

MicroChat: Pensar de verdad (pensamiento crítico)

El ciclo del carbono, el tiempo geológico y por qué el clima está cambiando

Eric Boyd<sup>1</sup>, Hannah Landman<sup>1</sup>, Amanda Calhoun<sup>2</sup> y David Johnston<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Montana, EE. UU.

<sup>2</sup>Universidad de Harvard, EE. UU.



**Figura 1.** La Tierra vista desde el espacio por la tripulación del Apolo 17 (7 de diciembre de 1972). Desde fuera de la Tierra se observan los océanos, los hielos, la atmósfera, la vida y las rocas. Todos los elementos interactúan constantemente y juntos determinan cómo funciona el planeta y cómo se regula el clima.

## Un marco de educación en microbiología centrado en el alumno

Johanna tiene 15 años y está en octavo grado. Esa semana se está quedando con sus abuelos, en una zona rural de Chariton, en el estado de Iowa en Estados Unidos, mientras sus padres están de vacaciones. Su abuelo Bill es profesor universitario jubilado. Johanna acaba de llegar en el autobús escolar y se sienta a la mesa.

**Johanna:**

Abuelo, el autobús es un caos. Yo quiero hacer mi tarea, pero hay demasiado ruido. ¿A ti te pasaba algo así cuando eras joven?

**Abuelo Bill:**

Bueno... en mi época casi siempre iba caminando o en bicicleta a la escuela, según el tiempo que hiciera. Los autobuses eran más para los chicos de la ciudad. Además, hacía mucho más frío que ahora. Había nieve durante meses. Incluso en abril o mayo podía nevar. Hoy todo es distinto... y no solo la forma en que vamos a la escuela.

**Johanna:**

A mí me encanta la nieve, pero casi ya no nieva aquí en Iowa. ¿Cómo es que en los años 50 nevaba tanto y ahora tan poco?

**Abuelo Bill:**

Esa es una gran pregunta. Para responderla necesitamos pensar críticamente. Y no solo un poco... bastante. ¿Te animas?

**Johanna:**

¡Claro! He asistido a clases de ciencias y el próximo año tendré Ciencias de la Tierra. Puedo intentarlo.

**Abuelo Bill:**

Perfecto. Pero esto lo vamos a hacer paso a paso. Toma unos folios para anotar, y si algo no tiene sentido, me detienes.

### La Tierra como sistema casi cerrado

Imagina la Tierra como una bola de nieve dentro de una esfera de vidrio. Nada entra ni sale en grandes cantidades. Los elementos —el carbono, oxígeno, hidrógeno, todo lo que forma el aire, el agua, las rocas y la vida— básicamente son los mismos desde hace unos 4 mil millones de años. La cantidad total de materia casi no ha cambiado. Lo que sí ha cambiado es dónde está esa materia: en el aire, en los océanos, en los seres vivos o enterrada en las rocas.

**Johanna:**

¿O sea que la materia es la misma, pero se mueve de un lugar a otro.

**Abuelo Bill:**

Exactamente.

## Un marco de educación en microbiología centrado en el alumno

### La atmósfera no siempre fue como ahora

Hoy el aire tiene aproximadamente 21% de oxígeno (O<sub>2</sub>) y 0.04% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Pero hace miles de millones de años casi no había oxígeno. El aumento importante del oxígeno ocurrió hace unos 600 millones de años.

**Johanna:**

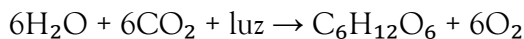
¿Eso fue por las plantas?

**Abuelo Bill:**

En parte, pero antes que las plantas estuvieron las cianobacterias y las algas. Ellas ya hacían fotosíntesis y producían oxígeno.

### Fotosíntesis y respiración (el equilibrio clave)

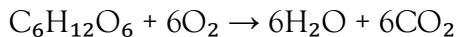
La fotosíntesis funciona así:



Es decir: agua + dióxido de carbono + luz = azúcar (glucosa) + oxígeno.

Los organismos que hacen esto se llaman **autótrofos**.

