitchell Emilsson es un escritor de ciencia y un profesor de secundaria en New Haven, Conn. Su último artículo *ChemMatters*, "¿Qué hay en los protectores solares?" apareció en la edición de abril de 2010. **Michael Tennesand** es un escritor de ciencia y consultor en educación que vive en Portland, Oregón. Su último artículo *ChemMatters*, "ChemDemos Demystified", apareció en la edición de febrero/marzo de 2015.

