

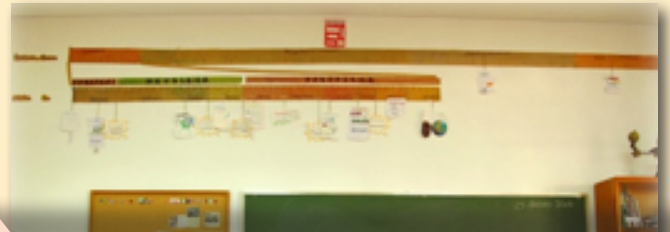
Cuaderno de actividades

Compartiendo ideas, experiencias
y prácticas educativas

LAS CINTAS DEL TIEMPO GEOLÓGICO

Elaboración y aplicación en el aula de líneas temporales para la enseñanza del tiempo en geología

*Esperanza Fernández-Martínez
Inés Fuertes-Gutiérrez
Pablo Pascual Velasco
p. 222*



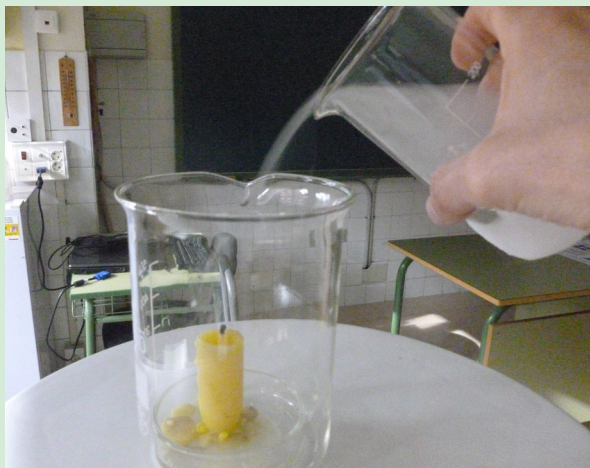
LOS COLORES DE LA LUNA



Una sencilla técnica de teledetección para conocer la composición de un objeto distante

*Rodrigo Castaño de Luis
p. 228*

A VUELTAS CON EL CO₂



Un acercamiento experimental a este gas y a su papel en el cambio climático

*Carmen Molina Castiella
José Miguel Domingo García
p. 234*

A VUELTAS CON EL CO₂

Un acercamiento experimental a este gas y a su papel en el cambio climático

OBJETIVOS

1. Comprender la relación entre los procesos de combustión y el aumento del CO₂ en la atmósfera a nivel global, valorando la existencia de fuentes naturales de este gas
2. Conocer algunas aplicaciones prácticas del CO₂ en la actualidad
3. Obtener dióxido de carbono en el laboratorio usando diversos procedimientos
4. Construir un generador microbiológico de CO₂
5. Realizar experiencias sencillas acerca de algunas propiedades del CO₂

CONTEXTO EDUCATIVO

- 4º de ESO. Biología y Geología, Física y Química, Cultura Científica, Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional
- Algunas actividades pueden ser adaptadas para Cultura Científica (1º de Bachillerato), Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (2º de Bachillerato) o para alumnos de 3º de PMAR

DURACIÓN

- Tres periodos lectivos

MATERIALES

- Bala de dióxido de carbono a presión para uso alimentario
- Extintor de CO₂
- Hidróxido de bario. Roca caliza. Vinagre o ácido clorhídrico
- Fenoltaleína, hidróxido de sodio o amoníaco diluidos
- Para la construcción del generador de CO₂: levadura para hacer pan, azúcar, bicarbonato de sodio, botella de plástico, gomas de conexión, etc.

Planteamiento del problema

El CO₂ está presente en los medios de comunicación principalmente como un problema medioambiental al que hay que buscar solución. La cuestión clave es su acumulación en la atmósfera debida al uso masivo de los combustibles fósiles, fundamentalmente para la obtención de energía. Un conocimiento cabal de esta cuestión requiere apreciar el papel beneficioso de este gas en el clima, comprendiendo su contribución como amortiguador térmico, propiedad crítica para el desarrollo de la vida en el planeta.

