

Acidificación de los océanos – El otro problema con el CO₂ Observar cómo afecta el agua acidificada a los organismos marinos calcáreos

Esta actividad puede utilizarse para demostrar cómo el aumento de los niveles de CO₂ en la atmósfera afecta a los organismos marinos calcificantes, es decir, a los organismos que tienen conchas, esqueletos y otras partes del cuerpo hechas de carbonato cálcico (moluscos, corales, erizos de mar, algunas algas y otros organismos marinos).

- Tome una pequeña botella o vaso de precipitados 2/3 lleno de agua destilada (o desionizada) (Fig.1).



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

- Añada unas gotas de indicador universal de pH al agua hasta que adquiera un color verdoso y mézclelo haciendo girar la botella.
- Pida a los alumnos que observen el color y lo comparen con la escala de colores de pH (se espera que corresponda a un valor de pH de 7), es decir, una solución neutra.
- Pida a los alumnos que predigan lo que ocurrirá si alguien sopla en la solución durante al menos 30 segundos.
- Pida a los alumnos que describan lo que está ocurriendo (el color de la solución cambiará de verde a amarillo) y que estimen el nuevo valor de pH (debería disminuir al menos 1 unidad de pH. Fig. 2a).

- Pida a un alumno que añada una cucharadita de polvo de concha a la solución y que la agite haciendo girar la botella.
- Pida a los alumnos que observen lo que ocurre en la solución (la solución se volverá verde y turbia, debido a la reacción entre el agua acidificada y el carbonato cálcico del polvo de concha marina. Fig. 2b).



Fig.2 a) Después de soplar, el color de la solución es amarillo, b) se vuelve verde tras la adición de polvo de concha marina (foto: Giulia Realdon CC BY-SA)

Puede llevar unos minutos observar un cambio: cuanto más fino sea el polvo de concha, más rápidamente se producirá la reacción. Invite a los alumnos a relacionar el fenómeno observado con el fenómeno global de la acidificación de los océanos, pidiéndoles que imaginen las consecuencias del fenómeno en los organismos calcificantes y en los ecosistemas de los que forman parte. También puede ampliar el debate a la huella de carbono de las actividades humanas, además de la quema de combustibles fósiles (producción de alimentos, de energía, etc.), y a los estilos de vida y de consumo de los alumnos, para que tomen conciencia de la relación directa entre las decisiones individuales (y colectivas) y los problemas medioambientales globales.

Ficha técnica

Título: Acidificación – El otro problema del CO₂

Subtítulo: Observar cómo afecta el agua acidificada a los organismos marinos calcáreos

Tema: Una demostración que consiste en soplar en agua neutra para producir un ácido débil. Se añaden conchas marinas en polvo que reaccionan con el ácido, como ejemplo rápido de laboratorio sobre cómo la acidificación del océano afecta a la vida de muchos organismos marinos.

Edad de los alumnos: 11-18 años

Tiempo necesario: 15 minutos, más discusión

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- explicar que la acidez, neutralidad o alcalinidad de una solución puede medirse mediante la escala de pH;
- explicar que un indicador de pH es un compuesto (o una mezcla) que cambia de color en función del pH de una solución;
- explicar cómo una solución neutra (agua destilada) puede volverse ligeramente ácida con el CO₂ contenido en el aire exhalado, ya que el CO₂ reacciona con las moléculas de agua, formando ácido carbónico, que libera iones H⁺ en la solución;
- explicar que los iones H⁺ reaccionan con el carbonato cálcico (CaCO₃) contenido en las conchas marinas;
- explicar que la misma reacción puede producirse en el océano a medida que se vuelve más ácido, afectando a los organismos con partes del cuerpo formadas por carbonato cálcico.

Contexto:

Esta actividad es un modelo simplificado de un fenómeno global: la acidificación de los océanos debida al elevado nivel de CO₂ atmosférico. La acidificación de los océanos es una consecuencia del aumento del CO₂ atmosférico menos percibida que el calentamiento global, pero sus efectos sobre los organismos marinos son cada vez más importantes.

Ampliación de la actividad:

Esta actividad ofrece la oportunidad de debatir con los alumnos sobre el "otro problema del CO₂" relacionado con la quema de combustibles fósiles y otras actividades humanas que producen CO₂.

Otros posibles temas de debate son:

- la escala de pH y otras escalas logarítmicas utilizadas en las ciencias de la Tierra;
- la solubilidad de los gases en el agua y el principal efecto de la acidificación de los océanos en los mares fríos.

