

LECCIÓN 1

Coral, Dióxido de Carbono y Calcificación

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

¿Qué son los corales?

Los corales son animales marinos que se encuentran en los océanos, especialmente en los trópicos. Los científicos los clasifican como **Cnidarios**. Hay diversos tipos de coral, pero todos tienen una forma básica llamada **pólipo** -un cuerpo tubular con una boca rodeada de tentáculos urticantes. Ésta es la parte viva del coral, con aspecto parecido al de una anémona. Los pólipos de coral son normalmente pequeños, pero muchas especies han desarrollado la capacidad de vivir en colonias. En los trópicos, muchas colonias de coral construyen esqueletos protectores espectaculares y hermosos, los cuales forman arrecifes. Estos esqueletos están formados por carbonato de calcio, el cual es secretado por los pólipos.

Aunque los esqueletos de carbonato de calcio de los corales vivos son blancos, los colores brillantes de los arrecifes coralinos provienen de una variedad de microalgas unicelulares, llamadas **zooxanthellae**, las cuales viven en **simbiosis** dentro de los pólipos del coral. Una relación simbiótica implica que cada organismo proporciona algo a otro organismo de forma tal que el vivir juntos beneficia la sobrevivencia de ambos organismos. Aquí, los corales proveen a las zooxantelas un hogar seguro, protegido. A cambio, las zooxantelas proporcionan a los corales energía producida con luz y nutrientes, mediante la fotosíntesis.

¿Dónde viven los corales?

Los corales tienen requerimientos muy específicos de temperatura, salinidad, profundidad y claridad. Estas condiciones favorables para los corales tropicales se encuentran entre las latitudes 30° norte y 30° sur. El rango de temperatura óptimo

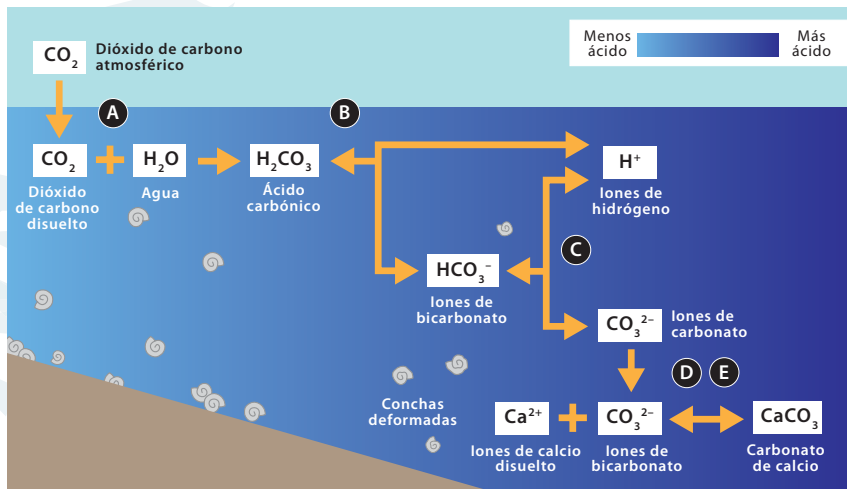
para el crecimiento del coral es entre 73-84° F (23-29 °C). Aunque la mayoría de los corales pueden tolerar cierta variación en su rango óptimo, éstos no sobreviven a temperaturas por debajo de los 64° F (18° C) o por periodos extensos a 104° F (40° C). Los corales requieren agua con salinidad alta (32-34 ppm o partes por mil). Los corales se encuentran entre la superficie del océano y los 210 pies (70 m) de profundidad, abundan en aguas claras donde llega gran cantidad de luz solar (NOAA: Corals, 2008).

¿Cómo procesa el océano el dióxido de carbono?

El océano tiene una forma compleja de procesar el dióxido de carbono. Este proceso a menudo se refiere como el “ciclo del carbono oceánico” o “sistema amortiguador del bicarbonato”. Los principales puntos se resumen abajo y una descripción más detallada adaptada de The Royal Society está disponible en internet. Estos puntos básicos forman parte de la actividad.

Comenzando por la atmósfera y continuando hacia abajo:

- A. El dióxido de carbono en la atmósfera se mezcla con el agua de mar para producir ácido carbónico.
- B. El ácido carbónico se disocia en iones de hidrógeno (H^+) y bicarbonato (HCO_3^-). (Un aumento en la concentración de iones de hidrógeno incrementa la acidez del agua, i.e. disminuye el pH).
- C. Los iones de carbonato (CO_3^{2-}) se combinan con iones de hidrógeno para producir iones de bicarbonato.
- D. Los iones de carbonato y de calcio son usados por los organismos marinos (tales como los corales,



Sistema Amortiguador del Carbonato. Fuente: Universidad de Maryland

crustáceos y zooplancton) para formar conchas duras y esqueletos de carbonato de calcio. Esto se denomina “**calcificación**,” o de modo genérico, “**biomineralización**”.

