El misterio de las conchas desaparecidas

Nivel escolar

5–8 en adelante

Tiempo estimado

Dos clases de 45 minutos

Materiales

- Vinagre blanco, conchas de bivalvos, sal, recipientes de vidrio (consulta la sección Explorar para ver la lista completa)
- Computadora, proyector y pantalla
- Presentación (disponible para descargar)

Palabras clave

Bivalvos, dióxido de carbono, combustibles fósiles, acidificación del océano, pH, organismos que forman conchas

Normativa

NGSS: MS-LS2-4.
CCSS: W.6.10. SL.6.4.
Principios de cultura oceánica: 5, 6.
Principios de cultura climática: 6, 7.
Más información al final de la lección

Apoyo financiero proporcionado por:

National Geographic Society

&

National Marine Sanctuary Foundation

Los mariscos como esta almeja *Siliqua patula* cerca del Santuario Marino Nacional de la Costa Olímpica han sido un importante recurso alimentario y motor económico de las comunidades indígenas desde tiempos inmemoriales. ¿Cómo amenaza el cambio en la química del océano a estas importantes pesquerías? ¿Qué podemos hacer al respecto? Foto: David J. Ruck/NOAA

Resumen de la actividad

Los estudiantes realizarán un experimento para examinar los efectos de las soluciones ácidas en las conchas. Explorarán las causas de la acidificación del océano y sus repercusiones en la vida marina, incluidos los efectos del agua de mar acidificada en los bivalvos, como las almejas, los mejillones y las ostras. Asimismo, analizarán formas de reducir los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera para mitigar el problema.

Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán:

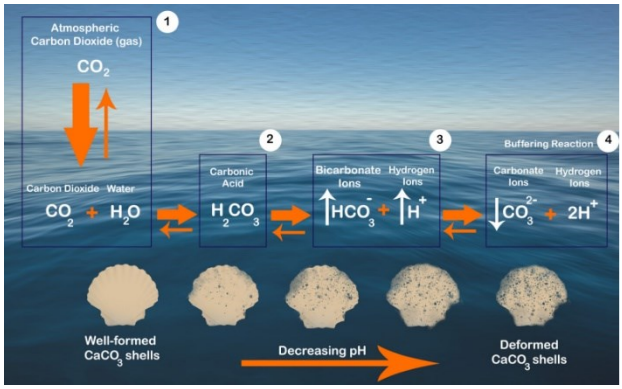
- Analizar los resultados de un experimento con conchas de bivalvos al colocarlas en soluciones ácidas y neutras.
- Argumentar a partir de la evidencia sobre cómo un cambio en la acidez del océano altera la biología de los bivalvos.
- Describir cómo el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera provoca un aumento de la acidez del agua del océano.
- Proponer soluciones para limitar los impactos de los gases de efecto invernadero en el ambiente oceánico.
- Explicar la importancia cultural de los bivalvos para los pueblos originarios y otras comunidades.

Información general

Se están produciendo cambios fundamentales en la química del agua de mar en todo nuestro océano global. La quema de combustibles fósiles para la producción de energía, la fabricación y el transporte ha llevado el nivel de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera a niveles que son 30 % superiores que los niveles que había durante la Revolución Industrial. El océano absorbe aproximadamente una cuarta parte del CO_2 que liberamos a la atmósfera cada año, por lo que a medida que aumentan los niveles de CO_2 atmosférico, también lo hacen los niveles en el océano.

Acidificación del océano

Al principio, muchos científicos se centraron en los beneficios que daba el hecho que el océano eliminara este gas de efecto invernadero de la atmósfera. Sin embargo, tras décadas de observar el océano, ahora vemos que esto también crea un problema: el CO_2 que absorbe océano está reduciendo su pH, un proceso denominado acidificación del océano. El pH medio del océano es ahora de alrededor de 8.1, que es básico (o alcalino), pero más ácido que los niveles históricos. A finales de este siglo, las aguas superficiales del océano podrían tener un pH de alrededor de 7.8.



