

El Reloj de las Rocas

Escuela Media

NGSS: [MS-ESS1-4](#), [4-ESS1-1](#)

CCSS.Mates: [6.RPA.3](#)



Lea la Preparación Previa a la Clase Antes de la Lección

Descripción de la Lección

Se trata de investigar el tiempo geológico y la manera en que los científicos descifraron la historia de la Tierra mediante información geológica. Las actividades representan las prácticas de los geólogos y los paleontólogos de una manera accesible para quienes tienen conocimientos limitados sobre la biología y la geología. Esta lección se ha diseñado para la escuela media, pero algunas actividades ofrecen ideas para variar su nivel de dificultad y adaptarlas a estudiantes de la escuela primaria superior.

Fenómeno Motivador

Vivimos en un planeta sorprendente. De los miles de planetas descubiertos, la Tierra es el único que sabemos que permite que se genere vida. Muchos piensan que la Tierra ha existido siempre. Es un planeta muy antiguo. En la actualidad se estima que su edad es de 4,600 millones de años. ¿Cómo podemos obtener este dato? En comparación, los seres humanos existimos desde hace poco tiempo. Entonces, ¿cómo podemos saber lo que sabemos sobre la formación de la Tierra?

Para hallar respuestas a estas preguntas, buscamos datos en la Tierra misma. Al estudiar las rocas de la corteza terrestre, podemos aprender mucho sobre la historia de nuestro planeta.

Preguntas Motivadoras

- ¿Cómo podemos aprender sobre el pasado de la Tierra antes de que existieran los seres humanos?
- ¿Cómo saben los paleontólogos y los arqueólogos de qué época data un fósil?
- ¿Cuánto tiempo vivieron los dinosaurios? ¿Qué porcentaje de la historia de la Tierra representa ese período?

Objetivos de Aprendizaje

- Los estudiantes usan modelos para comprender la obtención de datos y el análisis de evidencia a partir de fuentes que están más allá del límite de la observación humana directa.
- Los estudiantes comprenderán los tipos de datos que se utilizan para fundamentar la historia geológica de la Tierra.

Requisitos de Tiempo

- 120 minutos

Conocimientos Previos Necesarios

- La Tierra está formada por distintos tipos de rocas.
- No todas las partes de la corteza terrestre se formaron al mismo tiempo.

Recursos para el Docente

1. [Imagen de la Tierra Vista Desde el Espacio](#)
2. [Diagrama del Ciclo de las Rocas](#)
3. [Datos de Datación Radiométrica](#)
4. [Suplemento de Datación Radiométrica](#) (opcional)
5. [Capas de Roca en el Tiempo](#)
6. [Hitos en la Historia de la Tierra](#)

Recursos para el Estudiante

1. [Modelo del Ciclo de las Rocas](#)
2. [Investigación de Partículas](#)
3. [Acertijo sobre Fósiles](#)
4. [Proyecto de Línea de Tiempo sobre la Historia de la Tierra](#)

¿Cómo podemos aprender sobre el pasado de la Tierra antes de que existieran los seres humanos?

Los procedimientos de la lección completa comienzan en la página cuatro.

Participación 20 minutos	
Los estudiantes construirán un modelo del ciclo de las rocas para conocer los tres tipos de roca principales y el modo en que estos pasan de uno a otro.	Notas
Recursos para el Docente: 1 y 2 Recursos para el Estudiante: 1	
Explorar 25 minutos	
Los estudiantes trabajarán en grupos para investigar muestras de roca de todo el mundo. Al reflexionar sobre cómo se formaron y analizar datos acerca de su composición a nivel de partículas, los estudiantes determinarán cuánto hace que se formaron.	Notas
Recursos para el Docente: 3 y 4 (<i>opcional</i>) Recursos para el Estudiante: 2	
Explicar 20 minutos	
Al sintetizar los datos conocidos sobre cómo y cuándo se formaron las rocas, los estudiantes comprenderán el modo en que los geólogos infieren hechos en la historia de la Tierra que son anteriores a la existencia de los seres humanos.	Notas
Recursos para el Docente: 5	
Elaborar 25 minutos	
Los estudiantes trabajan con un rompecabezas para representar la manera en que los paleontólogos usan fósiles en diversas capas de roca y comprender la historia de la Tierra, así como la historia de la vida en nuestro planeta.	Notas
Recursos para el Estudiante: 3	
Evaluar 40 minutos	
En un proyecto de cierre, los estudiantes crean un diagrama que resalta los hechos más importantes en la historia de la geología y/o de la vida en la Tierra.	Notas
Recursos para el Docente: 6 Recursos para el Estudiante: 4	

Preparación Previa a la Clase

Repase los Recursos para el Docente y decida cuáles proyectar en la pizarra y cuáles imprimir y plastificar. Cada recurso tiene sugerencias de pautas de presentación. En esta lección, los estudiantes trabajan mayormente en equipos, de modo que puede imprimir una copia de Recursos para el Estudiante por estudiante, o una por grupo. Consiga una hoja de papel larga o varias hojas grandes para el proyecto de línea de tiempo. La línea de tiempo está diseñada para medir 30 pies.

Notas

Ideas para Enriquecer las Lecciones

PARA HACER

Planifique una excursión para explorar la historia de la vida en las [Salas Griffin del Planeta en Evolución](#) y ver especímenes geológicos de todo el mundo en el Field Museum de Chicago.

Alquile especímenes reales y llévelos al aula. Si vive en la zona de Chicago, la [Colección Educativa N. W. Harris](#) del Field Museum ofrece numerosos especímenes que pueden alquilarse para estudiar en el aula.

- [Hace 300 millones de años en Illinois](#)
- [Fósiles de Rocas Cerca de Chicago](#)
- [Fósiles](#)

PARA LEER

Older Than Dirt: A Wild But True History of Earth (Más viejo que la tierra: una historia salvaje pero verdadera sobre la Tierra) de Don Brown y el Dr. Mike Perfit

<http://worldcat.org/oclc/949922830>

Rock Man Vs. Weather Man: *The Magic School Bus Rides Again* (El Hombre Roca contra el Meteorólogo: El Autobús Escolar Mágico Otra Vez en Acción) de Samantha Brooke

<http://worldcat.org/oclc/1034931999>

A History of Life in 100 Fossils (Una Historia de Vida en Cien Fósiles) de Paul Taylor y Aaron O’Dea

<http://worldcat.org/oclc/951146948>

PARA MIRAR

Video sobre Datación Radiométrica de las Salas Griffin del Planeta en Evolución

Este video ofrece contexto sobre la manera en que un geoquímico obtiene una muestra de un espécimen de roca y la prepara para obtener los datos que analizaron los estudiantes en la sección *Explorar* de la lección.

¿Cómo podemos aprender sobre el pasado de la Tierra antes de que existieran los seres humanos?

Participación

- 1 Muestre una imagen de la Tierra vista desde el espacio proyectando el [Recurso para el Docente 1: La Tierra Vista Desde el Espacio](#).
- 2 Pida a los estudiantes que identifiquen qué aparece en la imagen, escúchelos responder que se trata del planeta Tierra, y añada la siguiente descripción.

Todas las personas que conocemos tanto ustedes como yo han vivido aquí. Todas las personas que existieron antes que nosotros también vivieron aquí. Sin embargo, la Tierra es mucho más antigua que los seres humanos. La Tierra se formó hace miles de millones de años, cuando trozos de roca que volaban por el espacio se juntaron para formar un planeta. Todos los planetas de nuestro sistema solar se formaron más o menos en la misma época. Los científicos calculan que la Tierra tiene unos 4,600 millones de años. ¿Alguna vez se han preguntado cómo sabemos esto? No existían personas que pudieran observar la formación de la Tierra, pero al estudiar el planeta, hallamos pistas para llegar a este número.
- 3 Solicite a los estudiantes que piensen qué se podría estudiar para hallar evidencia sobre la edad del planeta Tierra. A partir de esta pregunta, obtendrá distintas respuestas de los estudiantes. Espere a que alguno diga que hay rocas de la Tierra que tal vez existan desde el origen del planeta, o que podemos aprender sobre la Tierra si estudiamos las rocas.
- 4 Algo que hace que las rocas del planeta Tierra sean especiales es que existen muchas edades diferentes. Algunos lugares del sistema solar no han cambiado mucho desde que este último se formó, pero la corteza terrestre es distinta. Las rocas de la Tierra se forman, se reciclan y se regeneran mediante diferentes procesos. ¿Pueden nombrar algunos de los procesos que forman y regeneran las rocas de la Tierra?
- 5 Escuche a los estudiantes mencionar fenómenos como la erosión eólica y pluvial, o el derretimiento de la roca y su transformación en magma, o el enfriamiento del magma que sale de un volcán y se convierte en roca ígnea.
- 6 Con todos estos procesos, algunas de las rocas de la Tierra son nuevas, mientras que otras existen desde hace mucho tiempo, posiblemente desde la época en que se formó la Tierra.
- 7 Divida a los estudiantes en grupos de tres o cuatro integrantes y distribuya el Recurso para el Estudiante 1: Reciclado de Rocas a cada grupo. Los estudiantes deben leer y observar las imágenes de las flechas, y luego debatir con su grupo sobre cómo ubicarían sus flechas en el diagrama de Reciclado de Rocas. Hay varias copias de cada flecha, porque el ciclo no es un círculo simple. Consulte el [Recurso para el Docente 2: Datos del Ciclo de la Roca](#) para ver el diagrama completo y guiar a los estudiantes durante la creación de este modelo.

Participación

- 8 Mientras los grupos trabajan en el modelo, puede ser necesario que les muestre o les explique que las flechas muestran el proceso de transición de un tipo de roca a otro. Otro dato importante es que el ciclo no es un círculo simple, sino que va en varias direcciones al mismo tiempo.
- 9 Una vez que cada grupo haya creado el diagrama, inicie un debate sobre la ubicación de las flechas y los procesos que transforman la roca.
- 10 Pregunte a los estudiantes: “¿De qué manera comprender el ciclo de la roca nos permite conocer la edad de la Tierra?”. Escuche el intercambio de ideas sobre la relación entre saber cómo se formó una roca y determinar cuándo podría haberse formado.
- 11 Vuelva a confirmar que comprender este sistema de la Tierra es solo una pieza del rompecabezas. Los científicos han hallado varios métodos adicionales para estudiar la edad de la Tierra mediante pistas encontradas en las rocas. En las siguientes investigaciones, los estudiantes se familiarizarán con estos métodos y verán cómo se combinan para dar a los científicos una mejor idea de la historia del planeta.

Explorar

- 1 Projete el [Recurso para el Docente 3: Rocas y Meteoritos de Edades Desconocidas](#), y repase los tipos de rocas y el lugar en el que se encuentran, que se expresa en la tabla. Pida a los estudiantes que compartan ideas sobre cómo puede haberse formado cada una en función de la información de la tabla y los conocimientos que hayan adquirido al crear el modelo del ciclo de las rocas.
- 2 Explique que analizaremos datos tomados de estas muestras para darnos una idea de cuándo se formó cada una.
- 3 Divida a los estudiantes en grupos de entre dos y cuatro integrantes, y reparta una sola Tarjeta de Muestra del [Recurso para el Docente 3: Datos de Datación Radiométrica](#) y [Recurso para el Estudiante 2: Investigación de Muestras de Partículas](#) a cada grupo de estudiantes. Cada muestra se etiqueta según la roca de la que proviene.
- 4 La primera página del [Recurso para el Estudiante 2: Investigación de Muestras de Partículas](#) ofrece contexto sobre la idea de que la materia está formada por partículas. En esta parte de la actividad, puede ser ventajoso guiar a los estudiantes según su experiencia y sus conocimientos anteriores sobre este tema.
- 5 Explique a los estudiantes que estas tarjetas de muestra representan las partículas minúsculas que componen las rocas. Para determinar la edad de las rocas, los geólogos deben analizar muestras de rocas con un gran nivel de detalle. Utilizan equipos especiales que les permiten cuantificar o contar las partículas, de manera que esta tarjeta de muestra representa datos similares a los que utilizaría un geólogo.
- 6 Invite a los estudiantes a analizar las muestras y realizar observaciones sobre lo que pueden ver en ellas. Aliéntelos a que busquen información cuantitativa en las muestras.
- 7 El [Recurso para el Estudiante 2: Investigación de Partículas](#) guía a los estudiantes mientras realizan observaciones sobre su muestra de roca y el espécimen de partículas. No obstante, le recomendamos que se familiarice con el recurso en caso de que desee variar la dificultad de algunos de los conceptos durante la clase.
- 8 Una vez que cada grupo haya determinado la fecha de su muestra, invítelos a crear una línea de tiempo de las muestras en la pizarra o el boletín de anuncios, comenzando con la muestra más antigua en la parte inferior y subiendo hasta colocar la roca más joven en la parte superior. Se incluye una línea de tiempo de muestra en el [Recurso para el Docente 3: Datos de Datación Radiométrica](#).

