



El buque *Okeanos Explorer* de NOAA, el buque estadounidense para la exploración del océano. Imagen: NOAA. Para más información, visite la siguiente página web:

oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/welcome.html

Información preliminar para el volumen 1: ¿Por qué exploramos?

Para ir, con valentía...

Esta lección guía las investigaciones de los estudiantes y los ayuda a comprender las razones por las cuales exploramos el océano. Otras lecciones del volumen 1, guían investigaciones adicionales en temas claves como la exploración del océano, la energía, el cambio climático, la salud humana y la salud del océano.

Foco

La exploración del océano

Nivel de grado

Nivel de grado: 7-8; las adaptaciones para grados 5-6 y 9-12 se encuentran en las páginas 12-13.

Pregunta central

¿Por qué exploramos el océano?

Objetivos de aprendizaje

- Los estudiantes debaten por qué los científicos creen que aún existen importantes características y procesos por descubrir en el océano.
- Los estudiantes debaten por lo menos tres motivos que históricamente han impulsado la exploración en los seres humanos.
- Los estudiantes explican por qué la exploración del océano se relaciona con el cambio climático.
- Los estudiantes discuten por lo menos tres beneficios que pueden resultar de la exploración del océano.

Materiales

- Acceso a Internet y/o a bibliotecas que le permitan al estudiante investigar
- Papel rígido, como de tarjeta o cubierta de stock
- Modelos educativos (fotocopiados a partir de la página 10, o bajados de Internet)
- Tijeras o cuchillos para cortar artesanía
- Marcadores y/o fotografías
- Pegamento
- Dos cronómetros
- Galletas de algas marinas (de la sección oriental de un mercado) u otros premios

Materiales audiovisuales

- Placa multimedia, pizarra y/o proyector



El prominente domo del VSAT (pequeña apertura terminal) del *Okeanos Explorer* permite la comunicación por satélite entre exploradores en la tierra y el mar y ofrece varias secuencias de video de alta definición para su difusión generalizada. Imagen: NOAA.



Conceptos y palabras claves

Exploración del océano
El buque *Okeanos Explorer* de NOAA
Cambio climático
Medicamentos provenientes del océano profundo
pH
Acidificación del océano
Telepresencia
Metanogénesis
Arqueobacterias

Información preliminar

NOTA: Las explicaciones y los procedimientos de esta lección han sido escritos en un nivel apropiado para educadores. Al presentar y discutir este material con los estudiantes, los educadores deberán adaptar el lenguaje y método de enseñanza a los estilos que se adapten mejor a cada grupo específico de estudiantes.

“Tenemos mayor conocimiento acerca de los mares muertos de Marte que sobre nuestro propio océano”

— Jean-Michel Cousteau

Puede ser difícil de creer que el 95% de los océanos de la Tierra aún no han sido explorados, sobre todo si observamos los mapas satelitales recientes del fondo marino. Estos mapas parecen mostrar características del fondo marino en considerable detalle. Sin embargo, los satélites no pueden ver bajo la superficie del océano. Las “imágenes” de estas características son estimaciones, basadas en la altura de la superficie del océano que varía debido a que la fuerza de gravedad se ve afectada por las características del fondo marino. Y si consideramos la escala de estos mapas resulta fácil ver cómo podrían pasarse por alto algunas cosas. Para mostrar todo el océano de nuestro planeta, un mapa de pared típico tiene una escala de aproximadamente 1 cm = 300 km. En esta escala, el punto hecho por un lápiz 0,5 mm, ¡representa un área de más de 60 millas cuadradas! La realidad es que los seres humanos desconocemos la mayoría del fondo del océano.