Agregar CO_2 reduce el pH del agua del océano. Hace que sea más difícil para las criaturas marinas construir conchas y esqueletos con calcio. Gráfico: Maryland Sea Grant/NOAA

Como muestra la fórmula química anterior, cuando el dióxido de carbono se disuelve en el agua de mar, crea ácido carbónico. Esto libera iones de bicarbonato (HCO_3^-) e iones de hidrógeno (H^+) en el agua. Los iones de hidrógeno hacen que el agua de mar sea más ácida (lo cual disminuye su pH). Además, algunos de los iones hidrógeno reaccionan con los iones carbonato ($CO_3^=$) que ya están en el agua de mar para crear más bicarbonato. Esto reduce la cantidad de carbonato disuelto en el agua de mar, que es un mineral importante para construir conchas.

Impactos en los organismos

Muchos organismos son muy susceptibles a los efectos directos o indirectos de los cambios de acidez (o concentración de H^+) en el medio marino. Puede afectar su respiración, fotosíntesis y reproducción. Una menor concentración de iones carbonato en el medio ambiente puede reducir el crecimiento de los organismos que forman esqueletos calcáreos o conchas, como los corales, los pterópodos (caracoles marinos que nadan libremente) y los bivalvos (como las ostras, las almejas y los mejillones).

El agua acidificada corroe los minerales de carbonato cálcico, un ingrediente esencial para los organismos que construyen conchas y esqueletos. El agua acidificada de la costa occidental está corroyendo las conchas de los diminutos pterópodos que nadan cerca de la superficie del océano y sirven de alimento a numerosos peces. Los fallos en el desove de las ostras en el estado de Washington se relacionaron con surgencias periódicas de agua más ácida. Asimismo, varias pesquerías se ven afectadas por la fluctuación del pH del océano.

Importancia cultural y económica

Las almejas y otros moluscos con concha son culturalmente importantes para muchos pueblos originarios costeros, ya que les proporcionan alimentos, ingresos y actividades

comunales. Durante generaciones, las almejas *Siliqua patula* han sostenido a la Nación Indígena Quinault, una tribu de tratados costeros ubicada en el estado de Washington a lo largo de la costa olímpica. Aún no se han demostrado los impactos directos de la acidificación en las navajas del Pacífico *(Siliqua patula)*, pero Liang et al. (2022) observaron impactos negativos en los sistemas digestivos de otra especie de almejas. Los miembros de la tribu Quinault también han observado un aumento en conchas rotas recolectadas. Los científicos siguen monitoreando los cambios que se producen en esta zona, ahora designada Santuario Marino Nacional de la Costa Olímpica, así como en otros santuarios.

Los empleos y los medios de subsistencia de muchos pescadores, trabajadores de restaurantes y minoristas de mariscos de los EE. UU. dependen de poblaciones saludables de almejas y mariscos. En un estudio reciente, se demostró la situación de vulnerabilidad de la industria marisquera estadounidense, con un valor de 1000 millones de dólares, ante la acidificación del océano.

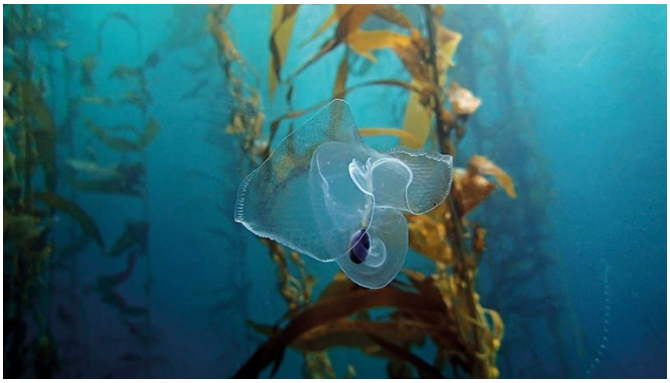
Un futuro esperanzador

Los santuarios marinos nacionales son lugares centinela utilizados para aprender más sobre las amenazas a las que se enfrenta el océano, incluida la acidificación. La investigación en los sitios mejora nuestra comprensión de los recursos naturales e históricos y cómo están cambiando. Adicionalmente, son una forma de alerta temprana para detectar cambios en los procesos y condiciones de los ecosistemas.