Idea Enriquecedora Opcional:

Explorar

Para enriquecer la lección se podría realizar un análisis más profundo sobre las diferencias entre las muestras. Para ello, se las podría comparar con el gráfico lineal utilizado para determinar la edad. Si los estudiantes están listos para una conversación de estas características, este será un excelente trampolín para debatir sobre el concepto de período de semidesintegración. El [Recurso para el Docente 4: Suplemento de Datación Radiométrica](#) puede guiarlo a la hora de presentar la información y relacionarla con la actividad.

- 9 Justo antes del final de la sesión, pida a un miembro de cada grupo que comunique la edad calculada y que explique en qué fase del ciclo de la roca se encuentra su roca. Si tiene más de cinco grupos, puede resultar interesante comparar los resultados de los grupos que tenían la misma muestra y determinar si hubo márgenes de error.
- 10 Invite a los estudiantes a pensar por qué deberíamos optar por mostrar la línea de tiempo de esta manera antes de concluir esta sesión.

Explicar

- 1 Pida a cada grupo que comparta evidencia sobre el ciclo de la roca y/o los datos radiométricos proporcionados para la formación de sus rocas. Una vez que todos hayan hablado, recuérdelos que existen distintos tipos de datos que nos permiten comprender mejor ideas complejas tales como el cambio geológico.
- 2 Informe a los estudiantes que a continuación resolverán un acertijo sobre el orden en que vivieron distintos animales de la Tierra basándose en registros fósiles. Los paleontólogos llaman a este acertijo "datación relativa sobre qué vivió cuándo", y combinan evidencia de la historia de la Tierra que tenemos en nuestro poder con evidencia de la historia de la vida para resolver la incógnita.
- 3 Explique que, para resolver las partes desconocidas del acertijo, debemos cumplir ciertas reglas o supuestos sobre la manera en que se forman las capas de roca en la naturaleza.
- 4 Revise la línea de tiempo de la pizarra que se creó a partir de muestras anteriores y, de nuevo, pregunte a los estudiantes si tienen idea de por qué esta línea de tiempo sería vertical en lugar de horizontal.
- 5 Para respaldar su razonamiento, también presente a los estudiantes la Imagen A que se incluye en el [Recurso para el Docente 5: Capas de Roca en el Tiempo](#). Dirija su atención a la flecha y la estrella que marcan dos capas de roca y pregunte: “¿Cuál de estas capas se formó primero? ¿Cuáles son las rocas más antiguas?”. A raíz del debate anterior, los estudiantes deberían recordar que la capa con la estrella está más abajo, por lo que es más antigua. En la pizarra, escriba: **HECHO: Las capas de roca más nuevas se forman sobre las capas más antiguas.**

La actividad de explorar rocas de edades desconocidas fue adaptada de:
Flammer, L., et al. ENSIWEB. Evolución/Institutos de la naturaleza de la ciencia Institutos
"Lección de siglos en la era virtual" (1998) Recuperado: [05.01.2018] de:
https://web.archive.org/web/20170710154400fw_/http://www.indiana.edu/~ensiweb/virt.age.html

Explicar

- 6 Revise la Imagen A del [Recurso para el Docente 5: Capas de Roca en el Tiempo](#) y explique a los estudiantes que se encontró un cierto tipo de fósil en las capas de roca ubicadas debajo de la capa de la estrella, pero no en la capa de la estrella. Pregunte a los estudiantes si piensan que volverá a aparecer encima de la capa de la flecha. Deben darse cuenta de que, una vez que este fósil desaparezca del registro, se habrá extinguido y no regresará. Luego escriba: **HECHO: Una vez que un fósil desaparece del registro de fósiles, no aparece en capas más jóvenes.**
- 7 Ahora solicite a los estudiantes que se pregunten cómo es posible que podamos ver las capas de roca en esta montaña. En algún punto se encontraban debajo del suelo, enterradas en lo profundo, pero ahora se elevan y podemos verlas. ¿Qué podría haber pasado para que se formara esta montaña? Aliente a los estudiantes a volver a pensar en el ciclo de la roca y en algunas de las fuerzas que se producen en la formación de roca metamórfica. Espere a que alguno recuerde que las grandes fuerzas tectónicas empujan, pliegan y hasta invierten las capas sedimentarias. Elabore esta idea explicando que, a veces, las cordilleras se forman de esta manera, mientras que en otras ocasiones las fuerzas pliegan e invierten el orden original de las capas sedimentarias de roca.
- 8 Muestre la Imagen B del [Recurso para el Docente 5: Capas de Roca en el Tiempo](#) para ilustrar cómo se ven el plegado y la inversión en la naturaleza, y escriba **HECHO: Las fuerzas metamórficas pueden invertir, girar y plegar rocas sedimentarias, interrumpiendo así las capas.**
- 9 Ahora muestre la Imagen C del [Recurso para el Docente 5: Capas de Roca en el Tiempo](#) y cuénteles a los estudiantes que hemos llegado a la última regla de nuestro acertijo. Explique que los científicos usan ciertos tipos de fósiles que se ven en períodos muy breves y específicos del registro de fósiles, y en ningún otro lugar. Estos se denominan "Fósiles Índice". Escriba la última regla en la pizarra: **HECHO: Ciertos fósiles, llamados fósiles índice, se encuentran en capas de roca específicas que son uniformes en toda la Tierra y pueden utilizarse para establecer momentos más específicos en los que vivió un determinado ser.**
- 10 Viendo esta imagen, trate de determinar cuáles son los fósiles índice en ella. Busque un compañero y hable sobre cuáles cree que pueden ser. Por último, pídale a un voluntario que comparta sus pensamientos con la clase.

Reglas para el acertijo:

Explorar | Pasos 5-9

- **HECHO:** Las capas nuevas de roca se forman encima de las capas más antiguas durante la formación de las rocas sedimentarias.
- **HECHO:** Las fuerzas metamórficas pueden invertir, girar y plegar rocas sedimentarias, interrumpiendo así las capas.
- **HECHO:** Una vez que un fósil desaparece del registro de fósiles, no aparece en capas más jóvenes.
- **HECHO:** Ciertos fósiles, llamados fósiles índice, se encuentran en capas de roca específicas que son uniformes en toda la Tierra y pueden utilizarse para establecer momentos más específicos en los que vivió un determinado ser.

Elaborar

- 1 Invite a los estudiantes a que se reúnan con sus grupos de trabajo nuevamente.
- 2 Distribuya un [Recurso para el Estudiante 3: Acertijo sobre Fósiles](#) por grupo. El Recurso para el Estudiante contiene las instrucciones en el margen derecho.
- 3 Una vez que los grupos hayan decidido el orden y respondido las preguntas, solicite que todos vuelvan a reunirse para mantener un debate final. Averigüe si todos los grupos llegaron a conclusiones similares sobre el orden y las preguntas finales.

Evaluar

- 1 Ahora que han practicado los modos en que los científicos estudian las rocas y los fósiles para recrear la historia de la Tierra, los estudiantes deberán diseñar una línea de tiempo que muestre algunos de los momentos fundamentales en la historia de la Tierra que se hayan determinado mediante los modos que acabamos de practicar.
- 2 Pregunte a los estudiantes cuál es su conclusión sobre la edad de la Tierra en base a las rocas más antiguas de la Simulación de Datación Radiométrica. Deben responder que tiene al menos 4,400 millones de años. Las rocas más antiguas que se conocen en la Tierra tienen 4,400 millones de años. ¿Esto significa que la edad del planeta es mayor o menor a ese número? Los estudiantes deben confirmar que es mayor. Luego agregue que en la actualidad los científicos calculan la edad de la Tierra en unos 4,570 millones de años.
- 3 Comuníquese a los estudiantes que ahora diseñarán una línea de tiempo de la historia de la Tierra para resumir y comunicar algunos de los hechos sobre los que han aprendido en sus investigaciones anteriores.
- 4 Presente la idea de que nuestra línea de tiempo tendrá 9,14 metros (*unos 30 pies*) de longitud. Un extremo de la línea será el año actual, mientras que el otro marcará la formación de la Tierra.
- 5 [El Recurso para el Estudiante 4: la Historia de la Tierra](#) guiará a cada grupo a la hora de determinar dónde colocar un acontecimiento particular en la línea de tiempo usando computaciones proporcionales. Una vez que cada grupo haya determinado el lugar que ocupa su acontecimiento en la línea de tiempo, también podrán crear dibujos, collages u otros gráficos para ilustrar lo aprendido sobre ese suceso.
- 6 Otra actividad de cierre podría consistir en mostrar la línea de tiempo en un pasillo u otro espacio público para que los estudiantes puedan compartir lo aprendido con otros estudiantes.

Del Recurso para el Estudiante 3:

Elaborar | Paso 2

1. Recorta las tarjetas de fósiles del recurso.
2. Dispón las tarjetas en tu escritorio con la cara hacia arriba, de manera tal que todos puedan verlas.
3. Encuentra la carta que está marcada con la letra R. Esta es la primera carta de la secuencia.
4. Ordena las cartas teniendo en cuenta que la R es la primera de la secuencia.
5. Una vez que hayas creado la secuencia, escribe el orden de las letras que aparecen en la esquina izquierda de cada carta.

Diferenciación elemental

Evaluar

Si los estudiantes no tienen experiencia en matemática como para realizar computaciones proporcionales, la actividad de diseño de la línea de tiempo puede basarse en mediciones y no en proporciones. Se puede encontrar una guía de medición para una línea de tiempo de 30 pies en el [Recurso para el Docente 6: Historia de los Hitos de la Tierra](#).