En este trabajo recopilamos experiencias muy sencillas y directas que pondrán en contacto a nuestro alumnado con este gas, introduciéndole en la actividad experimental y aportando datos para entender su comportamiento. Serán también ocasión para mostrar varios métodos sencillos de obtención en el laboratorio así como algunas de las aplicaciones actuales de este gas. Estas experiencias proceden de diversas fuentes (cursos, lecturas de artículos y libros, canales de *youtube* con experimentos, etc. sin que en ningún caso tengan una fuente original clara) y todas ellas se han puesto en práctica con diverso alumnado, obteniéndose magníficos resultados. Lo que hemos hecho de cara a la actividad aquí propuesta es recopilar aquellos que nos han parecido más significativos para el estudio del CO₂, y añadir algunas ideas complementarias al propio experimento.

Pensamos que las experiencias prácticas que proponemos hacen muy significativos estos conocimientos sobre el dióxido de carbono. Los aprendizajes obtenidos en ellas quedarán siempre asociados, en la mente de nuestros alumnos, a los juicios que se hagan sobre esta sustancia, contribuyendo a su espíritu crítico y a su madurez en el tratamiento de la información.

Desarrollo de la actividad

Desarrollamos esta actividad para el nivel de 4º de ESO y relacionada con las asignaturas de Biología y Geología, y de Física y Química, pero es susceptible de ser adaptada a otros niveles, así como a otras actividades de carácter divulgativo como Jornadas Culturales o actuaciones con motivo de días señalados (Día de la Tierra, Día de la Antártida, Día del Árbol, Jornadas Geológicas, etc.). Las experiencias que proponemos pueden realizarse de forma separada en distintas asignaturas para la explicación de conceptos propios de cada una de ellas, como por ejemplo: precipitación de sales, reconocimiento de la roca caliza, producción de bajas temperaturas, cambios de solubilidad por la presión, carácter ácido del CO_2 , etc.

Actividades de búsqueda de información

En el Aula de Informática, los alumnos trabajan por grupos buscando información en Internet sobre la relación entre el dióxido de carbono y el cambio climático. Para orientar las búsquedas se les dan algunos conceptos clave: "gases de efecto invernadero" "cambio climático" "acidificación de los océanos" "deshielo en el Ártico" "retroceso de los glaciares" "subida del nivel del mar" etc. Uno de los grupos debe encargarse de buscar una gráfica que recoja los datos de concentración media del CO_2 a lo largo de los últimos decenios. Así se muestra la contribución humana al aumento de este gas en la atmósfera a partir del uso masivo de los combustibles fósiles.

La información recogida suele ser muy variada y fundamentalmente periodística o de la Wikipedia. En la misma sesión, y tras la actividad de búsqueda, se realiza una puesta en común sobre el papel del CO_2 en el cambio climático (Fig. 1). Con estas actividades se motiva la realización de experiencias propuestas por los profesores para comprender con más profundidad el comportamiento de este problemático gas y sus propiedades.



Fig. 1. Alumnado recogiendo información en internet, puesta en común por grupos y trabajo en el laboratorio.

En nuestro caso, la actividad de búsqueda se hizo coincidir con la inauguración a nivel de centro de una exposición con el título "La Antártida, un continente para la Ciencia". Algunos de los alumnos que participaron en estas experiencias con el dióxido de carbono también colaboraron en el montaje de esa exposición, reforzando así la motivación para realizar actividades posteriores de laboratorio.