Los santuarios marinos nacionales de la NOAA logran lo siguiente:

- Eliminar y reducir activamente los riesgos que enfrenta el océano al trabajar con las comunidades a través de grupos focales, consejos asesores, educación, divulgación y programas de protección de recursos.
- Apoyar y realizar investigaciones que reúnen a expertos para salvaguardar los hábitats y mantener una pesca saludable para las personas.
- Proteger el hábitat marisquero englobado en miles de kilómetros cuadrados de espacio de conservación oceánica al prohibir tanto la prospección y extracción de petróleo y gas natural, así como la minería de aguas profundas. Esto cual reduce la contaminación del agua.

Todos podemos ayudar a reducir la acidificación del océano. Podemos reducir nuestra huella de carbono al utilizar menos energía generada por combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural. Podemos ayudar a eliminar carbono de la atmósfera al plantar árboles y arbustos, además de ayudar a restaurar ecosistemas marinos como los lechos de Kelp cabeza de toro y los bosques de algas. Investiga qué están haciendo el gobierno, las empresas y las escuelas de tu zona para reducir el uso de combustibles fósiles y hacer la transición a energías renovables y limpias. Aboga por el cambio en su comunidad y ayuda a empoderar a nuestros jóvenes para que tomen medidas en favor de ecosistemas saludables que los sostendrán a ellos y a las generaciones futuras.



Una diminuta mariposa marina, o pterópodo, flota en el bosque de algas del Santuario Marino Nacional de las Islas del Canal. Foto: Evan Barba

Para más información:

Liang, J. et al. (2022). "Impacto de la acidificación del océano en la fisiología de la glándula digestiva de la *almeja Sinonovacula* constricta". Frontiers in Marine Science: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.1010350/full

"Impactos del cambio climático en el océano". National Geographic Society: https://education.nationalgeographic.org/resource/ocean-impacts-climate-change

"Acidificación del océano". NOAA: https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-currents

"Programa Sanctuary Sentinel Site". NOAA: https://sanctuaries.noaa.gov/science/sentinel-site-program

"¿Qué es la acidificación del océano?" NOAA: https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/What+is+Ocean+Acidification%3F

"Comprender la acidificación del océano". NOAA Fisheries: https://www.fisheries.noaa.gov/insight/understanding-ocean-acidification

Vocabulario	
Bivalvia	Molusco acuático que tiene el cuerpo encerrado en una concha articulada, como las ostras, las almejas, los mejillones y las vieiras.
Dióxido de carbono	Un gas incoloro e inodoro presente en la atmósfera y producido por la combustión de combustibles.
Combustibles fósiles	Cualquier material orgánico combustible (por ejemplo, petróleo, carbón o gas natural) derivado de restos de vida.
Acidificación del océano	Disminución del pH del océano causada por la absorción de dióxido de carbono atmosférico.
pH	Una escala logarítmica de concentración de iones hidrógeno.

Preparación

- Descarga (o prepárate para mostrar) la presentación "El misterio de las conchas desaparecidas" y los videos que aparecen a continuación.
- Prepara y reúne los materiales para el experimento:
    - Cuatro o más frascos de vidrio de con tapa hermética (por ejemplo, frascos para conserva, frascos vacíos de salsa de tomate) de 472ml/16 onzas o más para contener las distintas soluciones y conchas.
    - Al menos 600 ml (aproximadamente 20 oz.) de vinagre blanco
    - Al menos 250 ml (aproximadamente 8 oz. o 1 taza) de agua carbonatada (por ejemplo, soda o agua con gas)
    - Al menos 11,4 gramos (2 cucharaditas) de sal
    - Al menos 12 conchas bivalvas vacías de almejas, mejillones u ostras (o una combinación de ellas). Límpialas de toda materia orgánica y sécalas con golpecitos.