Fotografía de la Tierra desde el Espacio — Enfoque de Investigación

Recurso para el Docente 1.0

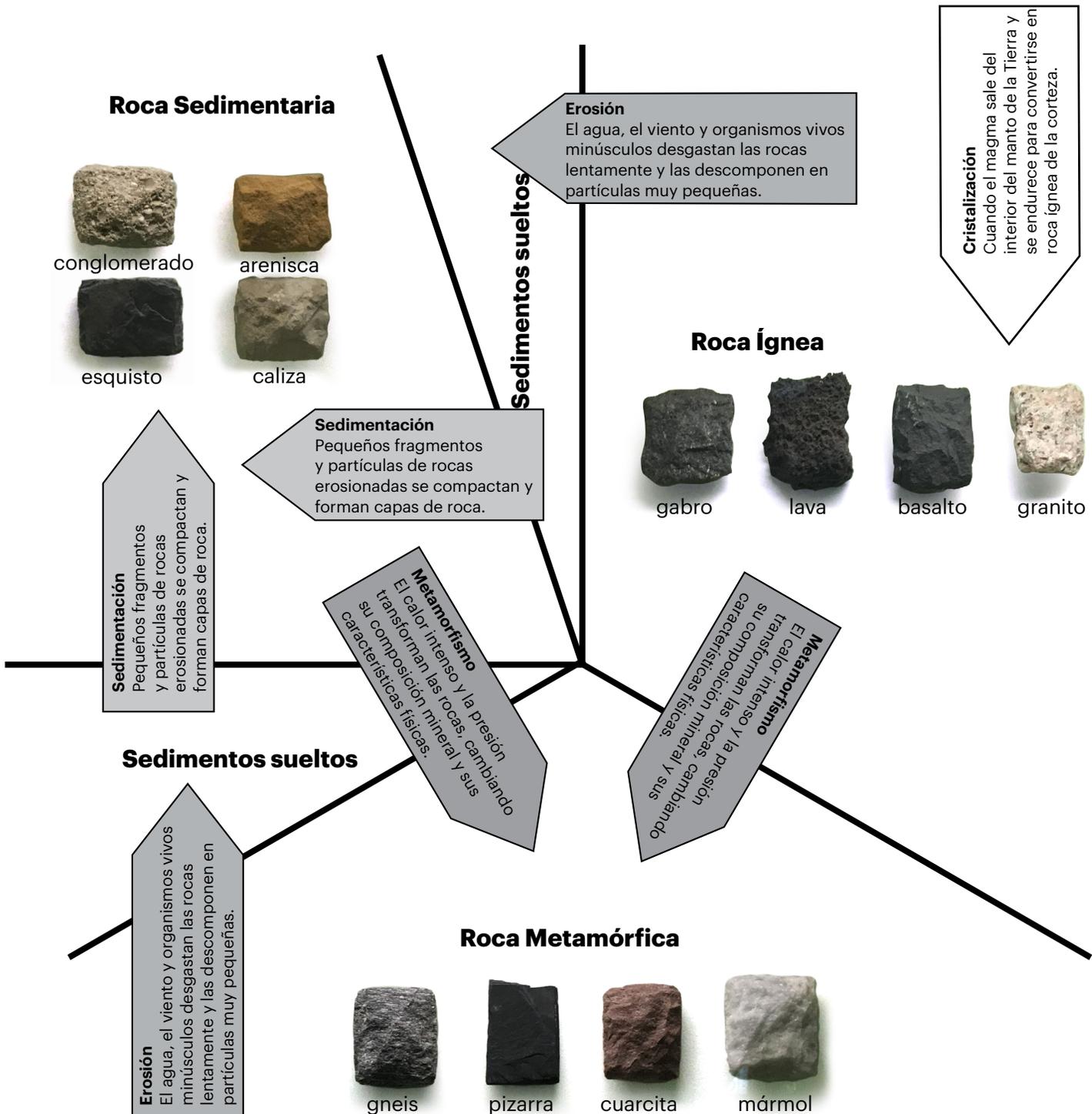
La Tierra Vista Desde el Espacio



Imagen Cortesía de la NASA

Diagrama del Ciclo de las Rocas

Recurso para el Docente 2.0



Datos de Datación Radiométrica

Recurso para el Docente 3.0

Contenidos de los Recursos

Resumen de Muestras — Imagen para proyectar

Tarjetas de Datos para los Estudiantes — Imprimir y laminar una copia de cada una

Clave de Datos (solo para referencia del docente) — No imprimir

Fósiles de estromatolitos	Fósil de Máximo	Fósil de trilobite	Cristales de rocas sedimentarias	Lecho del Océano en la Antigüedad
Estados Unidos de América	Argentina	Marruecos	Australia	Canadá
				

Fósiles de estromatolitos © The Field Museum, PE39247

Patagotitan mayorum Femur Fossil © The Field Museum, Fotógrafo John Weinstein

Fósil de trilobite © The Field Museum, GEO86418_06d, Fotógrafo John Weinstein.

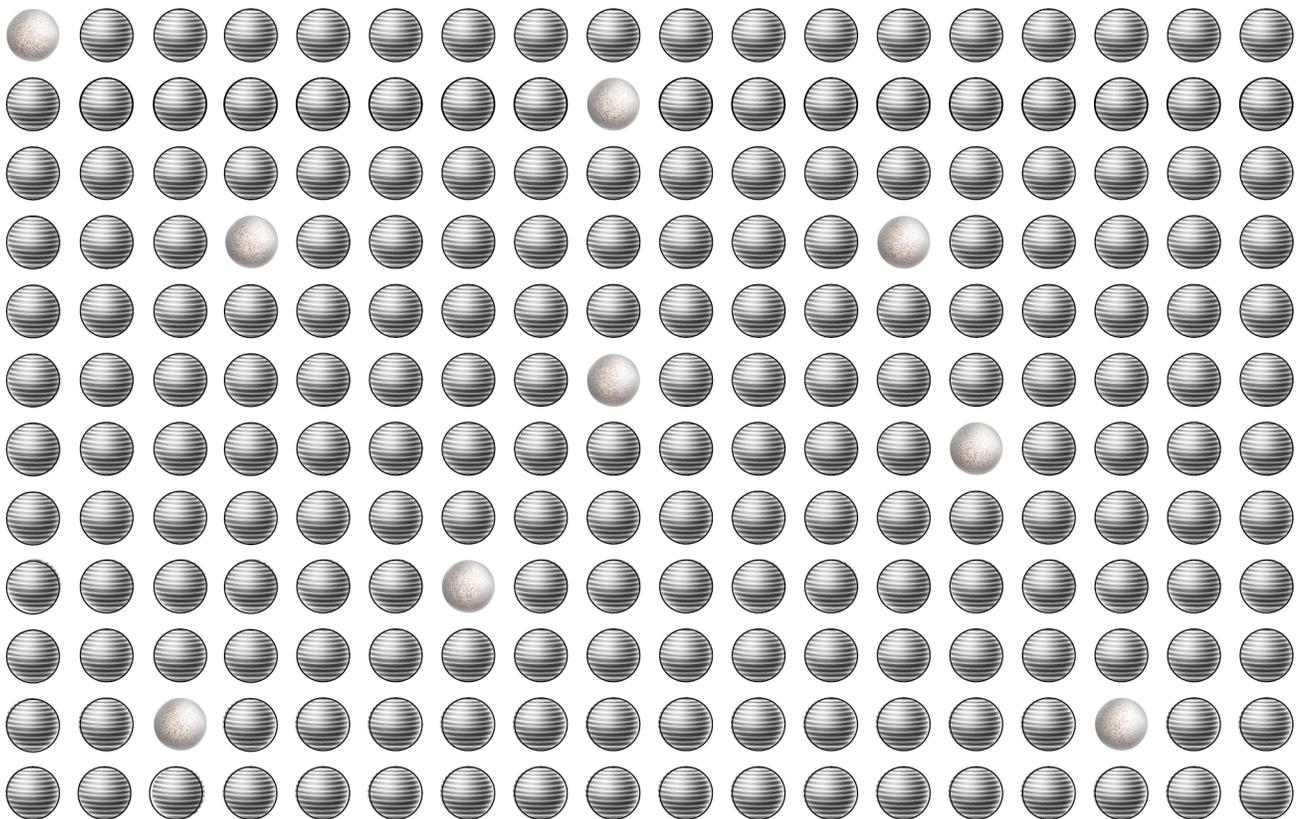
Circón marrón © Science Stock Photography/Science Source

Lecho del Océano en la Antigüedad © The Field Museum, E20070

Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Muestra de Partícula de Cristales de Rocas Metamórficas Encontradas Cerca de Jack Hills, Australia

Esta muestra de roca se tomó en un pequeño grupo de colinas del oeste de Australia. Las rocas muestran signos de haber estado expuestas a procesos geológicos de calor y presión. Algunos cristales que se encuentran en la roca son conocidos por ser muy duraderos y resistentes a la destrucción, incluso durante procesos metamórficos. Es por eso que los analizamos para determinar su edad.



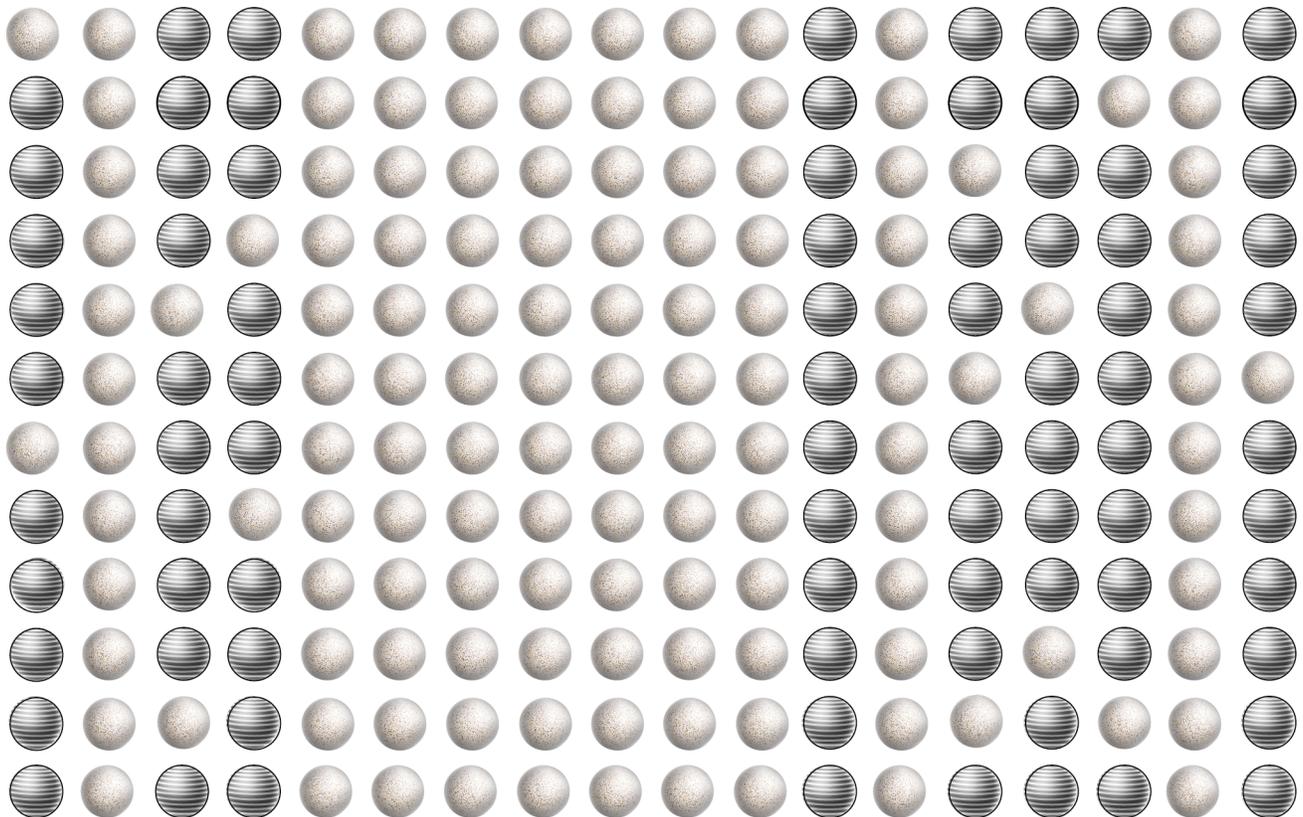
Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Muestra de partículas de fósil de trilobite encontrada en Marruecos

Los trilobites representan a un grupo de animales diverso que habitó el lecho del océano. Se los ha encontrado en todo el mundo, pero parece que siempre han vivido en antiguos mares salados. Fueron los primeros animales en tener ojos, y su tamaño iba de 1 mm a 72 cm.



