

La simulación de los isótopos de oxígeno con chuches

Demostrando cómo los isótopos de oxígeno registran las temperaturas del pasado de la Tierra

El oxígeno tiene dos isótopos comunes; el ^{16}O tiene una masa atómica de 16 y es el átomo más común del oxígeno mientras que el ^{18}O es el oxígeno pesado y representa un 1/500 del oxígeno terrestre. La proporción de oxígeno pesado en los testigos de hielo y en las conchas de animales marinos microscópicos y los testigos del fondo del mar profundo, pueden mostrar la temperatura de la Tierra en aquel tiempo – es el llamado “proxy” que, interpretado adecuadamente, se puede utilizar para indicar las temperaturas pasadas de la Tierra.

Demuestre cómo pueden cambiar las proporciones de los isótopos de oxígeno en diferentes regiones. Compre varios paquetes de chuches de colores i sepárelas por colores. Mezcle unas cuantas chuches de color oscuro con otras de color claro en un recipiente de plástico que representará un océano tropical:

- las chuches oscuras representan agua con oxígeno pesado – ^{18}O ;
- las chuches claras representan agua con oxígeno normal – ^{16}O .

Ponga otro contenedor de plástico sobre la parte

izquierda de una bandeja (o similar) invertida, que representará la atmósfera, tal como muestra la foto. Ponga un tercer recipiente vacío en el extremo derecho de la bandeja para representar el casquete polar de hielo; rotúlelos como se muestra. Ahora, haga funcionar la simulación dos veces tal como se muestra debajo en el orden de los números que aparecen en las casillas 1-2-3.



El montaje. (Chris King.)

Note que para remarcar los efectos, la proporción de chuches oscuras respecto de las claras se sitúa alrededor del 50 por ciento, mientras que la proporción real de ^{16}O respecto de ^{18}O es de 500:1.

Jugada 1: la Tierra templada durante un interglaciario		
	Atmósfera	
	2. Desplace el recipiente “atmósfera” por encima de la bandeja para representar una masa de aire que se mueve de los trópicos hacia el polo. A medida que se mueve, llueve y, así, algunas chuches caen del recipiente de la “atmósfera” al del “océano” que también se mueve por debajo. “Llueven” algunas chuches oscuras más que de claras porque, al ser más densas, se condensan más fácilmente.	
Océano tropical	Océano templado	Casquete de hielo polar
1. Mueva aproximadamente la mitad de las chuches claras desde el recipiente del “océano” al de la atmósfera; ahora, añada un poco menos de la mitad de las oscuras también a la “atmósfera”. Estas son moléculas de agua que contienen oxígeno que se evaporen del océano hacia la atmósfera; el agua con oxígeno pesado (^{18}O) se evapora más lentamente (porque es más denso) y esta es la razón de que haya menos chuches oscuras.		3. El extremo derecho de la bandeja es la región polar. Aquí, las moléculas restantes “llueven” sobre el casquete polar, ya sea en forma de lluvia o de nieve. Mueva todas las chuches que queden en el recipiente de la “atmósfera” al recipiente del “casquete de hielo polar”.
El resultado en el océano		El resultado en el casquete de hielo polar
Se han añadido algunas chuches de los dos colores al océano, de manera que todavía hay una mezcla de aproximadamente mitad y mitad.		El hielo del casquete polar contiene más chuches claras que oscuras– la proporción de chuches oscura a claras es muy grande