- E. El carbonato de calcio se disuelve en iones de calcio e iones de carbonato. La tasa de disolución depende del pH, presión, y de la cantidad de iones de carbonato en el agua de mar.

En resumen, la adición de dióxido de carbono al agua de mar aumenta las cantidades de iones de hidrógeno, ácido carbónico e iones de bicarbonatos, y disminuye la cantidad de iones de carbonato. (Ve la información suplementaria en internet de la lección 1 para obtener más información sobre los cambios de pH en el agua de mar).

OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

Duración: 45 min

Mediante una serie de reacciones químicas y cambios físicos, el dióxido de carbono (CO_2) del aire se disuelve en el agua de mar y es usado por los organismos marinos, tales como los corales e invertebrados. Los estudiantes representarán etapas claves en este proceso, a través de movimientos, re-arreglando las tareas de grupo y bloques. Los estudiantes formularán hipótesis sobre los posibles efectos cuando las variables cambien (e.g., la adición de cantidades masivas de CO_2 y aumentos en la temperatura del agua).

CONCEPTOS

- El dióxido de carbono de la atmósfera es usado por los organismos marinos a través de reacciones químicas y cambios físicos.
- El océano procesa el carbono global a través de complejos sistemas que involucran factores **bióticos** y **abióticos**.
- La salud del coral marino es afectada por cambios en la temperatura, pH y la concentración de importantes compuestos químicos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Los estudiantes serán capaces de demostrar su comprensión de la utilización de carbono mediante la representación de cada etapa del proceso.
- Los estudiantes serán capaces de demostrar los procesos ecológicos coralinos prediciendo los resultados producto de cambios al sistema.

PRINCIPIOS Y ESTÁNDARES

U.S.: 6.2, 6.5; 11.3, 11.3

Canadá: 306-3, 311-8, 111-6

Conocimiento sobre el Océano: 5f

PREPARACIÓN PREVIA

Suministros que requieren uno o más días de preparación: Comprar bloques

Procedimientos de Seguridad: Supervisa a los estudiantes mientras usan los bloques pequeños.

Materiales de difícil adquisición: Ninguno.

NORMAS DE SEGURIDAD

Materiales Peligrosos: Piezas de bloques pequeños.

Preocupación por la seguridad de los estudiantes: Los bloques pequeños pueden representar un peligro de asfixia.

RESUMEN DE SUMINISTROS

Suministros durables

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bloques interconectables (e.g. bloques LEGO®)	Piezas que pueden representar diferentes iones y compuestos químicos involucrados en reacciones, pueden ser armados y desarmados en diversas formas y pueden ser colocados formando una pared	1 set/grupo
Contenedor grande y opaco	Contenedor que dé la impresión de contener una cantidad MUY GRANDE de piezas representando CO ₂	1/grupo
Gran cantidad de piezas de "CO ₂ " (opcional)		El mayor número posible
Cajas plásticas para almacenar o envases de pelotas de tenis	Una etiqueta por caja: "Bicarbonato" "Carbonato" "Ácido Carbónico" "Iones de Hidrógeno" "Iones de Calcio" Para el Océano solamente: "Agua"	12 (una de reserva) Un set para <i>Océano</i> y uno para <i>Coral</i>
Mesa o Escritorios	Uno para <i>Océano</i> y otro para <i>Coral</i>	2
Abrigo(s) grueso(s)	Ropa que calentará a " <i>Coral</i> " y simulará el aumento de la temperatura	1 ó el número que se necesite
Marcas/cordones	Título del rol y resumen del trabajo	1/estudiante actor