Recursos para el Docente



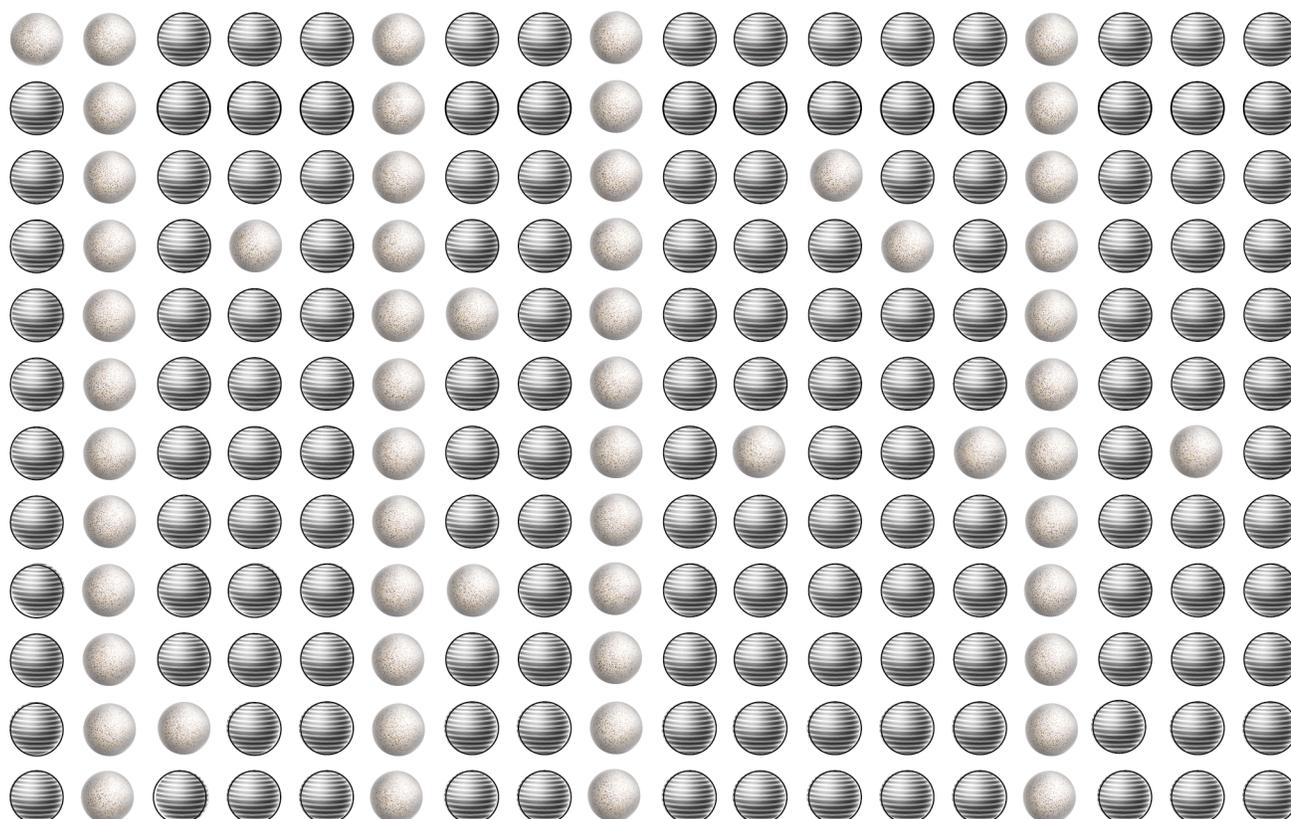
Fósil de trilobite © The Field Museum, GEO86418_O6d, Fotógrafo John Weinstein.

Muestra de Partículas del Lecho del Océano en la Antigüedad Encontradas en Canadá

Esta muestra de roca se tomó de un grupo de rocas sedimentarias que en una época se encontraban en el fondo del océano. El color rojo representa sedimentos con alto contenido de hierro. Hace mucho tiempo, el hierro interactuaba con el oxígeno en el aire y el océano. Marca una época de la historia de la Tierra en que las bacterias fotosintéticas liberaban una gran cantidad de oxígeno.



Recursos para el Docente



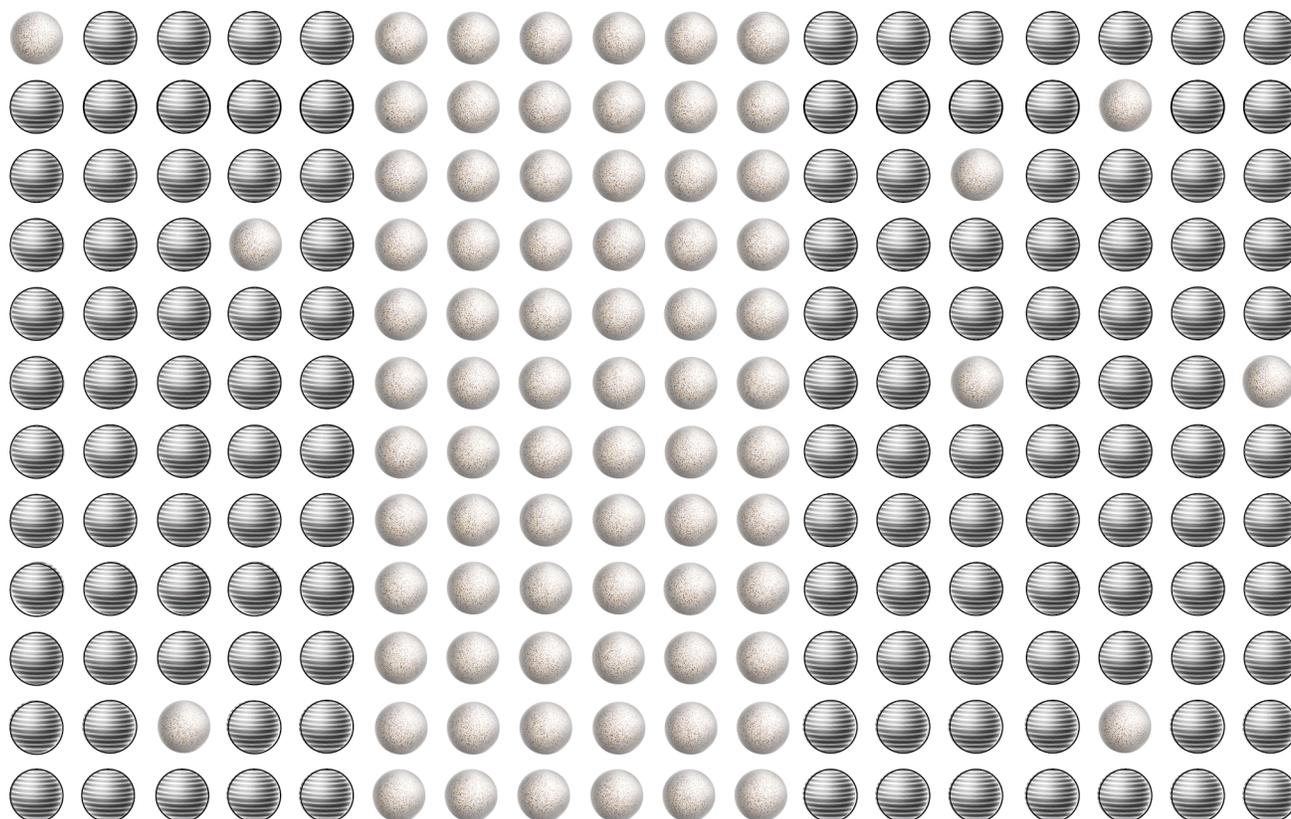
Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Muestra de Partículas de Fósiles de Estromatolitos Encontrados en Montana, Estados Unidos

Esta muestra de roca se tomó en Montana, en el oeste de los Estados Unidos de América. Pueden encontrarse formaciones como esta en todo el mundo, y fueron creadas por la actividad de bacterias fotosintéticas. Las bacterias segregan una sustancia parecida al pegamento, que atrapa partículas de arena minúsculas y une una capa tras otra, formando pilas o columnas. Los estromatolitos son signos de la forma de vida terrestre más antigua, pero aún existen colonias de estromatolitos vivientes en la actualidad, en mares someros. Investiguemos esta muestra para ver cuándo vivió esta colonia de estromatolitos en particular.



Recursos para el Docente



Fósiles de estromatolitos © The Field Museum, PE39247

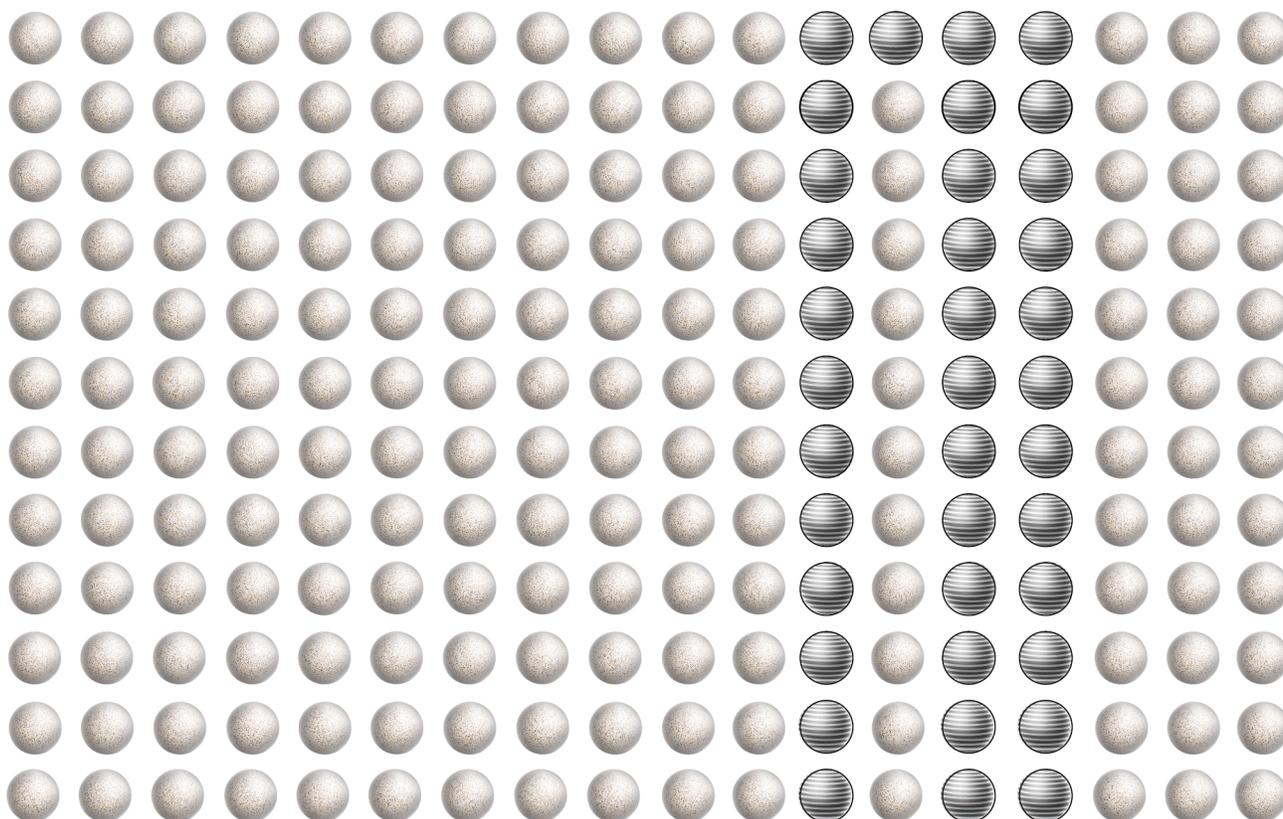
Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Muestra de partícula de fósil de *Patagotitan mayorum* de Argentina (Máximo)

Este es el hueso de fémur más grande jamás descubierto. Perteneció al animal más grande conocido que caminó sobre la Tierra. Este hueso tiene casi 8 pies de largo y perteneció a un dinosaurio llamado *Patagotitan mayorum*, que se encontró en el sur de Argentina, en una región llamada Patagonia. Al datar este hueso, podemos determinar aproximadamente cuándo vivió y murió este animal.



