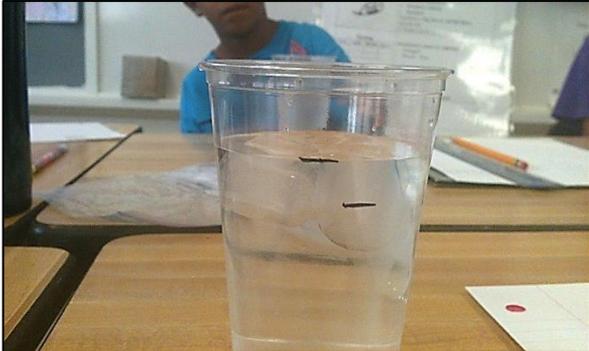


## El nivel del mar en un vaso de plástico

### Ocho formas de cambiar el nivel del agua en un vaso de plástico – y el nivel global del mar

#### El nivel del agua en un vaso de plástico

Ponga un vaso de plástico transparente sobre la mesa y pida a la clase que averigüen de cuántas formas pueden cambiar el nivel del agua en el vaso (arriba o abajo) sin sacar el agua de la superficie.



Cambiando el nivel del agua en un vaso (Clinton Conrad).

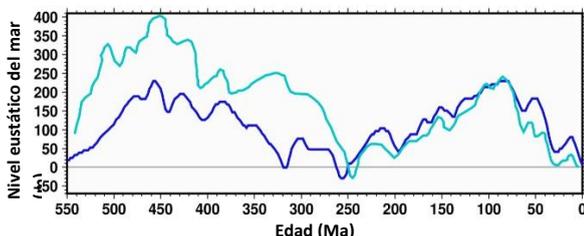
Las posibilidades son:

1. añadir hielo o agua;
2. calentar el agua (aunque quizás no sepan que el calor expande un poco el agua);
3. agujerear el vaso para que salga agua;
4. empujar la base hacia arriba;
5. deformar los lados (pueden combinar los números 4 y 5 al mismo tiempo para “deformar el vaso”);
6. poner cosas dentro del vaso;
7. inclinar el vaso (así uno de los lados estará más arriba);
8. cambiar la gravedad (esto no acostumbran a sugerirlo).

Muchas clases sugieren rápidamente al menos cuatro de estas ideas. Aparte de calentar y cambiar la gravedad, todas son fáciles de demostrar.

#### El nivel del mar en la Tierra

Esta gráfica muestra el cambio en el nivel del mar a lo largo de los últimos 500 Ma. Pero ¿cómo se puede producir esto?



Dos estimaciones científicas de los cambios en el nivel global del mar durante los últimos 550 millones de años. (Clinton Conrad).

Todos los métodos para cambiar el nivel del agua en un vaso citados más arriba también afectan al nivel del mar global. [Hemos excluido la idea de extraer agua de la superficie del vaso (por ejemplo, por vertido o evaporación) porque el agua no es extraída de la Tierra.]

1. **Añadir agua o hielo:** La fusión de las masas de hielo continentales o glaciares añade agua al océano haciendo subir el nivel global del mar, como puede verse en la Earthlearningidea *Fusión de hielo y cambio del nivel del mar 2 – casquetes*

*glaciales*. Esto pasa actualmente a medida que la Tierra se calienta; se estima que contribuye en un 50% a la actual subida del nivel del mar.

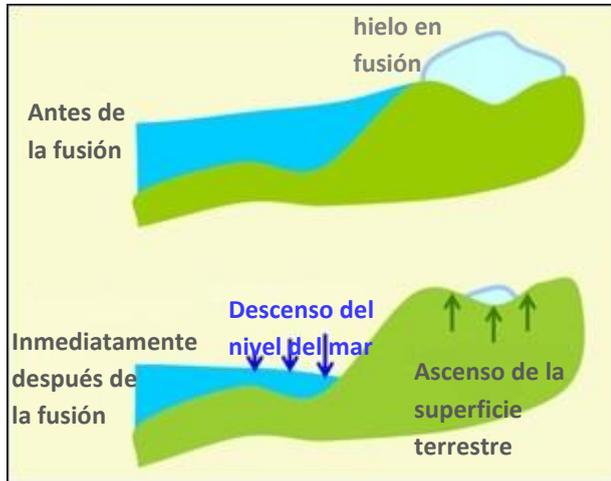
2. **Calentar agua:** A medida que la Tierra se calienta, el océano se expande. Se estima que la expansión oceánica contribuye actualmente en un 50% a la actual subida del nivel del mar.
3. **Agujerear el vaso para que salga agua:** Cuando las placas subducen, arrastran agua con ellas, principalmente como minerales hidratados, extrayendo así agua de los océanos. Una parte de esta agua atraviesa la placa suprayacente y vuelve a la superficie, pero otra puede permanecer en el manto durante millones o miles de millones de años hasta que sale en forma de gas a través de volcanes. Un cálculo ha mostrado que el nivel global del mar baja unos 5 m cada 10 Ma a medida que los océanos se “vierten” en el manto.
4. **Empujar la base hacia arriba:** La velocidad de separación de los márgenes divergentes de placas ha variado a lo largo del tiempo geológico. Cuando es más rápida, las dorsales son más altas y anchas haciendo así que suba el nivel del mar.
5. **Deformar los lados:** Cuando los continentes chocan, las masas continentales son forzadas a elevarse formando cordilleras, ampliando así las cuencas oceánicas (o “estirando los lados del vaso hacia fuera”). Se estima que el choque de India con Asia causó un descenso 25 m del nivel global del mar.
6. **Poner cosas dentro del vaso:** Los sedimentos y los materiales volcánicos continuamente se añaden a las cuencas oceánicas provocando un ascenso estimado del nivel del mar de un metro cada millón de años.
7. **Inclinar el vaso:** Cuando se acumula hielo sobre los continentes, su masa hunde la tierra de debajo dentro del manto sólido pero rígido que fluye lentamente hacia los lados y crea un abombamiento del océano cercano aumentando así el nivel del mar. Cuando el hielo funde pasa lo contrario como muestra el esquema de la página siguiente.