        - Con un marcador permanente, etiqueta tres (o más) conchas para saber qué concha se colocará en cada solución. (Esto es importante si los estudiantes pesan las conchas en la parte Enriquecer/Ampliar de la actividad).
    - Una taza medidora, 1 cucharadita, agitador
    - Tiras reactivas de pH o un medidor/sonda digital de pH
    - *Opcional* (para la actividad Enriquecer/Ampliar): escala digital

Procedimiento

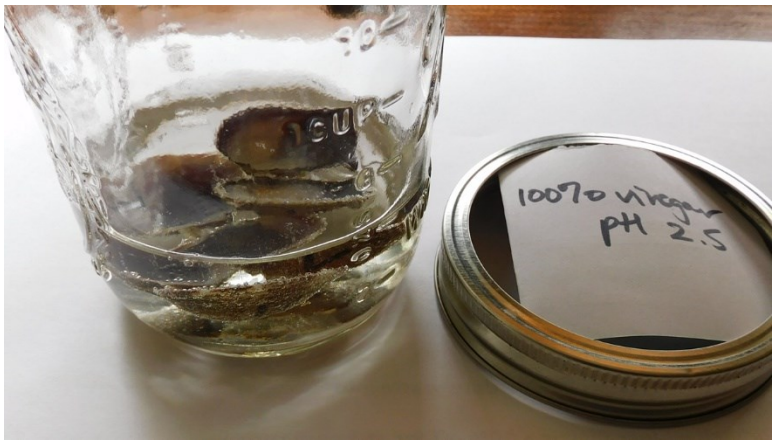
Involucrar

- Muéstrales a los estudiantes las imágenes de la diapositiva 2 de la presentación "El misterio de las conchas desaparecidas". Haz las preguntas en la pantalla:
    - ¿Qué tipo de organismo podrían ser?
    - ¿Qué diferencias observan?
- Pídeles a los estudiantes que hablen con un compañero acerca de las preguntas en un intercambio de ideas por parejas (*think-pair-share*) y anoten sus ideas en sus cuadernos de ciencias. Después de un minuto, pídeles a los estudiantes que compartan sus ideas con la clase. Analiza las ideas de los estudiantes y, a continuación, haz clic en la presentación para revelar que son pterópodos (mariposas marinas).
    - Explica que son caracoles de mar que nadan libremente, del tamaño de la cabeza de un alfiler, que constituyen una parte importante del plancton. Son un componente crítico de las redes tróficas del océano, son comidos por animales más grandes, como salmones juveniles y enormes ballenas.
    - Puedes mostrar el breve video "Pterópodos nadadores – *Limacina helicina antarctica*" (0:10) del programa Ocean Carbon & Biogeochemistry (OCB): https://youtu.be/I2qFleu3aXY.
- Avanza a la diapositiva 3. Plantea las siguientes preguntas:
    - ¿Qué creen que le está pasando a la concha de pterópodo en las imágenes? ¿Por qué?
- Habla acerca de las ideas de los estudiantes y diles que se trata de un fenómeno que los científicos observaron en nuestro océano global, especialmente en determinadas zonas. Los científicos plantearon la hipótesis de que el cambio de la química del océano alteraba las conchas de los pterópodos y hoy investigarán un fenómeno similar.
- Muéstrales las conchas que se utilizarán en el experimento. Plantea las siguientes preguntas:
    - ¿Saben qué organismos crearon estas conchas? ¿Dónde viven?

- ¿De qué están compuestas las conchas?
- ¿Cómo consiguen los organismos los materiales para construir conchas?

Explorar

- Avanza a la diapositiva "¡Experimentemos!". Pídeles a los estudiantes que formen equipos de ciencias de cuatro miembros.
- Como ejemplo, o con la ayuda de los estudiantes, crea cuatro soluciones que varíen en acidez.
    - En un frasco, añade 250 ml (aproximadamente 1 taza u 8 onzas) de vinagre blanco. (Si piensas añadir más de tres conchas a cada solución, asegúrate de que haya suficiente vinagre para cubrir todas las conchas).
    - En un segundo frasco, añade 125 ml (aproximadamente 1/2 taza o 4 onzas) de vinagre blanco + 125 ml (aproximadamente 1/2 taza o 4 onzas) de agua del grifo.
    - En un tercer frasco, añade 250 ml (aproximadamente 8 onzas) de agua carbonatada.
    - En un cuarto frasco, crea una solución de agua salada añadiendo 11,4 gramos (2 cucharaditas) de sal a 250 ml (aproximadamente 1 taza) de agua del grifo. Mezcla la sal hasta que se disuelva.
    - Etiqueta cada frasco como "100 % vinagre", "50 % vinagre", "agua con gas" y "agua salada".
- Pídele a un estudiante ayudante que mida el pH de cada solución al sumergir una tira reactiva en la solución, la deberá retirar inmediatamente. (Sigue las instrucciones de tus tiras reactivas específicas). O bien, utiliza un medidor de pH digital para medir los niveles de pH.
- Toma fotos de las conchas para tener constancia de su aspecto antes de colocarlas en las soluciones. Comparte las fotos con los estudiantes para que puedan compararlas con las conchas después del experimento.
- Coloca tres o más conchas de bivalvo etiquetadas en cada solución.
- Pídeles a los grupos de estudiantes que observen lo que ocurre en cada frasco inmediatamente después de añadir las conchas. Deberán anotar sus observaciones en sus cuadernos de ciencias con énfasis en el tipo de solución, el pH y las observaciones asociadas.