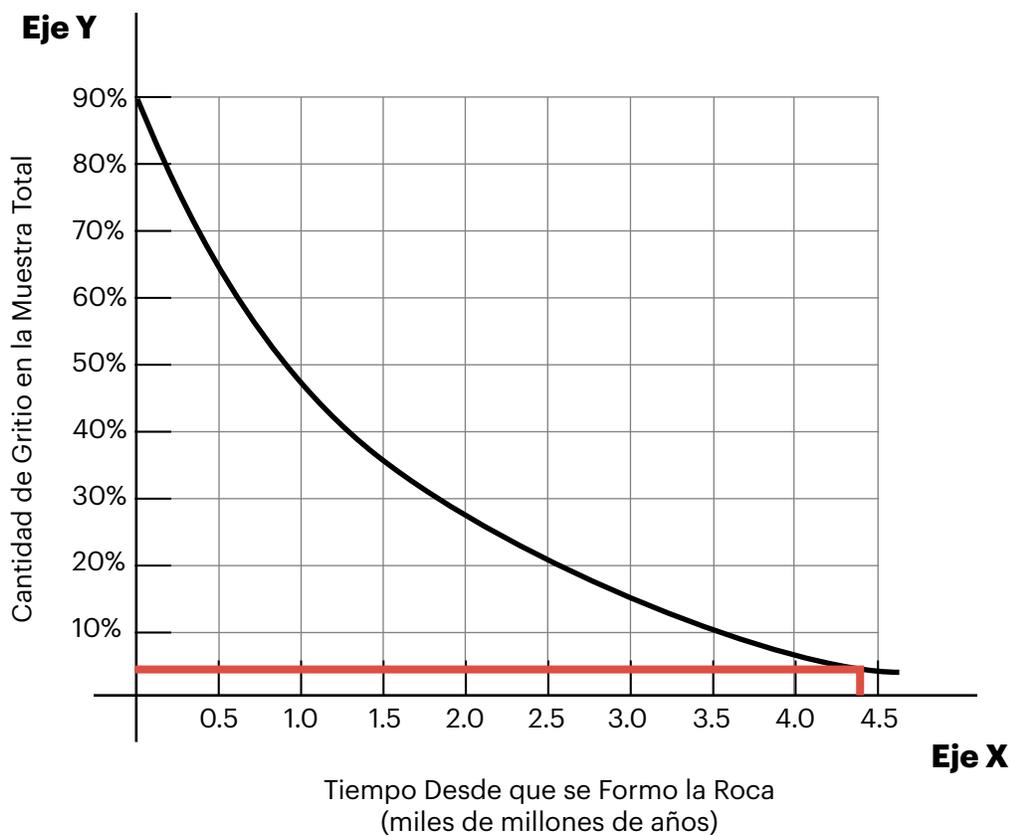
Recursos para el Docente



Patagotitan mayorum Femur Fossil © The Field Museum, Fotógrafo John Weinstein

Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Clave de Datos - Cristales de Rocas Encontrados Cerca de Jack Hills, Australia

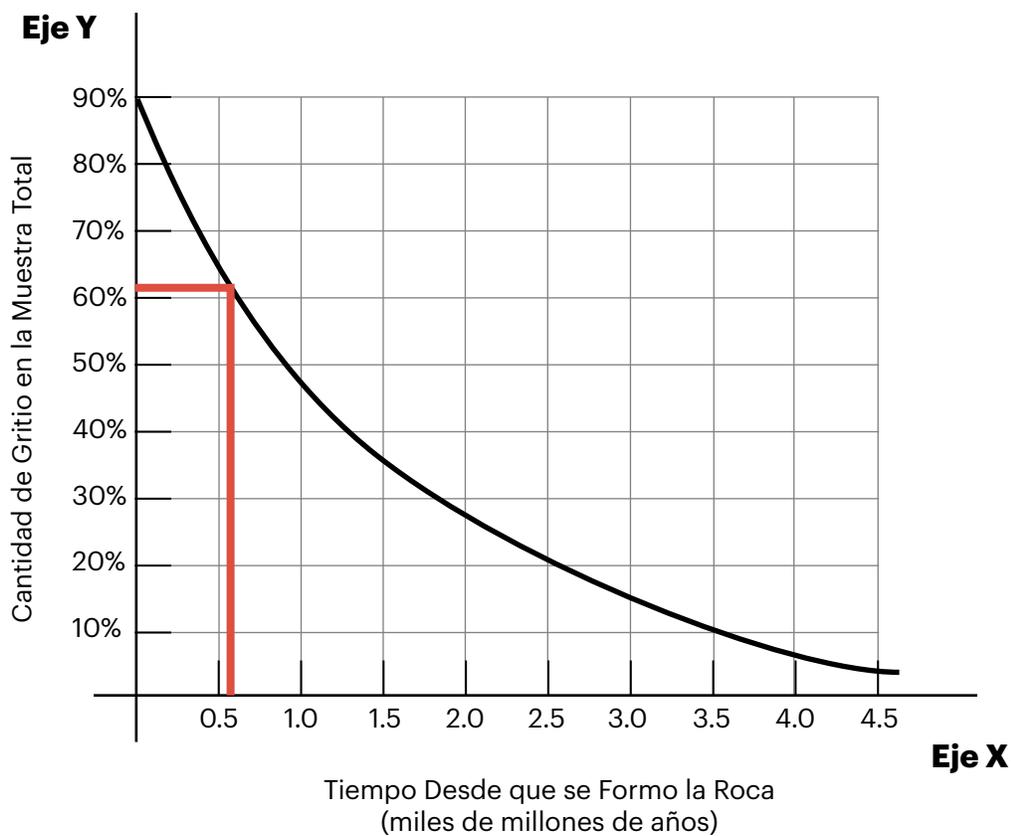


Partículas Totales: 216
Partículas de Gritio: 9 (4%)
Partículas de Bandio: 207 (96%)

Recursos para el Docente

Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Clave de Datos - Fósiles de Trilobite encontrados en Marruecos

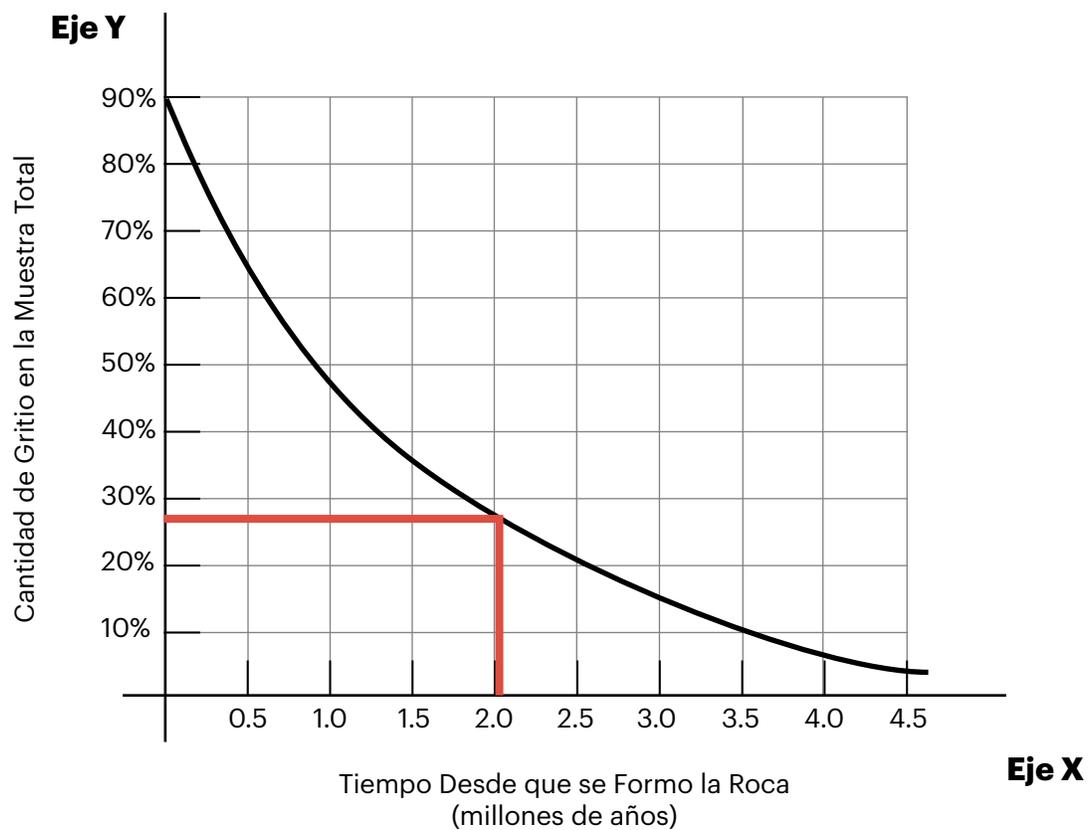


Partículas Totales: 216
Partículas de Gritio: 134 (62%)
Partículas de Bandio 82 (38%)

Recursos para el Docente

Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Clave de Datos - Rocas del Lecho del Océano en la Antigüedad Encontradas en Canadá

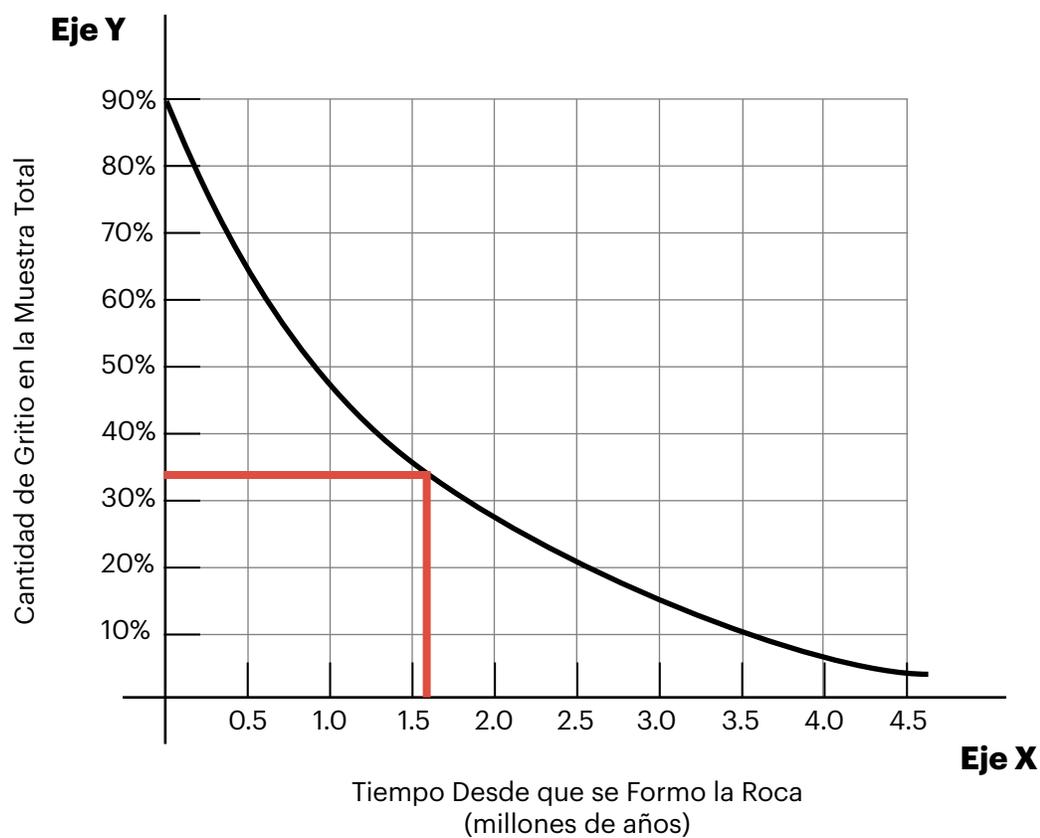


Recursos para el Docente

Partículas Totales: 216
Partículas de Gritio: 58 (27%)
Partículas de Bandio: 158 (63%)

Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Clave de Datos -Muestra de Partículas de Fósiles de Estromatolitos encontrados en Montana, Estados Unidos

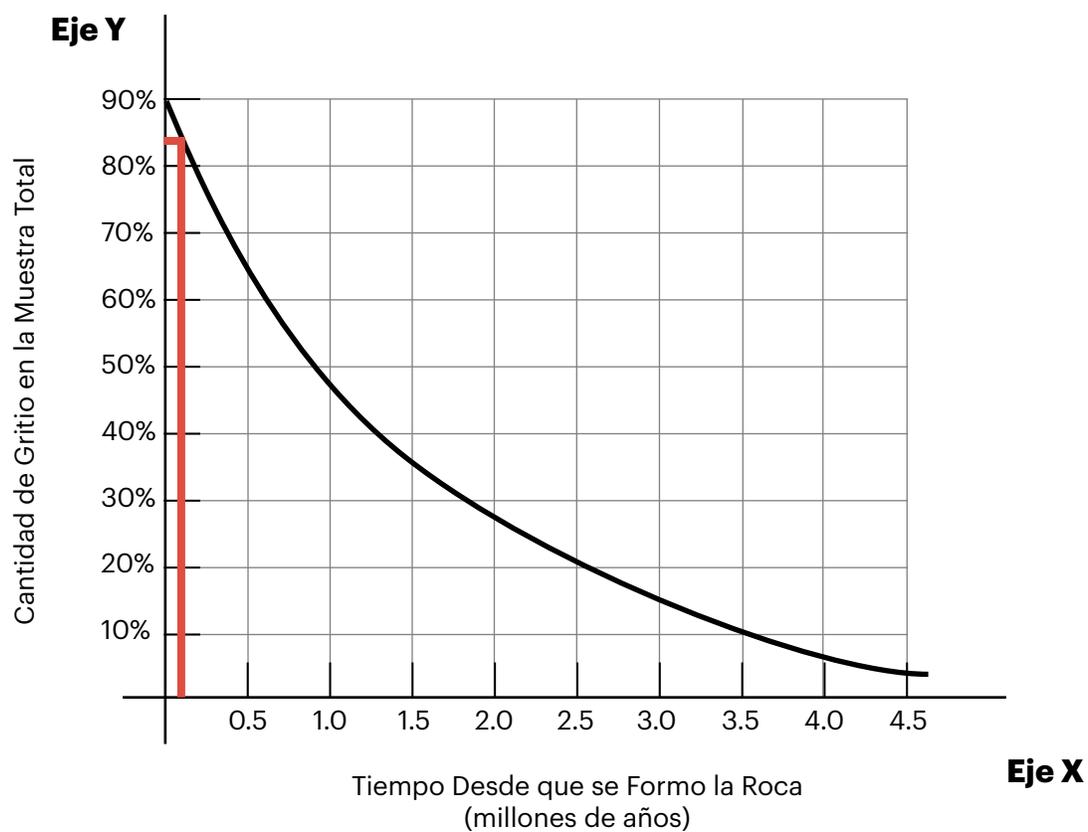


Recursos para el Docente

Partículas Totales: 216
Partículas de Gritio: 80 (37%)
Partículas de Bandio: 136 (63%)

Recurso para el Docente 3.0: Datos de Datación Radiométrica

Clave de Datos - Fósil de *Patagotitan mayorum* de Argentina (Máximo)



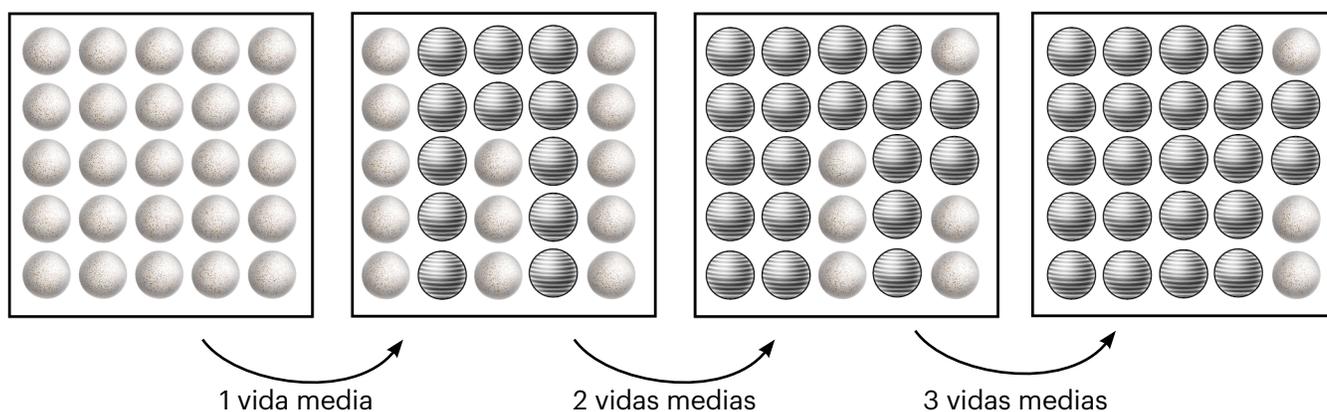
Partículas Totales: 216
Partículas de Gritio: 179 (83%)
Partículas de Bandio 37 (17%)

Recursos para el Docente

Suplemento de Datación Radiométrica (opcional)

Recurso para el Docente 4.0:

Use este recurso solo si desea cubrir el concepto de período de semidesintegración con sus estudiantes. Se trata de un término que los estudiantes pueden haber oído en relación con la datación radiométrica. Este suplemento explica el modo en que el período de semidesintegración se relaciona con los otros conceptos de esta investigación.



Los períodos de semidesintegración se utilizan como parámetro para distintos tipos de elementos que se usan en la datación radiométrica. En la naturaleza, cada elemento tiene su período de semidesintegración, por lo cual se los utiliza para duraciones de datación específicas.

Capas de Roca en el Tiempo

Recurso para el Docente 5.0:

Imagen A: Capas de Roca Sedimentaria Expuestas



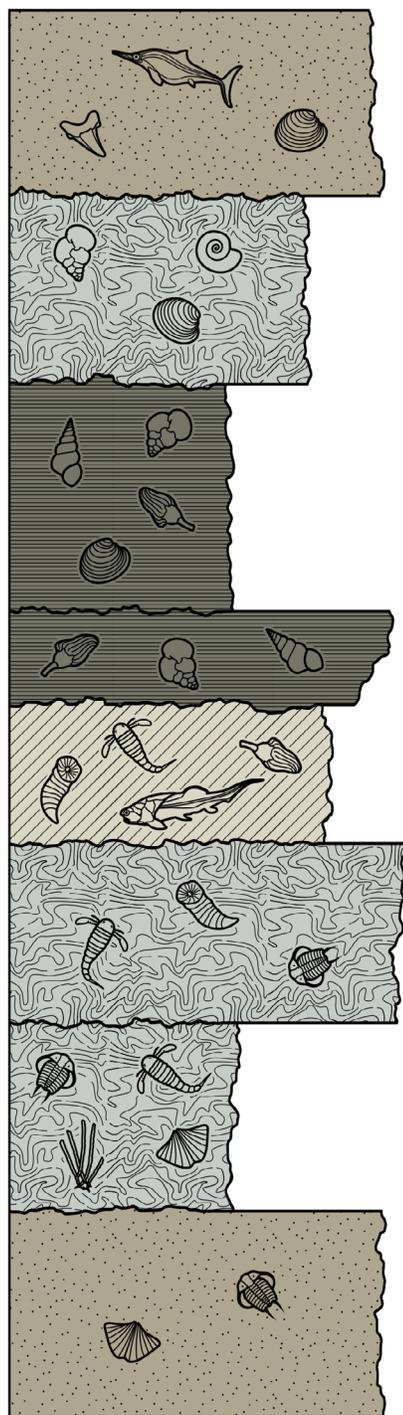
Imagen B: Roca en Capas Plegada Cerca de la Falla



Recursos para el Docente

Recurso para el Docente 5.0: Capas de Roca en el Tiempo

Imagen C: Unidades de Roca, Cada Una con Distintos Fósiles



Clave para las unidades de roca

-  arenisca
-  esquisto
-  caliza
-  dolomita

Clave para los fósiles

-  Diente de tiburón
-  Placodermo
-  Foraminíferos
-  Amonita
-  Braquiópodos
-  Crinoideo
-  Euripteride
-  Gastrópodo
-  Graptolita
-  Pelecypod
-  Coral de rugoso
-  Trilobite
-  Ictiosaurio

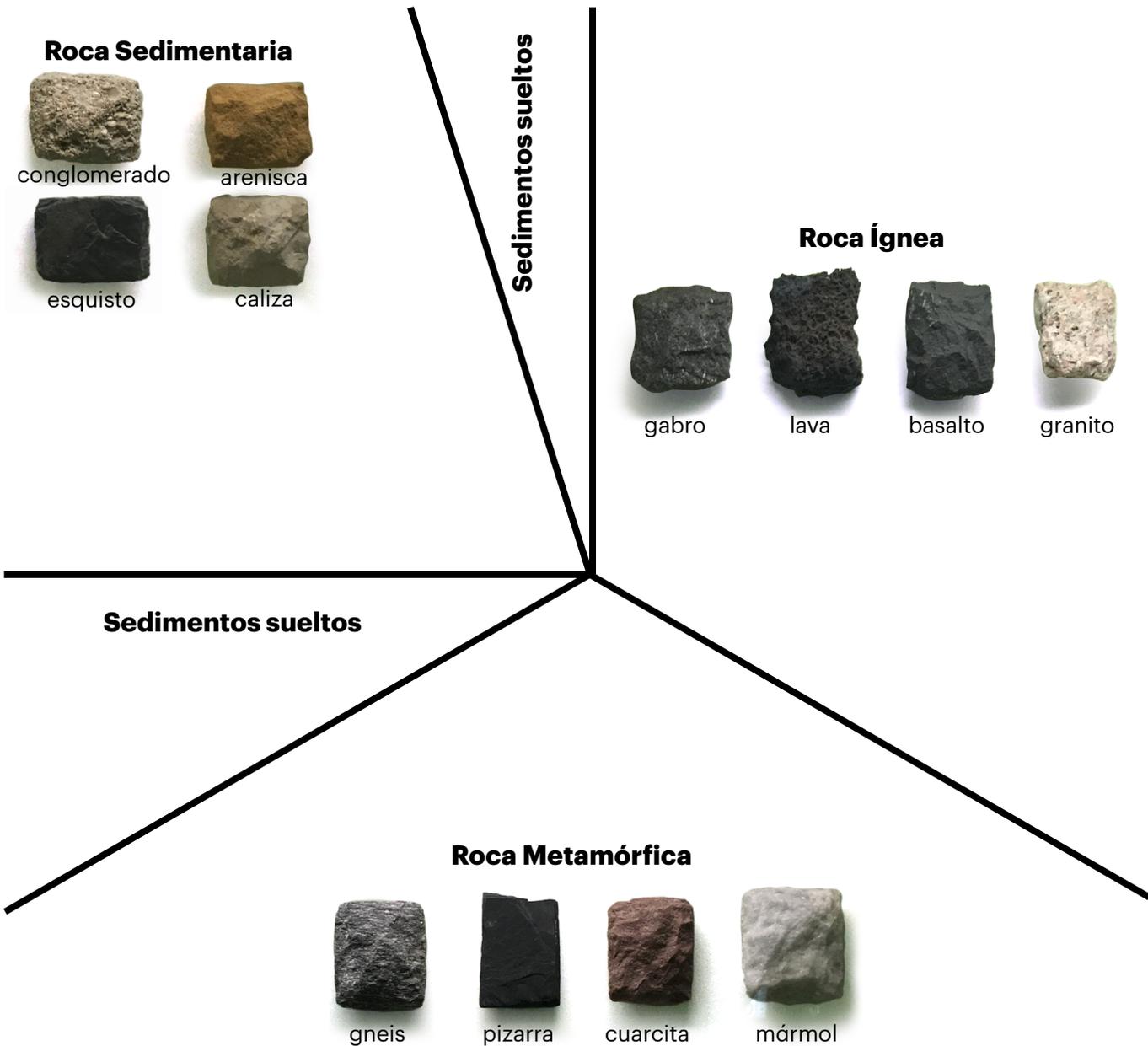
Hitos en la Historia de la Tierra

Recurso para el Docente 6.0:

