

## El efecto invernadero en una botella

### Cómo simular el efecto del aumento del nivel de CO<sub>2</sub> en la temperatura de la Tierra

Perfore un pequeño orificio en el tapón de dos botellas de plástico de 750 ml e inserte un termómetro en cada una de ellas. Etiquete las botellas como EXP (experimental) y CTRL (control) Fig. 1. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) debe añadirse a la botella EXP y los tapones NO deben ser herméticos, para que la presión en las botellas sea la misma durante el experimento. El CO<sub>2</sub> es un gas bastante "pesado" que permanecerá en la parte inferior de la botella EXP.

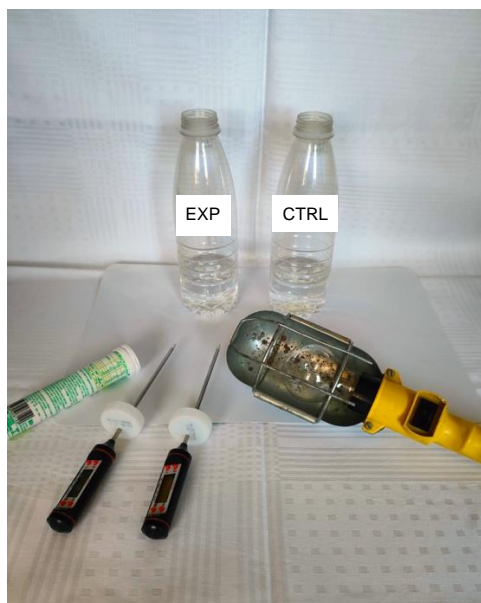


Fig.1 El equipo  
(Foto: Giulia Realdon CC BY-SA)

Vierta 250 ml de agua del grifo en cada botella y compruebe que los termómetros no tocan el líquido. Para que el agua tenga la misma temperatura inicial, mézclela antes de verterla en las botellas.

- Pida a los alumnos que midan y anoten la temperatura inicial del aire en las dos botellas. Abra la botella EXP, añada dos pastillas efervescentes y ciérrela rápidamente.
- Pida a los alumnos que observen lo que ocurre en la botella EXP y que predigan el resultado de la reacción química observada (las pastillas "efervescentes" liberan un gas en el agua). Fig. 2.
- Pida a los alumnos que identifiquen la composición de las pastillas efervescentes y discuta con ellos la reacción química entre las pastillas efervescentes y el agua (las pastillas efervescentes contienen un ácido orgánico y una base, por ejemplo, ácido cítrico y bicarbonato sódico, que reaccionan con el agua liberando dióxido de carbono:  

$$3\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{C}_3\text{H}_2\text{OH}(\text{COOH})_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}_3\text{H}_2\text{OH}(\text{COONa})_3(\text{aq})$$

Advertencia: Esta reacción es endotérmica, por lo que la temperatura en la botella EXP bajará un poco antes de estabilizarse.

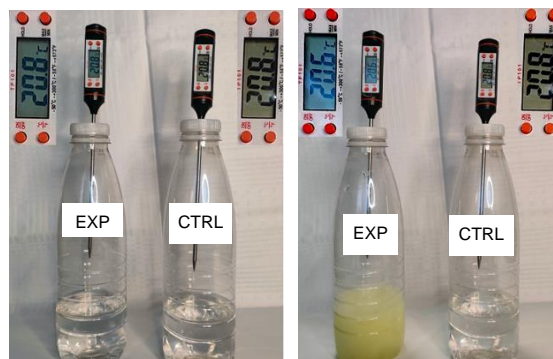


Fig.2 Antes y después de añadir dos pastillas efervescentes en una botella. (Foto: Giulia Realdon CC BY-SA)

Coloque una lámpara incandescente de modo que proyecte luz y calor sobre las dos botellas o, en días cálidos, exponga las dos botellas a la luz directa del sol. Procure que los alumnos no toquen ni se acerquen demasiado a la lámpara.

- Pida a los alumnos que predigan si habrá alguna diferencia de temperatura entre las dos botellas.
- Pida a los alumnos que registren la temperatura en el interior de las dos botellas cada 3 minutos durante 15 minutos y que introduzcan los datos en un gráfico tiempo/temperatura (la temperatura en la botella EXP será superior a la de la botella CTRL. Al final del experimento, la diferencia de temperatura entre las botellas puede oscilar entre 2 °C y 4 °C, en función de la potencia de la bombilla). Fig.3



Fig.3 Expuestas a la luz de una bombilla caliente, las dos botellas muestran un aumento de temperatura diferente (Foto: Giulia Realdon CC BY-SA)

- Pida a los alumnos que comenten el gráfico y que expliquen la diferencia de temperatura entre las botellas (posiblemente relacionarán la mayor temperatura en la botella EXP con la presencia de más CO<sub>2</sub> en esta botella que en la botella CTRL).
- Pregunte a los alumnos si han oído hablar del efecto invernadero y pídeles que digan lo que saben sobre este fenómeno.

- Pida a los alumnos que relacionen el fenómeno observado en las botellas con el

calentamiento global debido al aumento del nivel de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

## Ficha técnica

**Título:** El efecto invernadero en una botella

**Subtítulo:** Cómo simular el efecto del aumento del nivel de CO<sub>2</sub> en la temperatura de la Tierra

**Tema:** Una simulación en la que los alumnos comprueban el efecto del aumento de CO<sub>2</sub> sobre el calentamiento del aire en una botella. Esto introduce a los alumnos en el fenómeno del calentamiento global.