- Los estudiantes deberán compartir sus observaciones con toda la clase. A continuación, plantea preguntas como las siguientes para que reflexionen. Podrías proyectarlas o escribirlas en la pizarra:
    - ¿El vinagre es un ácido o una base? ¿Qué es un ácido? ¿Cómo se relaciona el pH con los ácidos?
      Nota: Los científicos advierten sobre la equiparación de ácido y pH, como se explica en "Una cartilla sobre el pH" del Programa de Carbono PMEL de NOAA: https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/A+primer+on+pH
    - ¿Cuáles de las soluciones crees que son ácidas? ¿Por qué?
    - ¿Qué crees que les ocurrirá a las conchas después de permanecer en cada solución durante una semana?
    - ¿Qué causa las burbujas en una bebida con gas? ¿Las bebidas con gas son ácidas?

  Pídeles que hablen acerca de las preguntas en sus grupos y que anoten las ideas en sus cuadernos de ciencias.
- Guarda los frascos en un lugar seguro durante una semana.
- Después de una semana, pídeles a los grupos de estudiantes que observen los cambios en cada uno de los frascos. Diles que deben anotar sus observaciones en sus cuadernos de ciencias.

Explicar

- En un intercambio de ideas con toda la clase, pídele a uno o varios grupos que compartan sus observaciones. Plantea las siguientes preguntas:
    - ¿En qué solución vieron más cambios? ¿Qué pasó? ¿En qué solución parecía haber menos cambios?
    - ¿Cómo afecta una solución ácida (con un pH bajo) a los organismos con conchas? ¿Por qué son particularmente vulnerables?
    - Pregúntales a los estudiantes si escucharon hablar del término "acidificación del océano" y aliéntalos a compartir lo que saben al respecto. Completa los detalles, si es necesario, con ayuda del gráfico de la diapositiva 5.

- Explica que el vinagre (ácido acético) tiene un pH extremadamente bajo que no es representativo de las condiciones en el océano. (El ácido acético no es responsable de la acidificación del océano. Se utiliza en este experimento para mostrar el cambio en un corto periodo de tiempo).
- Habla acerca de ideas de los estudiantes sobre por qué aparecen burbujas en soluciones ácidas. Proporciona más detalles, según sea necesario, como:
    - El ácido acético del vinagre reacciona con el carbonato cálcico de la concha, liberando un gas. Pídeles a los estudiantes que piensen de qué gas se trata y que analicen cómo se libera el dióxido de carbono y se debilita la concha por la reacción química. (Las burbujas producidas en los frascos con vinagre son dióxido de carbono).
    - Explica que el pH se mide en una escala logarítmica (como los terremotos) y un pequeño cambio en el pH de 8.2 a 8.1 corresponde a un aumento en la acidez de aproximadamente el 30 %.
    - Se esperan valores de 7.8-7.9 en el océano para 2100, lo que representa una duplicación de la acidez.