Suceso	Edad <i>(millones de años atrás)</i>	Distancia en la Línea de Tiempo	
		<i>(metros)</i>	<i>(pies - pulgadas)</i>
Se forma la Tierra	4,570	9.14	30 - 0
Comienza la vida	3,800	7.60	25 - 0
Abundan las bacterias, las algas y los hongos	3,000	6.10	20 - 0
Abundan las esponjas, los gusanos y las medusas	540	1.10	3 - 6
Aparecen los primeros peces	480	0.98	3 - 2
Primeros animales de cuatro patas	400	0.79	2 - 7
Primeros animales que ponen huevos en la tierra (amniotas)	330	0.67	2 - 1
Aparecen los primeros dinosaurios	230	0.46	1 - 6
Aparecen los primeros mamíferos	210	0.44	1 - 5
Abundan los dinosaurios y aparecen las aves	160	0.30	1 - 0
Aparecen plantas con flores	14	0.27	0 - 11
Se extinguen los dinosaurios	66	0.13	0 - 5
Abundan los mamíferos	50	0.10	0 - 4
Aparecen los primeros humanos	3	0.05	0 - 2

Modelo del Ciclo de las Rocas

Recurso para el Estudiante 1.0



Recurso para el Estudiante

Recurso para el Estudiante 1.0: Modelo del Ciclo de las Rocas

Erosión

El agua, el viento y organismos vivos minúsculos desgastan las rocas lentamente y las descomponen en partículas muy pequeñas.

Erosión

El agua, el viento y organismos vivos minúsculos desgastan las rocas lentamente y las descomponen en partículas muy pequeñas.

Metamorfismo

El calor intenso y la presión transforman las rocas, cambiando su composición mineral y sus características físicas.

Metamorfismo

El calor intenso y la presión transforman las rocas, cambiando su composición mineral y sus características físicas.

Sedimentación

Pequeños fragmentos y partículas de rocas erosionadas se compactan y forman capas de roca.

Sedimentación

Pequeños fragmentos y partículas de rocas erosionadas se compactan y forman capas de roca.

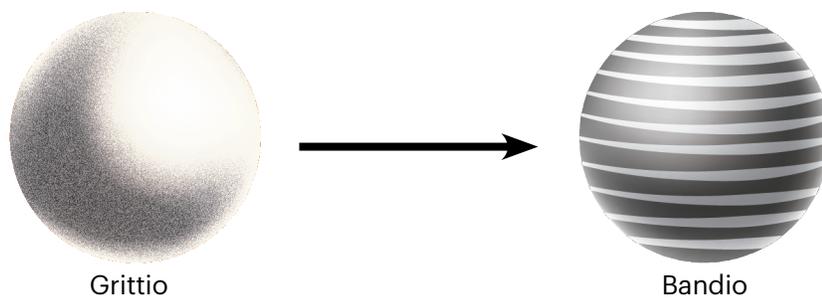
Cristalización

Cuando el magma sale del interior del manto de la Tierra y se endurece para convertirse en roca ígnea de la corteza.

Investigación de Partículas

Recurso para el Estudiante 2.0

Toda la materia —todo lo que se encuentra en el universo, incluidas las rocas de la Tierra— está compuesta por partículas muy pequeñas llamadas átomos. No podemos ver los átomos a simple vista, pero podemos observarlos indirectamente mediante instrumentos específicos. Hoy trabajaremos con elementos ficticios llamados *bandio* y *gritio* para comprender mejor cómo se comportan las partículas.



Los científicos reconocen que algunos tipos de materia cambian con el tiempo y, en algún punto, se transforman en tipos de materia completamente distintos. Estos elementos cambiantes se denominan "elementos radiactivos". Cuando cambian, se transforman en un elemento más estable. El elemento inicial suele denominarse "elemento padre", mientras que el que surge en la transformación es el "elemento hijo".

En la imagen de arriba...

¿Cuál es el nombre y el color del elemento padre?

¿Cuál es el nombre del elemento hijo?

Estos cambios se dan en las partículas individuales del elemento (los átomos), pero no todas las partículas cambian al mismo tiempo. Al estudiar varias muestras, los científicos han descubierto que la cantidad de tiempo que tardan la mitad de las partículas en cambiar al nuevo elemento es muy regular, como el tictac de un reloj.

Recurso para el Estudiante 2.0 Investigación de Partículas

Para determinar la edad de nuestras muestras de roca, debemos investigar cómo han cambiado muchas partículas a este nivel atómico. Por suerte, nuestras muestras han sido preparadas con anticipación por un científico llamado "geoquímico", que utiliza equipos especiales, y podemos concentrarnos en realizar observaciones a nivel de las partículas.

Antes de analizar los datos provistos por los geoquímicos, observa la muestra de tu grupo y registra tus observaciones y preguntas en los recuadros a continuación.

Observaciones sobre la roca de apariencia física	Observaciones sobre la muestra de partículas

Recurso para el Estudiante 2.0 Investigación de Partículas

Etiqueta de la Muestra:	Ubicación de la Muestra:
-------------------------	--------------------------

Cantidad Total de Partículas en la Muestra:

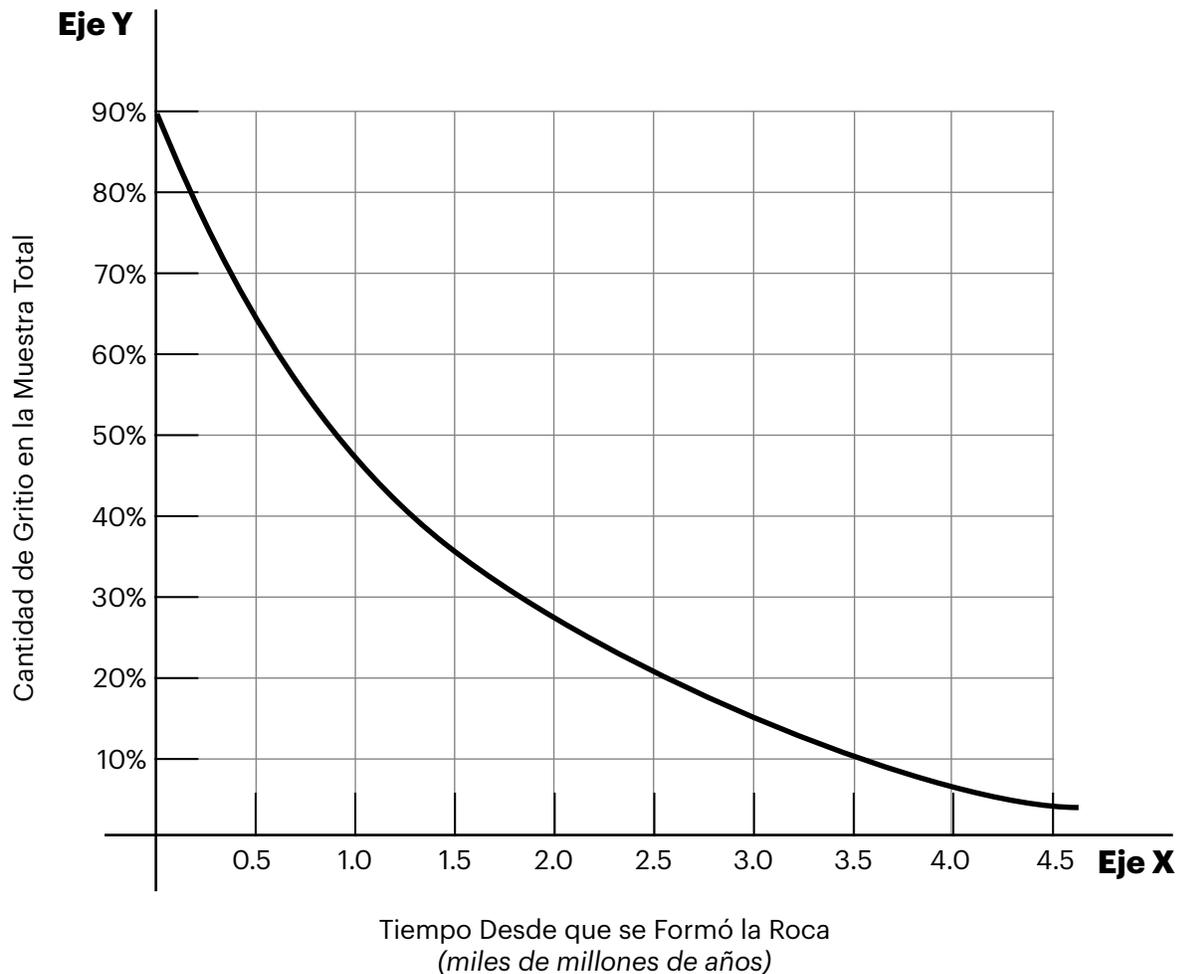
Partículas de Gritio en la Muestra:	Partículas de Bandido:
-------------------------------------	------------------------

Porcentaje de Gritio en el total de la muestra (<i>muestra tu trabajo en el siguiente espacio</i>):

Recurso para el Estudiante 2.0 Investigación de Partículas

Los científicos que han estudiado cómo cambia la cantidad de Bandio y de Gritio en el tiempo han creado una referencia que podemos utilizar al analizar nuestras muestras. Con base en los cálculos anteriores, sigue los tres pasos que se presentan a continuación para determinar dónde se ubica la muestra en el gráfico lineal.

- 1 Realiza una marca en el eje Y lo más cerca posible, en el lugar que corresponde al porcentaje de Gritio que calculaste en la página anterior.
- 2 Dibuja una línea horizontal desde el punto que marcaste en el eje Y hasta la curva, y marca un punto en la curva.
- 3 Ahora dibuja una línea vertical desde el punto de la curva hasta el eje X.
- 4 Calcula la edad de la muestra basándote en el lugar en que la línea vertical se une con el eje X.



Acertijo sobre Fósiles

Recurso para el Estudiante 3.0

Instrucciones:

- 1 Recorta las tarjetas de fósiles de las páginas 2 y 3.
- 2 Dispón las tarjetas en tu escritorio con la cara hacia arriba.
- 3 Encuentra la carta que está marcada con la letra R. Esta es la primera carta de la secuencia.
- 4 Ordena las tarjetas teniendo en cuenta que la tarjeta de fósiles más antigua es la primera de la secuencia (debe ubicarse debajo de todo). Cada tarjeta representa una nueva capa de roca en una línea de tiempo de los fósiles en distintas capas de roca.
- 5 Tras haber respondido las preguntas de la página siguiente, vuelve a colocar las cartas en el sobre.