Jugada 2: Tierra más fría durante un período glacial		
	Atmósfera	
	2. Desplace el recipiente “atmósfera” por encima de la bandeja para representar una masa de aire que se mueve de los trópicos hacia el polo. Ahora la Tierra es mucho más fría y, así, llueve mucho más en el recipiente del “océano”. Llueven la mayoría de chuches oscuras juntamente con muchas de color claro.	
Océano tropical	Océano templado	Casquete de hielo polar
1. Retorne todas las chuches al recipiente del “océano” y repita la primera parte de la “Tirada 1” puesto que el océano es aún tropical, con una tasa de evaporación similar.		3. El resto de moléculas de agua “llueven” desde el recipiente de la “atmósfera” al recipiente del casquete de hielo polar – mueva todas las chuches restante al recipiente del “casquete de hielo polar”.
El resultado en el océano		El resultado en el casquete de hielo polar
Se han añadido al “océano” más chuches oscuras que en la Jugada 1, de manera que el océano es más rico en oxígeno pesado (^{18}O).		El gel del casquete de hielo polar contiene casi únicamente chuches de color claro, con muy pocas oscuras – la proporción de chuches oscura a claras es menor que en la Jugada 1. Así, el casquete de hielo polar es más pobre en oxígeno pesado (^{18}O).

Estas dos jugadas muestran que:

- durante los períodos glaciares fríos, los casquetes polares acumulan proporciones menores de oxígeno pesado (^{18}O). Por tanto, si se extraen testigos de las capas de hielo con una proporción de ^{18}O **baja**, la Tierra debía ser fría – un período glacial;
- pero, al mismo tiempo, los océanos tenían proporciones ^{18}O altas que se incorporaron a las conchas de los animales que caían al fondo del mar

al morir, de manera que testigos de sondeos del océano profundo con **altas** proporciones de ^{18}O también demuestran que la Tierra era fría o glacial en aquel tiempo.

Lo contrario también es cierto:

- altas proporciones de ^{18}O en las capas de hielo polar indican un período interglacial;
- bajas proporciones de ^{18}O en las capas profundas del mar también indican un período interglacial.

Ficha técnica

Título: La simulación de los isótopos de oxígeno con chuches.

Subtítulo: Demostrando cómo los isótopos de oxígeno registran las temperaturas del pasado de la Tierra.

Tema: Dos jugadas de una actividad, usando chuches de colores, simulan cómo las proporciones de ^{16}O i ^{18}O pueden indicar las temperaturas pasadas de la Tierra.

Edad de los alumnos: de 16 años en adelante

Tiempo necesario: 15 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- explicar por qué la densidad de una molécula de agua (si contiene ^{16}O u ^{18}O) afecta a sus tasas de evaporación y condensación;
- explicar cómo cambia en las masas de aire que viajan de los trópicos a los polos, la proporción de ^{16}O : ^{18}O ;

- explicar que la cantidad de cambio depende de la cantidad de lluvia que, a su vez, depende de la temperatura de la Tierra en aquel momento.
- explicar que altas proporciones de ^{18}O en las capas de hielo indican un período interglacial (y viceversa), mientras que bajas proporciones de ^{18}O en las capas profundas del mar también indican un período interglacial (y viceversa).
- usar una simulación para per justificar estas explicaciones.

Contexto:

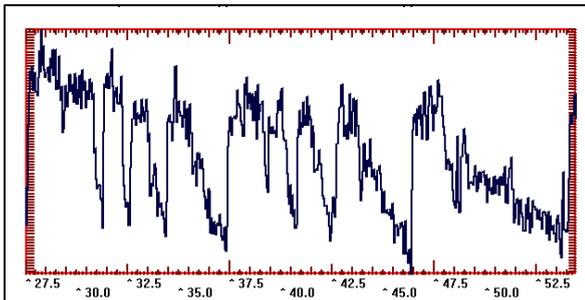
Las explicaciones de las proporciones relativas de ^{18}O y ^{16}O en los océanos, la atmósfera y los sedimentos del fondo del mar pueden ser de difícil comprensión. Asimismo, aparece un posible preconcepto al percibir que **altas** proporciones de ^{18}O en los sedimentos indican un período glacial y que también indican un período glacial las **bajas** tasas de ^{18}O en los testigos de hielo. Las dos jugadas de esta demostración ayudan a clarificar este tema.

Esta comprensión se puede utilizar para interpretar la gráfica de temperaturas e isótopos de oxígeno encontradas en un testigo de hielo.