El “rebote” isostático no solo provoca que baje el nivel del mar al colapsar el abombamiento, sino también cambios locales a medida que varían las líneas de costa. Véanse las Earthlearningideas sobre isostasia, *Isostasia 2: “rebotando” después del hielo* e *Isostasia en la cocina 2: “rebotando”*.



El “rebote isostático” de la corteza después de la fusión del hielo con el “rebote hacia abajo” asociado de los abombamientos submarinos. (Clinton Conrad).

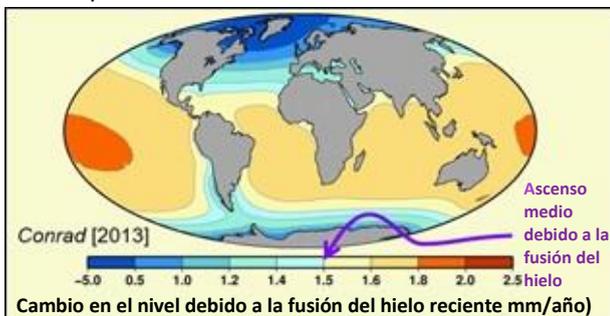
**8. Cambiar la gravedad:** Los geocientíficos descubrieron la isostasia estudiando zonas próximas al Himalaya, cuando intentaban situar horizontalmente sus instrumentos usando una plomada; no lo podían hacer porque la masa de plomo era atraída hacia la masa de los Himalayas que cambiaban así la gravedad local. El efecto de este tipo de atracción sobre el nivel del mar se muestra en el esquema. La masa extra del hielo atrae el agua de mar, aumentando el nivel local pero, cuando el hielo funde, cesa la atracción y el



baja otra vez.

"Estiramientos" horizontales de masas continentales cercanas que afectan el nivel local del mar. (Clinton Conrad).

Este efecto se muestra en el mapa de debajo. El nivel del mar baja cerca de los casquetes que se funden pero sube en el resto de la Tierra.



Subida no uniforme del nivel del mar debida a la fusión de las masas de hielo – el nivel del mar baja cerca de las regiones polares donde los hielos están fundiendo. (Clinton Conrad).

**El nivel del mar en la Tierra - a diferentes escalas temporales**

El esquema resumen de la página siguiente muestra los cambios en el nivel del mar a:

**A) Escalas históricas, de centenares a miles de años**

- "Añadir agua o hielo" – fusión de glaciares y casquetes en una Tierra que se calienta.
- "Cambiar la gravedad" – cambiando la atracción de masas próximas a medida que la tierra asciende por isostasia.
- "Calentar el agua" – calentamiento y expansión de los océanos a causa del calentamiento de la Tierra.

**B) Escalas de edades glaciales, de miles a millones de años**

- "Inclinar el vaso" – cambios isostáticos que cambian tanto el nivel del mar como los niveles continentales.

**C) Escalas de placas tectónicas, de millones a miles de millones de años**

- "Empujar la base hacia arriba" – el ascenso de las cordilleras dorsales en momentos de divergencia rápida de placas provoca el incremento del nivel del mar.
- "Deformar los lados" estirando hacia fuera – el choque de límites continentales de placa, que ensancha los océanos, provoca una bajada del nivel del mar.
- "Poner cosas dentro del vaso" – cambios en la sedimentación y el volcanismo; su incremento provoca el ascenso del nivel del mar.
- "Agujerear el vaso para que salga agua" – la pérdida de agua en las placas que subducen provoca descensos en el nivel del mar.

Los resultados de todos estos efectos trabajando conjuntamente se pueden ver en los cambios del nivel global del mar mostrados en una gráfica más arriba y en los cambios locales de nivel del mar observables en las costas de todo el mundo.



Resumen de los cambios en el nivel del mar. (Clinton Conrad).

### Ficha técnica

**Título:** El nivel del mar en un vaso de plástico

**Subtítulo:** Ocho formas de cambiar el nivel del mar en un vaso de plástico – i el nivel global del mar

**Tema:** Se utilizan discusiones de aula sobre cómo se puede cambiar el nivel del agua en un vaso de plástico para introducir los procesos de cambio del nivel del mar en la Tierra.