Experiencias de laboratorio

Obtención del gas carbónico

En un laboratorio escolar se puede conseguir fácilmente de tres maneras:

1. Mediante la reacción de un ácido como el vinagre o el ácido clorhídrico sobre roca caliza (Fig. 2).
2. Desde una bombona de gas carbónico a presión para uso alimentario (puede sustituirse por un extintor de gas carbónico,

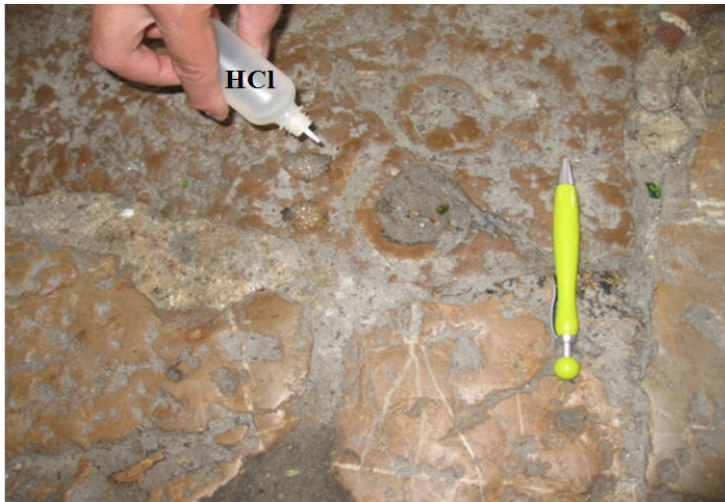


Fig. 2. Obtención de gas carbónico mediante la reacción de ácido clorhídrico con roca caliza.



Fig. 3. Bombona de CO_2 para uso alimentario con la que se puede obtener fácilmente hielo seco con el accesorio que se ve insertado. A su lado, extintor de laboratorio con gas carbónico.

de instalación común en los laboratorios de Física y de Química) (Fig. 3)

3. Obtención de dióxido de carbono por fermentación: mediante la construcción de un generador microbiológico de CO_2 con azúcar y levadura de pan. En una botella de 1,5 L se ponen unos 100 g de azúcar con una cucharadita de bicarbonato de sodio y una pequeña cantidad de levadura de pan. Al cabo de unas pocas horas empieza a desprender dióxido de carbono que se hace burbujear en el agua. Se observa su disolución en el agua por la disminución del volumen de las burbujas a medida que ascienden. (Fig. 4)

Estudio de las propiedades del CO_2

Son varias las propiedades que pueden ser estudiadas.

- a) *Estimación de la densidad.* Se llena un globo de gas carbónico, bien procedente de la bombona o bien producido con caliza y ácido. Se llena hasta el mismo volumen otro globo idéntico con aire normal y se comparan sus pesos. Se advertirá una cierta diferencia en la densidad a favor del gas carbónico. Se puede mostrar de manera más intuitiva la mayor densidad del CO_2 con respecto al aire dejando caer ambos globos y comprobando que el del CO_2 cae con mayor rapidez. (Fig. 5)
- b) *Capacidad extintora.* El gas recogido en un matraz se vierte en un vaso donde se ha colocado una pequeña vela. El gas, más pesado que el aire, llena el vaso y apaga la vela (Fig. 6). Relacionado con esta propiedad, se les enseña un extintor que muestra en su etiqueta la composición del agente extintor: gas carbónico a presión.
- c) *Obtención de frío por expansión adiabática.* (Figs. 3 y 7). A partir de la bombona de dióxido de carbono líquido a presión, para uso alimentario, se deja expandir el gas en un recipiente de tela. Al dejar salir el gas, este se enfría por expansión adiabática y se va depositando como una masa muy parecida a la nieve ("hielo