Preguntas:

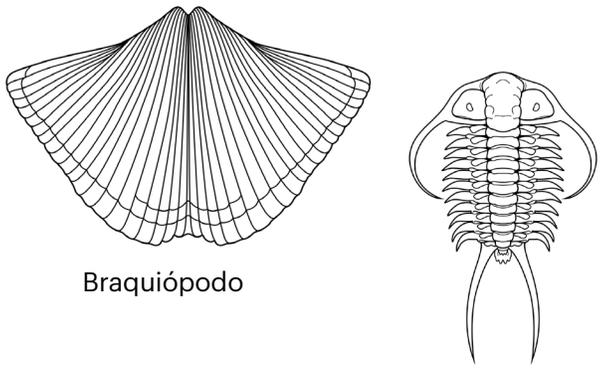
1. Escribe la secuencia de letras (que aparecen en la esquina izquierda inferior) desde la capa de roca más antigua hasta la más joven.

2. ¿Qué fósiles podrían ser fósiles índice? ¿Por qué?

3. ¿Qué fósiles no podrían usarse como fósiles índice? ¿Por qué?

Recurso para el Estudiante 3.0: Acertijo sobre Fósiles

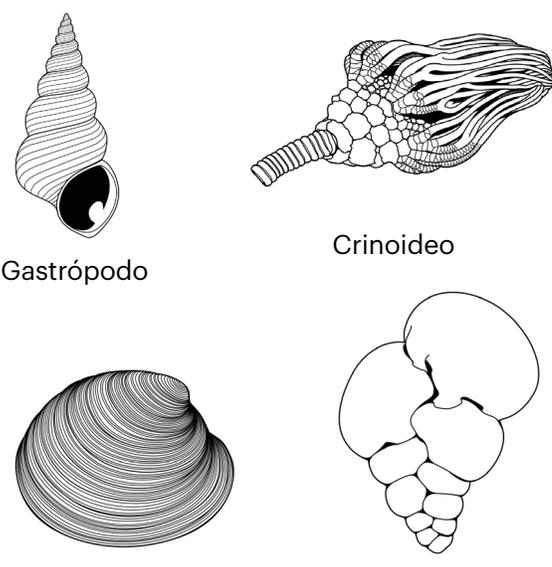
R



Braquiópodo

Trilobite

W



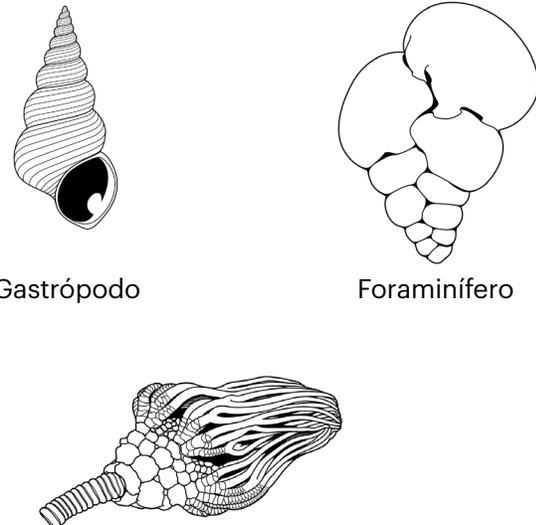
Gastrópodo

Crinoideo

Pelecípodo

Foraminífero

S

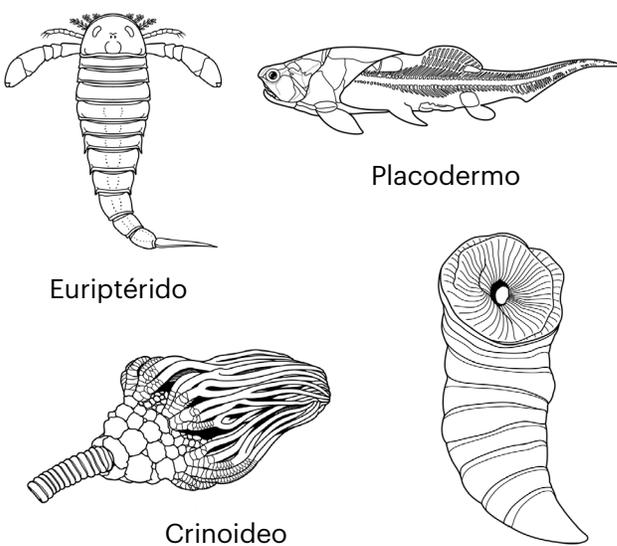


Gastrópodo

Foraminífero

Crinoideo

U



Euriptérico

Placodermo

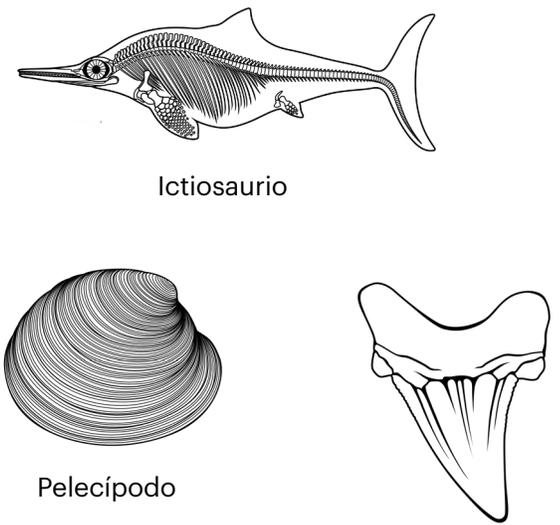
Crinoideo

Coral rugoso

Recursos para el Estudiante

Recurso para el Estudiante 3.0: Acertijo sobre Fósiles

L

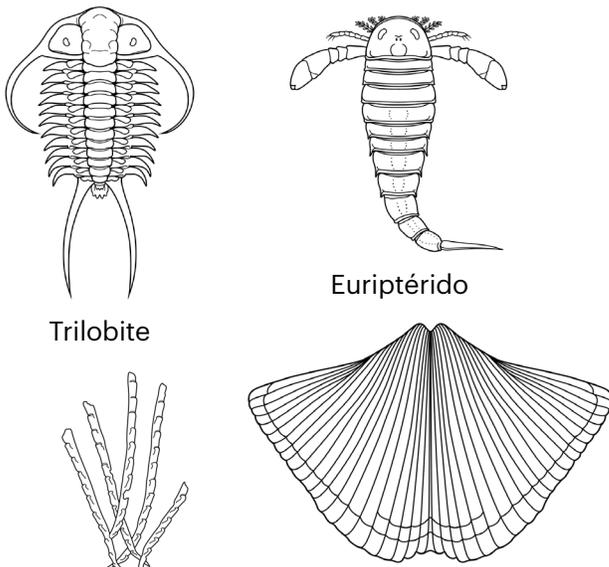


Ictiosaurio

Pelecípodo

Diente de tiburón

E



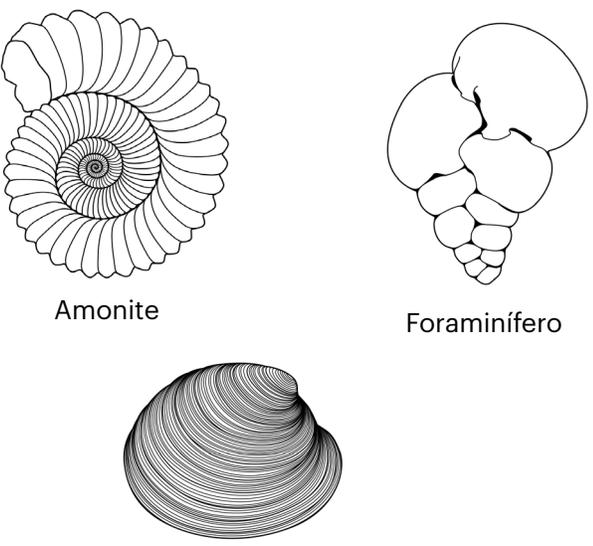
Trilobite

Euriptérico

Graptolito

Braquiópodo

A

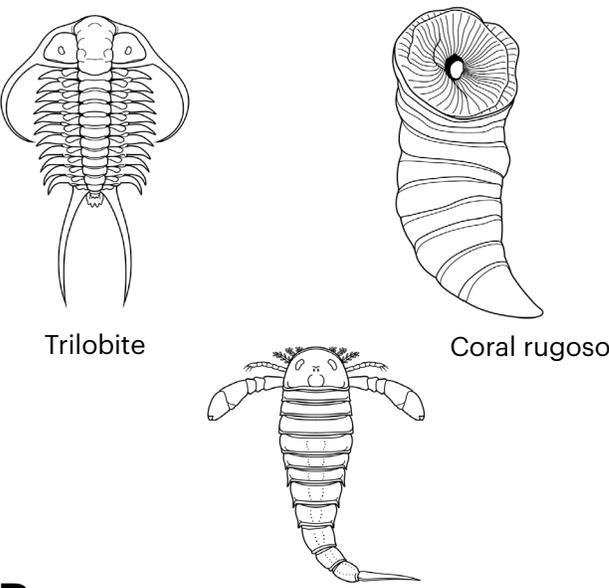


Amonite

Foraminífero

Pelecípodo

P



Trilobite

Coral rugoso

Euriptérico

Recursos para el Estudiante

Proyecto de Línea de Tiempo sobre la Historia de la Tierra

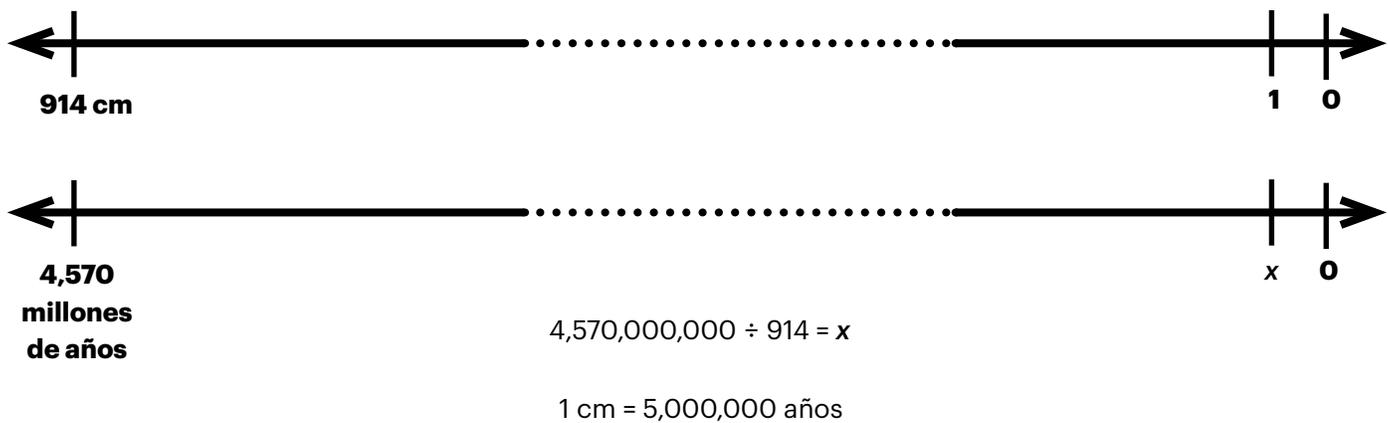
Recurso para el Estudiante 4.0

La línea de tiempo mide 9.14 metros. ¿Cuántos centímetros hay en la línea de tiempo? Muestra tu trabajo a continuación.
(Pista: en 1 metro hay 100 centímetros)

La línea de tiempo abarca 4,570 millones de años. ¿A cuántos millardos de años equivale este número? Muestra tu trabajo a continuación.

(Pista: 4,570 millones también se puede escribir 4,570,000,000).

Para conocer la relación entre centímetros y años en nuestra línea de tiempo, podemos usar una línea de números doble para visualizar la relación entre ambas escalas.



¿A qué distancia del año presente (o metros) deberías ubicar el acontecimiento que estudiaste en la investigación sobre partículas?

Muestra tu trabajo a continuación.



THE GRIFFIN DINOSAUR EXPERIENCE



El Kit de Herramientas para el Docente es parte de la Experiencia con Dinosaurios Griffin, y es posible gracias al generoso apoyo del Fondo Benéfico Kenneth C. Griffin.

Patrocinador