En cambio, los animales y muchos microbios hacen lo contrario:



Se alimentan de carbono orgánico, usan oxígeno y liberan CO<sub>2</sub> y agua. Se llaman **heterótrofos**.

Si todo estuviera perfectamente equilibrado, el CO<sub>2</sub> que se usa sería igual al que se libera. Pero en la vida real no es tan perfecto.

### Cuando el carbono se “escapa” del ciclo

Cuando las algas o las plantas mueren, parte de su materia se hunde y queda enterrada en zonas donde no hay suficiente oxígeno para descomponerla. Con millones de años, eso se transforma en: Petróleo, Carbón y Gas natural

Ese carbono queda guardado bajo tierra. Y cuando eso ocurre, el oxígeno queda “libre” en la atmósfera. Así fue como el oxígeno llegó a acumularse hasta el 21% actual, lo que permitió que evolucionaran animales como nosotros.

**Johanna:**

Entonces el que una parte del carbono quedase enterrado permitió que existieran los animales.

## Un marco de educación en microbiología centrado en el alumno

Abuelo Bill:

Exactamente.

### El CO<sub>2</sub> se comporta como una manta

Ahora piensa en el CO<sub>2</sub> como una manta térmica.

- Mucho CO<sub>2</sub> → manta gruesa → más calor retenido → planeta más cálido.
- POCO CO<sub>2</sub> → manta delgada → menos calor → planeta más frío.

Cuando la fotosíntesis retira CO<sub>2</sub> del aire y parte de ese carbono queda enterrado, el planeta se enfría. Pero si se retira demasiado CO<sub>2</sub>, puede haber glaciaciones extremas. El equilibrio es delicado. Mira el gráfico de la Figura 2 donde se recogen los niveles de CO<sub>2</sub> durante miles de años

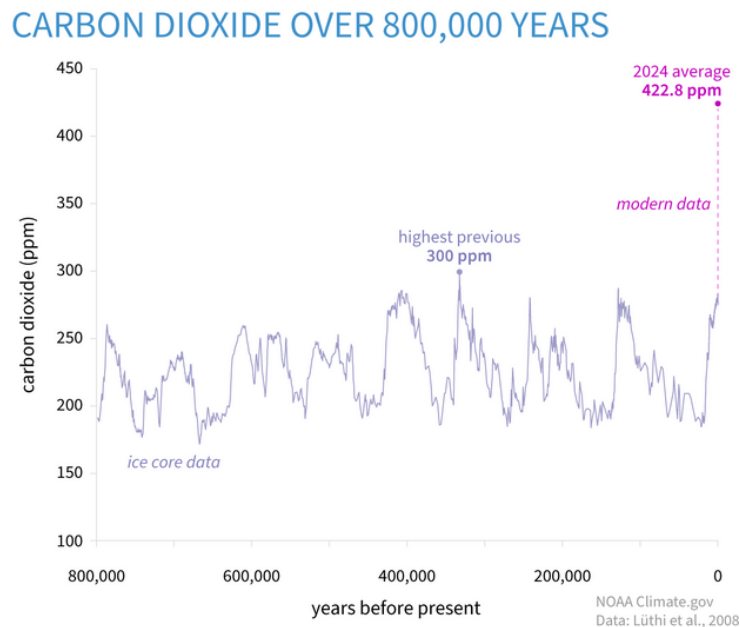


Figura 2. Niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico en los últimos 800.000 años. Fuente NOAA Climate.gov.graph basado en los datos de Luthi y colaboradores (doi:101038/nature06949)

### ¿Entonces por qué ahora hace más calor?

En los últimos 150 años, los humanos hemos estado sacando carbón, petróleo y gas del subsuelo y lo hemos quemado. ¿Y qué ocurre al quemarlos? Exactamente la Reacción 2: liberamos CO<sub>2</sub>. Los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en un lugar remoto de Hawái muestra como aumenta este gas de efecto invernadero en la atmósfera