- Muéstrales a los estudiantes el video "La Tierra es Azul" (o un clip) sobre la excavación de almejas *Siliqua patula* de la Nación Indígena Quinault en el Santuario Marino Nacional de la Costa Olímpica y/o pídeles que lean la historia: https://sanctuaries.noaa.gov/magazine/2/quinault-razor-clam-dig.
    - Invita a los estudiantes a reflexionar sobre cómo un cambio de pH en el océano podría afectar a los organismos con concha que viven en él, especialmente en su forma larvaria.
    - Pregunta: ¿Cómo podría la acidificación del océano afectar las prácticas culturales del pueblo Quinault?
    - Pregúntales a los estudiantes si conocen otras áreas donde se cosechan almejas, mejillones, ostras o vieiras. ¿Cómo podría afectar la acidificación del océano a esas economías locales? Habla acerca de las ideas de los estudiantes y cómo la acidificación crea una preocupación en las pesquerías.
- Muestra la diapositiva 5 que describe cómo se produce la acidificación del océano y cómo afecta a los organismos marinos. Dependiendo del nivel de conocimiento de la clase, podrías hablar brevemente con los estudiantes sobre la ecuación química.
    - Pídeles a los estudiantes que describan con sus propias palabras cómo un cambio en el pH del océano altera la biología de los bivalvos. Deben utilizar los resultados del experimento para respaldar su argumento.
- Avanza a la diapositiva 6 y pregunta: "¿Qué muestra este modelo gráfico?" Analiza sus ideas. Puedes pedirles que hagan su propio modelo que explique el proceso de acidificación del océano, y lo que podemos hacer al respecto, en sus cuadernos de ciencias.
- Avanza a la diapositiva que muestra el mapa de santuarios y monumentos marinos nacionales. Explica cuáles de los santuarios podrían verse afectados por la acidificación

del océano en los próximos años. Esto se puede hacer con el método *think-pair-share* o intercambio de ideas por parejas, y luego los estudiantes pueden compartir sus ideas con la clase.

- Termina la clase al permitir conversaciones en grupos pequeños que les brinden a los estudiantes la oportunidad de reflexionar sobre las formas en que la sociedad puede reducir el dióxido de carbono en la atmósfera y el océano. Los estudiantes pueden hacer una lluvia de ideas sobre las medidas locales que se pueden tomar para abordar el problema.

Enriquecer/Ampliar

- Participa en un proyecto de aprendizaje por medio de servicio comunitario, como plantar árboles en el patio de tu escuela o en otra zona cercana, que contribuya a reducir el problema del exceso de dióxido de carbono en la atmósfera. Ponte en contacto con organizaciones locales y organismos gubernamentales que puedan colaborar en el proyecto que ayudará a tus estudiantes a sentirse capacitados para reducir los problemas urgentes del exceso de dióxido de carbono en la atmósfera y la acidificación del océano.
- Si vives cerca de la Costa Oeste en Estados Unidos, donde se encuentran los cangrejos Dungeness, considera usar trozos de caparazón de cangrejo en lugar de, o además de, conchas en cada solución. Un estudio de caso de cangrejo Dungeness con diapositivas e infografías se encuentra en https://sanctuaries.noaa.gov/education/crab-toolkit.html.
- Si tienes una báscula digital sensible, pídeles a los estudiantes que pesen cada concha seca antes de colocar las cáscaras en las soluciones. (Asegúrate de que cada concha esté etiquetada claramente con un marcador permanente). Después de una semana, pídeles a los estudiantes que retiren las conchas de las soluciones y las sequen y pesen. Diles que deben anotar sus medidas en su cuaderno de ciencias.
    - Haz que los estudiantes calculen el porcentaje de cambio de peso durante el experimento (peso final - peso inicial) /peso inicial X 100.
      Ejemplo: (6-7) / 7 X 100 = -14 % de cambio desde el peso inicial
    - Haz que la clase elabore un gráfico lineal con los datos agrupados de la clase, con el pH en el eje “X” y el porcentaje de pérdida de peso en el eje “Y”.
- Avanza a la diapositiva 10 de la presentación. Argumenta cómo los científicos pueden comprender los cambios en la química oceánica gracias a una red mundial de boyas científicas y otros dispositivos de recolección de datos. Consulta la "Red Mundial de Observación de la Acidificación de los Océanos (GOA-ON) (http://www.goa-on.org/home.php) y GOA-ON Explorer para obtener más información: http://portal.goa-on.org/Explorer.
- Cuando hablas sobre los pterópodos al comienzo de la clase y/o en la sección Explicar, muestra uno o ambos de estos videos cortos (o un clip):

- "Los efectos de la acidificación del océano en las conchas de los pterópodos" (0:29). NOAA: https://youtu.be/6H_VDhXiFk4
- "Pterópodos: Caracoles nadadores del mar" (2:45). MBARI: https://youtu.be/3-4oRU3iSkA

Evaluar

- Pídeles a los estudiantes que resuman lo que aprendieron sobre la acidificación del océano en su cuaderno de ciencias y/o en una conversación en clase. Alienta a los estudiantes a que añadan ilustraciones con etiquetas a sus relatos escritos.
- Pídeles a los grupos que dibujen un modelo de cómo se produce la acidificación del océano y su impacto en los organismos con concha.
- Revisa los cuadernos de ciencias y evalúa las contribuciones al diálogo grupal y con la clase.