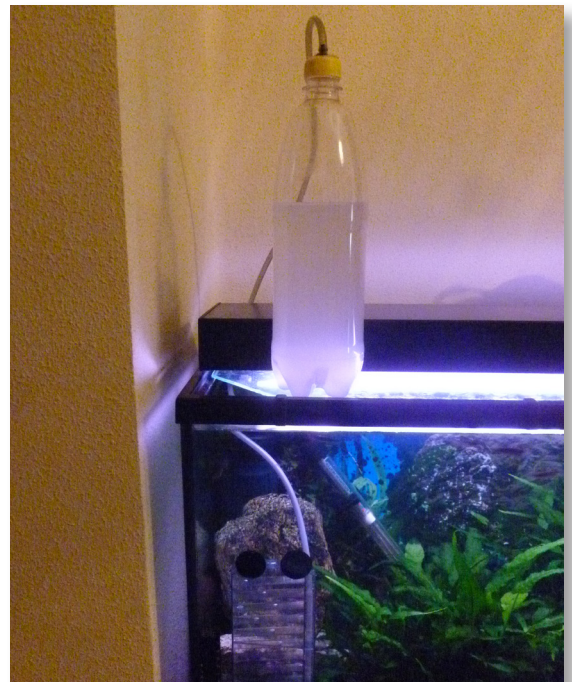


Fig. 4. Generador de CO_2 por fermentación, aplicado a un acuario: sobre el acuario aparece la botella que hace de cámara de fermentación, en el interior del acuario está el difusor de burbujas.



Fig. 5. Estimación de la densidad del CO_2 por la velocidad de caída de dos globos rellenos respectivamente de CO_2 y de aire.

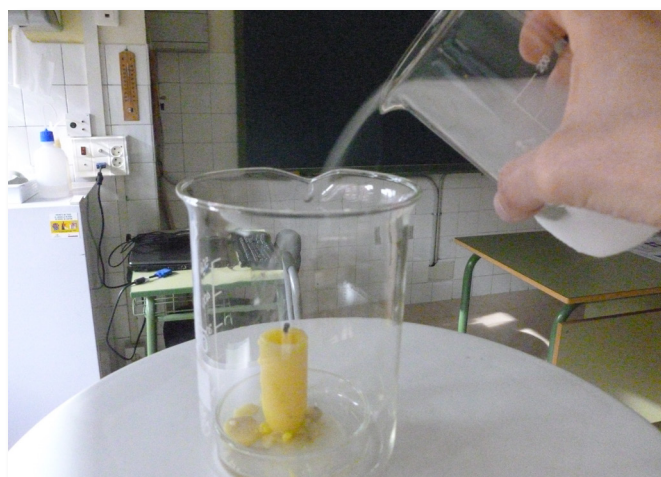


Fig. 6. Extinción de la llama de una vela mediante CO_2 .

seco”), a una temperatura cercana a los -80°C . Se puede aprovechar esta práctica para señalar algunas aplicaciones del hielo seco: conservación y transporte de tejidos y piezas anatómicas humanas y de animales, etc. (Figs. 3 y 8).

d) *Detección y secuestro del CO_2 de la atmósfera.* Se prepara una disolución de “agua de barita” (hidróxido de bario en agua) y se hace burbujear sobre ella el aire respirado (Fig. 9). La disolución se va volviendo turbia y adquiriendo un color blanquecino por la formación y precipitación de carbonato de bario sólido de acuerdo con la reacción:

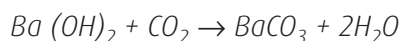


Fig. 7. Demostración didáctica del uso de un extintor de laboratorio de CO_2 .



Fig. 8. Generador didáctico de hielo seco con el resultado obtenido.

Se puede aprovechar esta actividad para comentar que en las naves espaciales se retira el dióxido de carbono con una reacción similar pero con hidróxido de litio. La reacción mostrada sirve también para indicar una forma de analizar la presencia de CO_2 en una mezcla gaseosa: si se observa un enturbiamiento es indicio de que ese gas contiene dióxido de carbono.