## Un marco de educación en microbiología centrado en el alumno

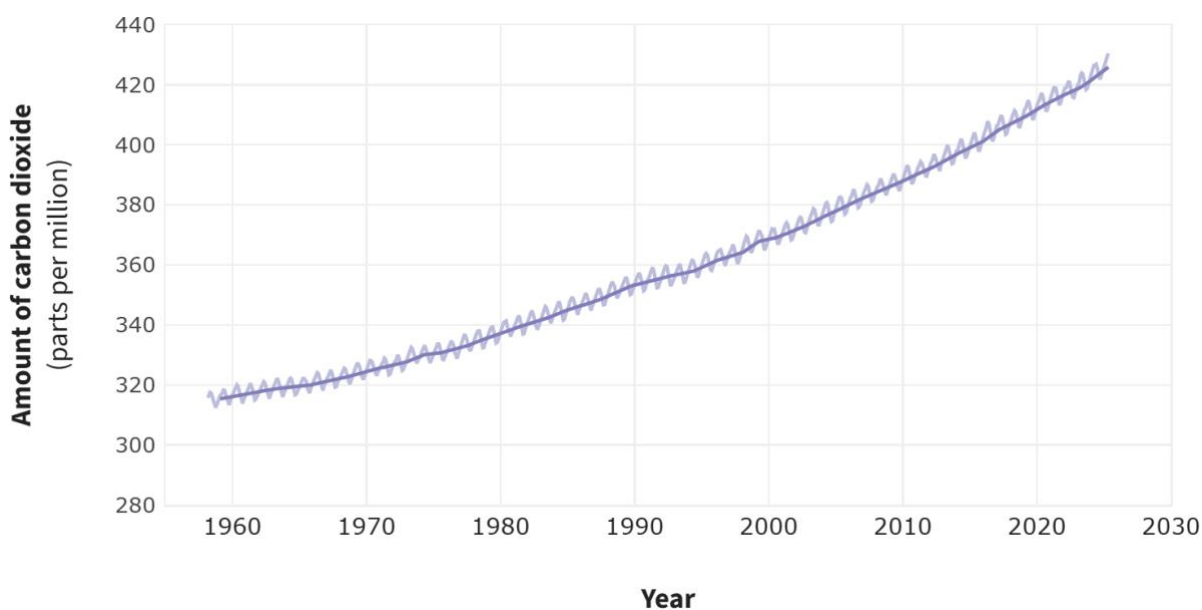


Figura 3. Registro moderno de los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub> en el observatorio de Mauna Loa en Hawái desde 1958. Fíjate en las oscilaciones pequeñas dentro de cada año que se deben a fijación del CO<sub>2</sub> en el hemisferio norte durante el verano. Fuente: NOAA.Climate.gov.graph, datos recogidos mensualmente en el observatorio Mauna Loa dentro del programa de monitorización global de NOAA.

Estamos devolviendo a la atmósfera, en apenas unos siglos, carbono que estuvo almacenado durante millones de años. Las plantas no pueden absorberlo al mismo ritmo al que lo liberamos. Entonces:

- Aumenta el CO<sub>2</sub>.
- La “manta” se vuelve más gruesa.
- Se retiene más calor, y
- El planeta se calienta más rápido.

Por eso hoy hay menos nieve que cuando el abuelo era joven.

**Johanna:**

¿Y podemos hacer algo?

**Abuelo Bill:**

La solución sería reducir la quema de combustibles fósiles. Pero como dependemos mucho de ellos, el cambio tiene que ser gradual y global. Algunas opciones:

- Usar menos energía.
- Cambiar a energías renovables.
- Buscar formas de capturar CO<sub>2</sub> y almacenarlo en otros lugares.

## Un marco de educación en microbiología centrado en el alumno

**Johanna:**

Yo creo que podemos lograrlo.

**Abuelo Bill:**

Yo también. Pero necesitaremos pensar mejor que las generaciones anteriores. Hacer preguntas difíciles. Conectar biología, química, geología, economía y sociedad. El pensamiento crítico no es memorizar datos. Es conectar ideas.

**Johanna:**

Reto aceptado. ¿Vendrías a mi clase a explicar el ciclo del carbono?

**Abuelo Bill:**

Sería un honor. Pero primero... vamos a preparar la cena antes de que llegue la abuela.