El buque *Okeanos Explorer* de NOAA

El 13 de agosto de 2008, el buque *Okeanos Explorer* de NOAA fue nombrado el “El buque estadounidense para la exploración del océano;” la única nave de EE.UU. cuya asignación es explorar sistemáticamente nuestro océano en gran parte desconocido, con el propósito del descubrimiento y el avance del conocimiento. Para llevar a cabo esta tarea, *Okeanos Explorer* tiene capacidades especializadas para encontrar características nuevas en lugares inexplorados de nuestro océano, y para la recopilación de información clave que respaldará investigaciones más detalladas de expediciones futuras. Estas capacidades incluyen:

- Mapeo submarino utilizando un sonar multihaz capaz de producir mapas de alta resolución del fondo marino a profundidades de 6000 metros;
- Robots submarinos (vehículos a control remoto o VOR) que pueden investigar anomalías a profundidades de 6000 metros; y
- Comunicación avanzada por satélite de banda ancha y telepresencia.

La capacidad de telecomunicación de banda ancha proporciona la base para la telepresencia: tecnologías que permiten que las personas observen e interactúen con eventos en un lugar distante. Esto permite la transmisión de imágenes en vivo, desde el fondo marino a los científicos en la tierra, aulas, salas de redacción y salas de

Siete razones actuales para la exploración marina

La exploración marina respalda y mejora la labor de muchas organizaciones e individuos que trabajan en cuestiones claves relacionadas con la ciencia incluyendo:

- **Cambio climático** — El océano tiene una gran influencia en el clima y el tiempo, pero sabemos muy poco acerca de los procesos de las profundidades oceánicas que afectan al clima.
- **Energía** — La exploración marina contribuye al descubrimiento de nuevas fuentes de energía, y a la protección de medio ambientes únicos y sensibles donde se encuentran estos recursos.
- **Salud humana** — Las expediciones al océano inexplorado casi siempre resultan en el descubrimiento de nuevas especies. Se ha descubierto que gran cantidad de animales de aguas profundas son fuentes prometedoras para la producción de potentes nuevos antibióticos y drogas anti-cancerígenas y anti-inflamatorias.
- **Salud del océano** — Varios ecosistemas oceánicos están siendo amenazados por la contaminación, la sobreexplotación, la acidificación y el aumento de las temperaturas. La exploración marina puede ayudarnos a entender estas amenazas y a encontrar maneras de mejorar la salud del océano.
- **Investigación** — Las expediciones al océano aún inexplorado pueden ayudar a centrar la investigación hacia áreas críticas capaces de producir beneficios tangibles.
- **Innovaciones** — La exploración marina requiere de nuevas tecnologías, sensores y herramientas. La necesidad de trabajar en ambientes extremadamente hostiles es un estímulo permanente para la innovación.
- **Alfabetización oceánica** — La exploración marina puede ayudar a inspirar a nuevas generaciones a buscar carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática y ofrece ejemplos claros de cómo los conceptos de biología, ciencias físicas, y ciencias de la tierra son útiles en el mundo real.

Estadísticas vitales del *Okeanos Explorer*:

Encargado: el 13 de agosto de 2008; Seattle, WA

Longitud: 224 pies

Ancho: 43 pies

Calado: 15 pies

Desplazamiento: 2298.3 toneladas métricas

Camarotes: 46, incluyendo tripulación y misión de apoyo

Funcionamiento: Tripulación del buque proporcionada por la NOAA Commissioned Officer Corps y civiles a través de Office of Marine and Aviation Operations (OMAO) de NOAA; las herramientas de la misión operadas por el Ocean Exploration and Research Program de NOAA

Para más información visite <http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/welcome.html>.

Siga los viajes del buque estadounidense para la exploración del océano con el Atlas del *Okeanos Explorer*:

<https://service.ncddc.noaa.gov/website/EXAtlas/viewer.htm>





La tripulación de la nave *HMS Challenger* en 1874. La tripulación original de 216 se había reducido a 144 hacia el final de la larga expedición. Imagen: NOAA.