**Edad de los alumnos:** de 11 años en adelante

**Tiempo necesario:** 40 minutos

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

- explicar el problema del calentamiento global y su relación con el CO<sub>2</sub> atmosférico (y, en menor medida, con otros gases de efecto invernadero);
- explicar que el CO<sub>2</sub> puede producirse por diferentes procesos (combustión, reacciones químicas);
- explicar que la presencia de CO<sub>2</sub> en un sistema cerrado (la botella) puede producir el calentamiento del aire contenido en el sistema cuando se expone a una fuente de calor;
- explicar que en la Tierra se produce un proceso similar, el efecto invernadero, en el que el calor de la radiación solar queda "atrapado" por el CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera;
- explicar que el nivel de CO<sub>2</sub> atmosférico está aumentando rápidamente debido a las actividades humanas (quema de combustibles fósiles, transporte, producción de alimentos y otros bienes, etc.);
- explicar la necesidad de reducir la producción de CO<sub>2</sub> mediante procesos y tecnologías más sostenibles ("net zero").

### Contexto:

El calentamiento global debido al aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera es un concepto conocido sólo en términos generales y a veces tergiversado en los medios de comunicación. Además, este problema -a pesar de las sólidas pruebas científicas- se niega a veces basándose en prejuicios ideológicos.

### Ampliación de la actividad:

Pida a los alumnos que exploren los problemas causados por el calentamiento global y la necesidad de reducir la producción de CO<sub>2</sub> para limitar sus peligrosos efectos sobre el medio ambiente y la vida humana.

El concepto de puntos de inflexión en el clima de la Tierra también puede introducirse con la

[http://www.earthlearningidea.com/PDF/301\\_Spanish.pdf](http://www.earthlearningidea.com/PDF/301_Spanish.pdf)

### Principios subyacentes:

- El efecto invernadero se produce porque la radiación solar entra en la atmósfera y se refleja parcialmente en la superficie terrestre, la atmósfera y las nubes. La radiación de menor energía (calor), reflejada desde la superficie, puede encontrarse con moléculas de gas de efecto invernadero en la atmósfera, que absorben el calor y lo vuelven a irradiar hacia la superficie. El calor parece quedar "atrapado"; no puede volver al espacio y, por tanto, calienta la superficie y la parte baja de la atmósfera.
- Estos gases, llamados gases de efecto invernadero, son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los clorofluorocarbonos y otros componentes menores.
- Sin el CO<sub>2</sub> y los demás gases de efecto invernadero, la Tierra sería demasiado fría para que existiera vida, pero la abundancia de estos gases ha aumentado drásticamente desde la revolución industrial, a partir de 1750 aproximadamente. Fig.4

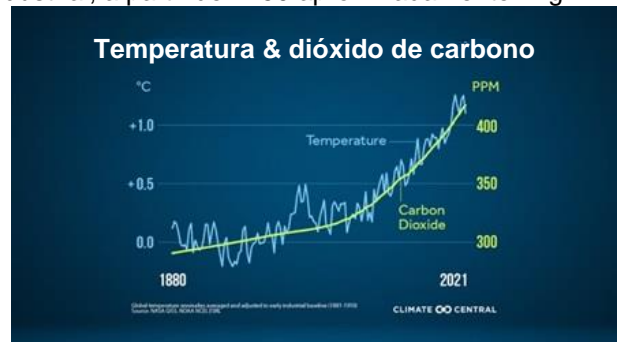


Fig. 4 Aumento de la temperatura media de la Tierra y nivel atmosférico de CO<sub>2</sub>  
(Imagen: Climate Central, uso autorizado)

- Aparte del vapor de agua, no relacionado con las actividades humanas, el gas de efecto invernadero más abundante y persistente es el CO<sub>2</sub>, producido principalmente por la quema de combustibles fósiles, los procesos industriales, la agricultura y el uso del suelo.
- El exceso de calor en la atmósfera ha provocado un aumento de la temperatura media del planeta, lo que se conoce como calentamiento global, dando lugar a un rápido cambio climático, peligroso para el medio ambiente y para la mayoría de los organismos vivos, que han evolucionado en condiciones climáticas más estables.

### Desarrollo de habilidades cognitivas:

La aproximación al efecto invernadero con el uso de un modelo físico ayuda a los alumnos a comprender un fenómeno alejado de su experiencia personal.

La diferente velocidad de calentamiento en la botella con adición de CO<sub>2</sub>, en comparación con la botella de control sin adición de CO<sub>2</sub>, puede provocar un conflicto cognitivo. El vínculo con el fenómeno mundial del calentamiento global permite establecer nuevas conexiones.

**Material:**

- dos botellas de plástico transparente (por ejemplo, de 750 ml) con un pequeño orificio en el tapón (suficiente para que quepa un termómetro suspendido en la botella)
- dos termómetros
- agua del grifo
- pastillas efervescentes (o 1 cucharadita de te de bicarbonato y ½ taza de vinagre blanco)
- una lámpara de bombilla caliente o un día soleado
- un cronómetro
- lápiz y papel para registrar los datos y dibujar un gráfico

**Enlaces útiles:**

- Otra Earthlearningidea sobre el efecto invernadero:  
[https://www.earthlearningidea.com/PDF/310\\_Greenhouse\\_effect.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/310_Greenhouse_effect.pdf)
- Una simulación del efecto invernadero:  
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/greenhouse-effect> (disponible en varios idiomas)
- Video sobre el efecto invernadero para alumnos más jóvenes:  
<https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-effect/>

**Fuente:** Giulia Realdon, Universidad de Camerino, grupo UNICAMearth, Italia.

© **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.