Un testigo de hielo.

Cedido por Laurent Augustin bajo licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported .



Parte de la curva NGRIP de los isótopos de oxígeno. El frío está arriba y el calor abajo. Las cifras son edades en millones de años.

Cedido al dominio público por Merikanto=commonswiki.

Ampliación de la actividad:

Pruebe de continuar con la Earthlearningidea "La simulación con chuches de los testigos".

Principios subyacentes:

- El ^{18}O tiene una densidad de vapor más grande que el ^{16}O y, por tanto, se evapora menos fácilmente y condensa más fácilmente que el ^{16}O .

- Las moléculas de agua que contienen oxígeno pesado (^{18}O) se evaporan con menos facilidad que las que contienen oxígeno "normal" ^{16}O , a causa de la diferencia en la densidad del vapor.
- Cuanta más lluvia produce una masa de aire, más ^{18}O en relación con el ^{16}O .
- Las masas de aire que se desplazan de los trópicos a los polos en tiempos glaciares pierden más lluvia y, por tanto, más ^{18}O que las masas similares durante los tiempos interglaciares.
- Las capas de nieve que se acumulan en los casquetes polares contienen menos ^{18}O durante los tiempos glaciares que en los interglaciares.
- La lluvia de las masas de aire que se mueven hacia los polos cae sobre el océano, enriqueciéndolo en ^{18}O .
- Los océanos, los animales con concha que viven en ellos y los sedimentos de sus fondos, contienen más ^{18}O durante los períodos glaciares que en los interglaciares.
- La relación $^{18}\text{O}:^{16}\text{O}$ se puede utilizar como una aproximación del cambio climático, ya que indica cuando la Tierra estaba sometida a condiciones glaciares e interglaciares en el pasado.

Desarrollo de habilidades cognitivas:

La simulación permite construir un modelo; aparece un conflicto cognitivo a causa de que un contenido en ^{18}O en una muestra de hielo tiene un significado de temperatura diferente del que tiene en una muestra de sedimento. Enlazar la simulación con la realidad implica el establecimiento de nuevas conexiones.

Material:

- varias bolsas de chuches que se pueden separar en diferentes colores
- tres recipientes de plástico como los de la foto
- una bandeja u objeto similar para elevar el recipiente de la "atmósfera" sobre la mesa
- los rótulos adjuntos a esta Earthlearningidea

Enlaces útiles:

- *Global warming – the complete briefing*, de Sir John Houghton Cambridge University Press.
- "Science of the Earth" 'Changes to the Atmosphere" a:http://www.esta-uk.net/pubarchive/index_htm_files/SoE1_Changes_to_the_Atmosphere.pdf, publicado por la ESTA

Fuente: Diseñado por Duncan Hawley.

© **El Equipo de Earthlearningidea.** El equipo de Earthlearningidea produce periódicamente una idea didáctica de bajo coste, con los mínimos recursos, para educadores y profesores de Ciencias de la Tierra a nivel escolar, con una discusión online sobre cada idea con el fin de desarrollar una red de apoyo global. "Earthlearningidea" tiene una financiación mínima y se produce mayoritariamente de forma voluntaria. No se aplica el Copyright del material de esta unidad si se usa en el laboratorio o en el aula. El Copyright de materiales de otros editores les sigue perteneciendo. Cualquier organización que quiera usar este material deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.

Nos hemos esforzado para localizar y contactar los propietarios del copyright de los materiales de esta actividad y obtener su permiso. Por favor, pónganse en contacto con nosotros si, a pesar de ello, creen que se ha vulnerado su copyright: les agradeceremos cualquier información que nos ayude a actualizar nuestros registros.

Si tiene dificultades para leer estos documentos, por favor, póngase en contacto con el equipo de Earthlearningidea para obtener ayuda.



Atmósfera

Océano templado

Ronda 1: Tierra más cálida durante un interglaciar

Ronda 2: Tierra más fría durante un período glacial

Océano tropical

Casquete de hielo polar