Fotografía en blanco y negro del glaciar Muir obtenida el 13 de agosto de 1941; la fotografía en color fue obtenida desde el mismo punto de observación el 31 de agosto de 2004. Entre 1941 y 2004 el glaciar retrocedió más de 12 km, (siete millas) y disminuyó más de 800 metros. Agua proveniente del océano, llenó el valle reemplazando el hielo del glaciar Muir; el final del glaciar retrocedió fuera del campo de visión. La desaparición del glaciar revela cicatrices donde el hielo glaciar raspó bien alto contra la ladera. En el 2004, los árboles y arbustos crecían densamente en primer plano, donde en 1941 solo había roca desnuda. Imagen: National Snow and Ice Data Center, W.O.Field, B. F. Molnia.

http://nsidc.org/data/glacier_photo/repeat_photography.html

estar y abre nuevas oportunidades educativas, que son una gran parte de la misión de *Okeanos Explorer* para el avance del conocimiento. Además, la telepresencia permite que el equipamiento a bordo del buque sea controlado por los científicos que se encuentran en Centros de Comando en la tierra. De esta manera, los expertos científicos pueden ayudar al equipo que realiza la exploración en el momento en que los descubrimientos ocurren y a un costo mucho menor del de las expediciones oceanográficas tradicionales.

Muchas razones para explorar

Históricamente, los exploradores han sido impulsados por una variedad de motivos. Para algunos, la razón principal para explorar fue para ampliar el conocimiento del mundo. Para otros, los intereses económicos proporcionaron incentivos poderosos, y muchas expediciones comenzaron con propósitos tales como, por ejemplo, la búsqueda de una ruta marítima para acceder a las especias de Asia, o la búsqueda de oro, plata y metales preciosos. El poder político, el deseo de controlar grandes imperios y el deseo de difundir doctrinas religiosas, motivaron otras exploraciones. En el caso de la exploración espacial, las razones para explorar incluyen la necesidad de comprender nuestro lugar en el cosmos, la adquisición de conocimiento acerca de los orígenes de nuestro sistema solar y sobre los orígenes del ser humano, proveer avances en ciencia y tecnología, proporcionar oportunidades para colaboraciones internacionales, y finalmente, mantenerse a la par de otras naciones involucradas en el desarrollo de la tecnología espacial. El viaje del *HMS Challenger*, que se llevó a cabo entre 1872 y 1876 es a menudo considerado como la primera exploración marina con el objetivo específico de la investigación científica (visite <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03mountains/background/challenger/challenger.html> y <http://www.coexploration.org/hmschallenger/html/AbouttheProject.htm> para obtener más información sobre la expedición y comparaciones con la exploración oceanográfica de hoy en día).

La curiosidad, el deseo de adquirir conocimiento y la búsqueda de aventura continúan motivando a los exploradores. Pero hoy en día, existen otras razones para explorar el océano. Estas incluyen el cambio climático, la energía, la salud humana, la salud del océano, las innovaciones, la investigación y la alfabetización oceánica.

Cambio climático

La temperatura media de la tierra es actualmente más cálida que en ningún otro año desde por lo menos el año 1400. Mientras continúa el debate acerca de las causas del cambio climático y la importancia relativa de los ciclos climáticos a largo plazo, los gases de efecto invernadero, y otros factores, es evidente que:

- Los glaciares se están derritiendo;
- El hielo polar está decreciendo;
- La capa de nieve primaveral se ha reducido;
- La temperatura del suelo ha aumentado en muchas áreas;
- El nivel del mar ha aumentado varias pulgadas en los últimos 100 años.

Los posibles impactos del clima global incluyen el debilitamiento de la circulación termohalina del océano profundo (THC), que desempeña un papel importante en el transporte del calor, del oxígeno disuelto y de nutrientes, acelerando la disminución generalizada de los arrecifes de coral, la extinción de especies como el oso polar, y el acceso durante todo el año a través de las rutas marítimas del Ártico. La exploración marina puede proporcionar algunos de los conocimientos esenciales acerca de las interacciones entre el océano y la atmósfera necesarios para entender, predecir y responder a estos impactos.