Principios subyacentes:

Se calcula que, de 1750 a 2021, se emitieron 474 Pg de carbono (1 Pg = 10¹⁵ g = mil millones de toneladas) en forma de CO₂ por el uso de combustibles fósiles*.

Aproximadamente la mitad del CO₂ emitido permanece en la atmósfera, superando ya las 400 partes por millón**, el resto está parcialmente disuelto en el océano. (Fig. 3).

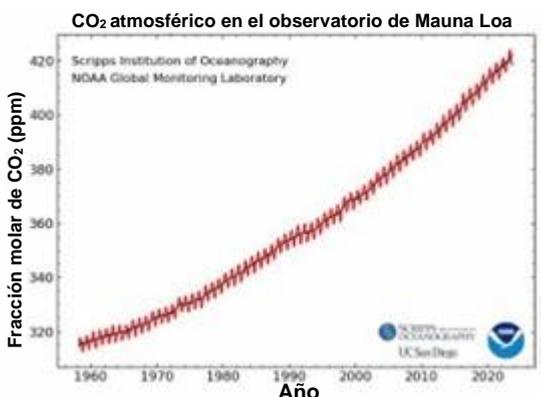


Fig. 3. CO₂ atmosférico en el observatorio de Mauna Loa (Imagen: NOAA, uso no-comercial autorizado)

La consecuencia es que, desde la Revolución Industrial, el pH de las aguas superficiales del océano ha disminuido de 8,21 a 8,10: un

pH	H ⁺ (moles per liter)	change in acidity
7.2	6.3 x 10 ⁻⁸	+900%
7.3	5.0 x 10 ⁻⁸	+694%
7.4	4.0 x 10 ⁻⁸	+531%
7.5	3.2 x 10 ⁻⁸	+401%
7.6	2.5 x 10 ⁻⁸	+298%
7.7	2.0 x 10 ⁻⁸	+216%
7.8	1.6 x 10 ⁻⁸	+151%
7.9	1.3 x 10 ⁻⁸	+100%
8.0	1.0 x 10 ⁻⁸	+58%
8.1	7.9 x 10 ⁻⁹	+26%
8.2	6.3 x 10 ⁻⁹	

Fig. 4. Cambios de acidez relacionados con la escala de pH (Imagen: NOAA, uso no-comercial autorizado)

descenso de 0,11 unidades de pH, lo que indica un aumento de la acidez, un cambio más rápido que cualquier cambio conocido en la química oceánica en los últimos 50 millones de años (Fig. 4).

Esto significa que, a medida que se acidifica el océano, disminuye la concentración de iones de carbonato CO₃. Los organismos calcificantes, como los moluscos, los corales y diversas especies de plancton, necesitan iones carbonato para construir sus conchas o esqueletos, por lo que, al haber menos iones de carbonato disponibles, la calcificación resulta más "costosa", especialmente en los mares polares, donde la solubilidad del CO₂ es mayor debido a las bajas temperaturas del agua.

Desarrollo de habilidades cognitivas:

A través de este modelo simplificado, los alumnos podrán percibir un fenómeno alejado de su experiencia personal y del conocimiento público. El cambio de color debido a la reacción química del agua débilmente ácida con el polvo de conchas marinas podría ser inesperado y provocar un conflicto cognitivo. El vínculo con la acidificación global de los océanos implica el establecimiento de nuevas conexiones.

Material:

- una botella pequeña de vidrio o un vaso de precipitados de unos 100-150 ml)
- una pajita de refresco
- agua "destilada" (desmineralizada) para plancha
- indicador universal líquido de pH
- escala de color del indicador
- unas pocas conchas (o cáscara de huevo) reducidas a polvo
- una cucharilla de te

Enlaces útiles:

- La actividad de Earthlearningidea "Meteorizando calizas - ¡con mi propio aliento!" http://www.earthlearningidea.com/PDF/214_Spanish.pdf
- <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>
- <https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/A+primer+on+pH>

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

* Fuente de datos: Global Carbon Budget (2022)

**Media mensual en octubre de 2023 en el Observatorio de Mauna Loa = 418.82 ppm

Advertencia: este modelo simplificado que utiliza agua destilada no tiene en cuenta el poder tampón del agua de mar debido a iones disueltos como HCO₃⁻ CO₃²⁻.

© **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.