Criterios educativos	
Normas de Ciencia de Próxima Generación	Ecosistemas: interacciones, energía y dinámica • MS-LS2-4: Construir un argumento respaldado por evidencia empírica de que los cambios en los componentes físicos o biológicos de un ecosistema afectan las poblaciones. Prácticas científicas y de ingeniería • Participación en un intercambio a partir de pruebas • Planificación y realización de investigaciones Conceptos transversales: • Causa y efecto • Sistemas y modelos de sistemas
Estándares Estatales de Educación (CCSS)	Redacción: W.6.10 Escribir de forma rutinaria a lo largo de períodos prolongados (tiempo para investigar, reflexionar y revisar) y períodos más cortos (una sola sesión o uno o dos días) para una serie de tareas, propósitos y destinatarios específicos de una disciplina. Expresión y comprensión oral: SL.6.4 Presentar afirmaciones y conclusiones, secuenciando las ideas de forma lógica y utilizando descripciones, hechos y detalles pertinentes para acentuar las ideas o temas principales.
Principios de cultura oceánica	5. El océano sustenta una gran diversidad de vida y de ecosistemas. (f) 6. El océano y los seres humanos están intrínsecamente interconectados. (d, e)
Principios de cultura climática	6. Los humanos afectan el clima. 7. El cambio climático tiene consecuencias para el sistema de la Tierra y las vidas humanas.

Recursos adicionales en inglés

"Comprender la acidificación del océano y la costa: Recursos para el docente". NOAA: https://dataintheclassroom.noaa.gov/ocean-acidification/understanding-ocean-coastal-acidification-teacher-resources

"La acidificación impide el desarrollo del caparazón del plancton de la costa oeste de EE. UU.". NOAA:https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2705/Acidification-impedes-shell-development-of-plankton-off-the-US-West-Coast

"La acidificación del agua corroe el marisco del Noroeste". PBS NewsHour video: https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/Ocean+Acidification%27s+impact+on+oysters+and+other+shellfish

Kennedy, C. (2014). "La acidez del océano disuelve la concha protectora de los caracoles diminutos". Climate.gov: https://www.climate.gov/news-features/featured-images/ocean-acidity-dissolving-tiny-snails%E2%80%99-protective-shell

"El vinagre es a una cáscara de huevo lo que la acidificación del océano es a los ecosistemas marinos". NOAA Science on a Sphere: https://sos.noaa.gov/education/phenomenon-based-learning/vinegar-eggshells-and-ocean-acidification

"Video de La Costa Olímpica como centinela". NOAA Ocean Acidification Program y socios: https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/The+Olympic+Coast+as+a+Sentinel+Video

Para más información

Esta lección fue desarrollada por la Oficina de Santuarios Marinos Nacionales de la NOAA. Esta lección es de dominio público y no se puede utilizar con fines comerciales. Por la presente se autoriza la reproducción, sin alteración, de esta lección con la condición de que se reconozca su fuente. Al reproducir esta lección, cite la Oficina de Santuarios Marinos Nacionales de la NOAA como fuente y proporcione la siguiente URL para obtener más información: https://sanctuaries.noaa.gov/education. Si tiene alguna consulta o requiere información adicional, envíe un correo electrónico a sanctuary.education@noaa.gov.

Este producto se ha desarrollado con el apoyo financiero de la National Geographic Society y en colaboración con la Fundación de Santuarios Marinos Nacional (NMSF) https://marinesanctuary.org y en colaboración con Rick Reynolds M.S.Ed., y Krista Reynolds, MLIS, M.Ed. de Engaging Every Student. Traducción al español realizada por Victoria Martínez Adalid.