Materiales consumibles

Ninguno

PROCESO Y PROCEDIMIENTO

1. Selecciona voluntarios y pídeles que se alineen de lado a lado al frente de la clase.
2. Asigna roles:
 - *Coral*: 3 estudiantes – su “trabajo” es comer, crecer, y construir un exoesqueleto mientras producen carbonato de calcio; los estudiantes recrean un coral. Parados hombro con hombro, los estudiantes de los extremos de la hilera hacen movimientos de “pólipo” con una mano sobre sus cabezas, la otra mano puede pasar bloques a la persona del medio o construir el exoesqueleto. El estudiante del medio tiene uso de ambas manos y puede armar y desarmar los bloques; haz cualquier otro movimiento (saltar, girar, etc.) que simule un coral activo, en crecimiento. Sin embargo, el *Coral* está fijo en un lugar de la sala – no puede moverse. El exoesqueleto del *Coral* puede construirse sobre una mesa o escritorios, de forma tal que el resto de la clase pueda seguir el desarrollo del esqueleto.
 - *Océano*: 3-5 estudiantes – su “trabajo” es el de transportar componentes de un lugar a otro para facilitar las reacciones químicas. Ellos pueden caminar por la sala, pero sólo pueden tener un componente bloque (dióxido de carbono, ácido carbónico, etc.) a la vez. El océano se mueve en movimientos fluidos, ondulados.
 - *Atmósfera*: 1 estudiante o instructor – su “trabajo” es sostener y distribuir bloques de CO_2 al *Océano*.
 - *Disolvente*: 1-2 estudiantes – su trabajo es desarmar el esqueleto

de coral, simulando el efecto de aguas más ácidas.

Nota: Cada actor sólo puede manipular un bloque (compuesto) a la vez.

El resto de la clase observa. Estimúlos a que se unan “repasando” el proceso y haciendo los movimientos en cada paso.

3. Cada vez que haya una redistribución de los átomos (reacción química), todos dicen “Reacción, Reacción” mientras mueven sus manos.
4. *Océano* comienza con una provisión de bloques de agua ya armados y también con una cantidad de otros componentes. *Coral* puede comenzar con una parte de una pared de carbonato de calcio o puede construirse desde cero, dependiendo del tiempo disponible.

Las acciones listadas abajo están en el orden de los pasos A-E que se muestran en el Diagrama del Ciclo del Carbono.

(A) El dióxido de carbono en la atmósfera se mezcla con el agua de mar para producir ácido carbónico.

1. *Atmósfera*: Toma un bloque de dióxido de carbono (CO_2) y se lo pasa al *Océano*.
2. *Océano*: toma el bloque (dióxido de carbono) y lo combina con otro bloque que representa el agua (H_2O) para formar una combinación completa (ácido carbónico). Lo coloca en la caja de ácido carbónico del *Océano*.
3. Clase: Dice “Reacción, reacción”

(B) El ácido carbónico se disocia fácilmente en iones de hidrógeno y bicarbonato. (Un aumento en la concentración de iones de hidrógeno incrementa la acidez del agua, i.e. disminuye el pH).

4. *Océano*: toma bloques de ácido carbónico y los separa en bloques de iones de hidrógeno y bloques de bicarbonato. *Océano* pone los bloques de iones de hidrógeno en su caja de iones de hidrógeno y le da el bloque de bicarbonato al *Coral*.
5. *Coral*: lo separa en bloques de hidrógeno y carbonato, coloca el bloque de carbonato en la caja “Carbonato” y pasa el bloque ión de hidrógeno al *Océano*.

(C) Los iones de carbonato se combinan con iones de hidrógeno para producir iones de bicarbonato.

6. *Océano*: combina bloques de hidrógeno y carbonato en bloques de bicarbonato.
7. *Océano*: coloca el bicarbonato en la caja “Bicarbonato”.

(D) Los iones de carbonato y de calcio son usados por los organismos marinos (tales como los corales, crustáceos y zooplancton) para formar conchas duras y esqueletos de carbonato de calcio. Esto se denomina “calcificación”, o de modo genérico, “biomineralización”.

8. *Coral*: toma una pieza de ión de carbonato y lo combina con un pieza de ión de calcio y coloca los bloques de carbonato de calcio frente a sí mismo.
9. La construcción de piezas continúa hasta que se forma una pequeña “pared” o esqueleto de piezas de carbonato de calcio.

Nota: Arregla las piezas y cajas de forma tal que Coral haga bastante actividad física (saltar, ponerse en cuclillas, darse vuelta, aplaudir, etc., durante estos procesos biológicos).

(E) El carbonato de calcio se disuelve en iones de calcio e iones de carbonato.

10. *Disolvente*: toma uno de los bloques de carbonato de calcio de la “pared” coral.
11. *Disolvente*: Se separa en calcio y carbonato, después coloca las piezas en los contenedores “Calcio” y “Carbonato”.

Nota: señala la tasa a la cual el disolvente lo hace, e.g. una vez cada 5 bloques que el Coral construye. En forma óptima, la tasa a la cual el Coral arma la pared será un poco más rápida que la tasa a la cual el Disolvente saca las piezas. Temperaturas más altas y concentraciones más bajas de CO_2 incrementarán la tasa del Disolvente.

**ADAPTACIONES
PREESCOLAR-5^{TO}
GRADO**

Los niños disfrutaron los movimientos. Haz que los estudiantes piensen qué movimientos serían apropiados. Simplifica las reacciones.