**Edad de los alumnos:** de 14 años en adelante

**Tiempo necesario:** 45 minutos

**Aprendizajes de los alumnos:** Los alumnos pueden:

- explicar cómo se puede cambiar el nivel del agua en un vaso de plástico;
- explicar cómo se relaciona la analogía del vaso de plástico con los procesos que modifican el nivel del mar en la Tierra.

**Contexto:**

El nivel del mar puede cambiar globalmente (se le denomina cambio **eustático**) o localmente por ascenso o descenso de la tierra.

Las escalas relativas de tiempo implicadas son:

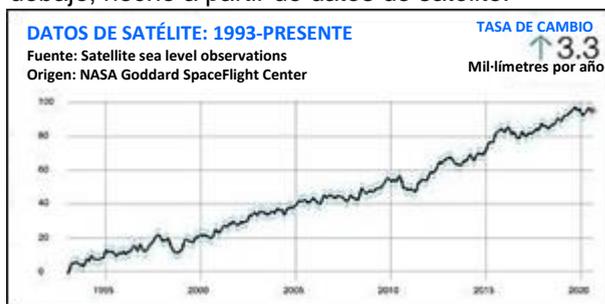
Años ↑ Miles de millones de años	Cambiar la gravedad
	Calentar el agua
	Inclinar el vaso
	Añadir agua o hielo
	Deformar los lados
	Poner cosas dentro del vaso
	Deformar la base
	Hacer un agujero

En general, el agua se expande un 4% cuando se calienta desde temperatura ambiente hasta ebullición.

**Ampliación de la actividad:**

Pruebe a añadir hielo, marcando el nuevo nivel con un rotulador y discuta los resultados a medida que el hielo se funda como en la Earthlearningidea *Fusión de hielo y cambio del nivel del mar 2 – casquetes de hielo.*

Pida a la clase cuál de los ocho procesos que pueden cambiar el nivel del mar pueden estar causando el cambio observable en el gráfico de debajo, hecho a partir de datos de satélite:



Cambio en el nivel del mar desde 1993 a 2020 basado en datos de satélite. (NASA – de dominio público).

R. El gráfico muestra el cambio en el nivel global del mar (no el cambio local), de manera que los dos factores que contribuyen son el calentamiento del agua del océano y la fusión de los hielos continentales.

**Principios subyacentes:**

- La fusión de los hielos continentales provoca el aumento del nivel del mar (mientras que la fusión del hielo del mar no cambia el nivel del mar).
- El calentamiento del agua del océano provoca un aumento del nivel del mar.
- El agua es retirada de los océanos por rocas de placas que subducen; una parte de esta agua tarda miles de millones de años en volver a la superficie.
- Las dorsales oceánicas aumentan de volumen cuando la expansión es rápida, elevando así el nivel del mar.
- Los choques entre continentes forman cordilleras, que ensanchan los océanos y hacen bajar el nivel del mar.
- La adición de nuevos sedimentos y materiales volcánicos a los océanos aumenta el nivel del mar.
- Los casquetes de hielo empujan lateralmente las aguas del océano; cuando el hielo fondo se recude esta atracción y el nivel del mar próximo baja; en cambio, a nivel de la Tierra, el nivel sube.
- El trabajo conjunto de todos estos procesos ha causado los cambios en el nivel del mar durante los últimos 550 millones de años y más allá.

**Desarrollo de habilidades cognitivas:**

Desarrollar ideas sobre cómo cambiar el nivel del agua de un vaso es una actividad de construcción de conocimiento; aplicar esto al cambio en el nivel del mar de la Tierra permite establecer nuevas conexiones. Se puede producir conflicto cognitivo al comparar las velocidades de los diferentes procesos.

**Material:**

- un vaso de plástico transparente
- (opcional) hielo y un rotulador

**Enlaces útiles:** Véase:

[https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/199/rising-tides-understanding-sea-level-rise/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/199/rising-tides-understanding-sea-level-rise/) y <https://climatekids.nasa.gov/sea-level/>

Busque “net-zero” en el web de Earthlearningidea para encontrar otras Earthlearningideas relacionadas con el cambio climático.

**Fuente:** Clinton Conrad, Universidad de Oslo, Noruega.

© **El equipo de Earthlearningidea.** El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana de coste mínimo y con recursos mínimos, útil para docentes y formadores de profesores de Ciencias de la Tierra, a nivel escolar de Geología y Ciencias, juntamente con una “discusión en línea” sobre cada idea con la finalidad de desarrollar una red de apoyo. La propuesta de “Earthlearningidea” tiene escasa financiación y depende mayoritariamente del esfuerzo voluntario. Los derechos (copyright) del material original de estas actividades han sido liberados para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceras personas contenido en estas presentaciones sigue perteneciendo a las mismas. Cualquier organización que quiera hacer uso de este material, deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.

Se han hecho todos los esfuerzos posibles para localizar a las personas o instituciones que poseen los derechos de todos los materiales de estas actividades para obtener su autorización. Si cree que se ha vulnerado algún derecho suyo, póngase en contacto con nosotros; agradeceremos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos.