Energía

“Al oceanógrafo William P. Dillon le gusta sorprender a los visitantes de su laboratorio. Una de sus prácticas es tomar bolas de hielo y prenderlas fuego. ‘Son fáciles de encender. Solo debes acercar un fósforo y ya está,’ dice Dillon, un investigador del Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) en Woods Hole, Mass. A decir verdad, el hielo en cuestión no es hielo común y corriente. El accesorio del show de Dillon es una estructura peculiar y poco conocida llamada hidrato de metano.”

de “The Mother Lode of Natural Gas” por Rich Monastersky

Los hidratos de metano son sustancias similares al hielo que se forman cuando las moléculas de agua forman una celosía abierta que rodea las moléculas de metano sin formar enlaces químicos entre los dos materiales. En los sedimentos del océano profundo, la baja temperatura y la alta presión permiten la formación de depósitos de hidratos de metano. Existe un interés creciente en estos depósitos como fuente alternativa de energía, debido a que el Servicio Geológico de EE.UU. ha estimado que, en una escala global, los hidratos de metano pueden contener aproximadamente el doble del carbono contenido en todas las reservas de carbón, petróleo y gas natural convencional conjunto. Además, los hidratos de metano se asocian con comunidades biológicas inusuales y posiblemente únicas donde conviven especies previamente desconocidas que podrían ser fuentes de materiales farmacéuticos beneficiosos. Los hidratos de metano también pueden causar grandes problemas, ya que cuando se calientan pueden liberar grandes cantidades de metano, un gas de efecto invernadero que podría tener (y ya puede haber tenido) importantes consecuencias para el clima de la Tierra. Al mismo tiempo, una liberación repentina de gas metano a presión puede provocar deslizamientos submarinos que a su vez puede desencadenar tsunamis catastróficos.

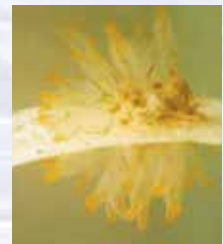
Además de hidratos de metano, regiones como el Golfo de México producen cantidades significativas de petróleo. A menudo, la presencia de hidrocarburos en la superficie del fondo del mar viene acompañada de comunidades de rezumaderos fríos que son comunidades biológicas que derivan su energía de gases (como el metano y el sulfuro de hidrógeno) y del petróleo proveniente de los sedimentos. Además de localizar nuevas fuentes de combustibles de hidrocarburos, la exploración de estas comunidades revela con frecuencia nuevas especies y provee información acerca de la ecología y la biodiversidad necesaria para proteger estos ambientes sensibles y únicos.

Salud humana

Mejorar la salud humana es otra razón para explorar el océano. Casi todos los medicamentos derivados de fuentes naturales provienen de plantas terrestres. Pero exploraciones recientes descubrieron que varios invertebrados marinos como las esponjas, los tunicados, las ascidias, los briozoos, y los octocorales también pueden producir sustancias potentes similares a drogas. Muchos de estos animales son sésiles (inmóviles), demersales (viven en el fondo del mar) y no tienen un aspecto particularmente interesante; sin embargo, producen más sustancias anti-inflamatorias, anti-cancerígenas y antibióticas que ningún otro grupo de organismos terrestres. El potencial para el descubrimiento de nuevos fármacos importantes provenientes de organismos del océano profundo es aún más grande cuando uno considera que la mayor parte del fondo marino aún no ha sido explorada y que las exploraciones en aguas profundas encuentran habitualmente especies nunca antes vistas.