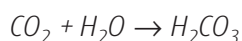
En la naturaleza, el gas carbónico disuelto en las aguas

Fig. 9. Precipitación de carbonato de bario a partir de una disolución de hidróxido de bario y CO_2 burbujearo aire respirado.



continentales y marinas, reacciona con diversos iones para dar carbonatos que precipitan en el fondo y “secuestran” ese gas. Además, numerosos seres vivos lo toman del agua para fabricar los biominerales que constituyen sus esqueletos o bien inducen su precipitación. Este hecho tiene una gran importancia en la historia geológica de nuestro planeta, ya que es responsable de la formación de depósitos de rocas carbonatadas en las cuales se encuentran “secuestradas” enormes cantidades de CO_2 atmosférico.

- e) *Solubilidad en agua.* Con el difusor de CO_2 señalado anteriormente, se puede mostrar que el gas carbónico se va disolviendo pues las burbujas van disminuyendo de tamaño según ascienden en el agua, hecho que prueba que el gas se va disolviendo en el agua (Fig. 4)
- f) *Carácter ácido.* Se hace burbujear gas carbónico procedente de la respiración de un alumno sobre una disolución de fenoltaleína enrojecida con unas gotas de amoníaco o de hidróxido de sodio diluido. Poco a poco, el color va desapareciendo con lo que se muestra que el dióxido de carbono tiene un carácter ácido al estar disuelto en agua según la reacción:



Sugerencias prácticas

Para la realización de actividades con CO_2 , resulta muy útil disponer de una fuente estable y abundante de este gas, como puede ser una bala de uso alimentario. Se trata de las botellas que se utilizan para añadir gas carbónico a la cerveza en los bares. En empresas del ramo, se puede alquilar una bombona por un precio razonable (unos 50 € al año) y una bombona cargada sirve para realizar numerosas experiencias.

En nuestra opinión, el generador de CO_2 con levadura tiene un indudable valor didáctico. Se usa de forma habitual en el mantenimiento de las plantas de acuario y su construcción, puesta en marcha y mantenimiento son muy sencillos. En las tiendas de acuariofilia se venden dispensadores de gas que permiten visualizar de forma clara la disolución del gas carbónico en agua.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con el soporte del grupo de investigación de Innovación Educativa en Simulación Numérica (GIESN) de la Universidad Politécnica de Madrid.

Referencias y otros recursos de interés

Indicamos algunos canales de *youtube* con ideas para experimentos:

- Detección del dióxido de carbono: <https://www.youtube.com/watch?v=PYSjYqOEyY0>
- Apagar vela con dióxido de carbono: <https://www.youtube.com/watch?v=bGxEkU09jnc>
- Llenar globo con dióxido de carbono obtenido con bicarbonato y vinagre: <https://www.youtube.com/watch?v=90d8HouEYaQ>
- Efecto invernadero: <https://www.youtube.com/watch?v=90d8HouEY>
- Obtención de hielo seco por fermentación: <https://www.youtube.com/watch?v=Q5F30dT4j6Q>
- Obtención de hielo seco con extintor: https://www.youtube.com/watch?v=Ba_eESY093Q <https://www.youtube.com/watch?v=IRFsmWlWd1w>
- Burbujas de CO_2 a partir de hielo seco: https://www.youtube.com/watch?v=pP_lZa0chE0
- De los experimentos anteriores, el del efecto invernadero fue publicado por M. Calabuig, J.M. Domingo y C. Molina. 2012. Taller sobre el Cambio Climático y la Criosfera. Alambique, 71.
- Un libro muy recomendable con experimentos realizados con CO_2 es el de A.T. Serrano y otros. 2007. Física y Química enlatadas. Ed. Aguaclara SL. Alicante. 2007. ISBN: 978-84-8018-295-9.

Autores



Carmen Molina Castiella

Doctora en Ciencias Geológicas.
Profesora de Enseñanza Secundaria
en el IES Ramiro II, La Robla (León).
Profesora asociada en la Universidad
de León. dimcmc@unileon.es



José Miguel Domingo García

Licenciado en Ciencias Químicas.
Profesor de Enseñanza Secundaria
en el IES Padre Isla, León.
josemigueldomingo@gmail.com