Un gusano marino, *Hesiocaeca methanicola*, sobre la superficie de un hidrato de gas naranja. Una variedad de animales utiliza hidratos de metano como fuentes de energía. Imagen: Ian MacDonald.
http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/deepeast01/logs/sep23/media/icewormsmed_600.jpg



Aunque pueden ser visualmente poco impresionantes, las esponjas de *Forcepio* (izquierda) contienen lasonolides y los tunicados (derecha) contienen ecteinascidin, nuevas drogas que podrían tratar el cáncer. Imagen: NOAA

http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/logs/hirez/lasonolide1_hirez.jpg
http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/logs/hirez/figure4_hirez.jpg



Limacina helicina, un caracol planctónico que nada libremente. Estos caracoles, conocidos como pterópodos, forman una cáscara de carbonato de calcio y son una fuente de alimento en varias redes alimenticias marinas. A medida que aumentan los niveles de CO₂ disueltos en agua de mar, las tasas de crecimiento esquelético de pterópodos y otros organismos que secretan calcio se reducirán debido a los efectos del CO₂ disueltos en la acidez del océano. Imagen: Russ Hopcroft, UAF/NOAA.

<http://www.noaanews.noaa.gov/stories2006/images/pteropod-limacina-helicina.jpg>

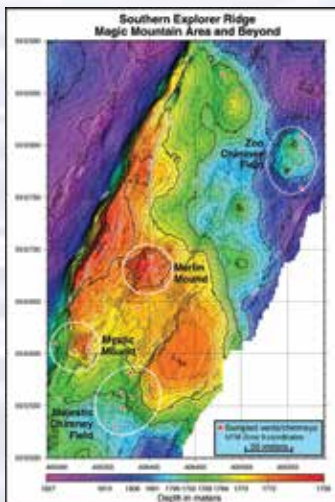


La Dra. Shirley Pomponi, uno de los tres co-investigadores principales en la expedición Deep Sea Medicines en el 2003, eliminando una esponja amarilla de una muestra proveniente del fondo marino. Imagen: NOAA.

http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/logs/summary/media/10249_bio.html



Una foto espectacular de la Sala de control del buque *Okeanos Explorer* de NOAA mientras se ponen en marcha las operaciones de ROV. Imagen: NOAA Programa *Okeanos Explorer*, INDEX-SATAL 2010



Mapa batimétrico de la zona Magic Mountain en Explorer Ridge, parte del Submarino Ring of Fire. Visite <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02fire/logs/magicmountain/welcome.html> para ver un tour virtual de la zona Magic Mountain. Imagen: NOAA. <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02fire/logs/hirez/magic-hires.jpg>

Salud del océano

“Cualquiera que esté familiarizado con el estado global de los océanos tendrá dificultades para sentirse optimista. Desde los arrecifes de coral abrumados por la escorrentía costera hasta el minúsculo, pero ecológicamente vital plancton que sufre del cambio climático, la diversidad de la vida marina se está desvaneciendo”

(Allsopp, et al., 2007)

La salud del océano está siendo amenazada simultáneamente por la sobre explotación de grandes especies, la destrucción de hábitats bentónicos, las especies invasoras, el aumento de la temperatura, la contaminación y la acidificación de los océanos (Jackson, 2008). El 5 de junio de 2008, el oceanógrafo Richard A. Feely de NOAA le dijo al Subcomité de la Cámara de Representantes de Energía y Medio Ambiente de los Estados Unidos que al final del siglo, el pH de la superficie del océano podría ser el más bajo de los últimos 20 millones de años.

“La vida encontrará un camino,” según el teórico del caos Ian Malcom en Jurassic Park (Crichton, 1990). Pero la pregunta es, “¿Qué vida?” Los exploradores de agua profunda encuentran a menudo organismos prosperando en condiciones que serían extremadamente hostiles para los seres humanos. Pero esto no significa que las especies pueden simplemente adaptarse al estrés producido por la caída del pH, por el ascenso del nivel del mar, el aumento de su temperatura, por la contaminación y la sobrepesca. Necesitamos urgentemente aprender más acerca de los ecosistemas marinos y cómo afectan al resto de nuestro planeta. Esta es una de las razones más importantes para la exploración marina. La curiosidad humana, el deseo de comprender nuestro mundo, y la excitación del descubrimiento continúan sin lugar a dudas, siendo las razones por las cuales exploramos el océano; pero también exploramos para sobrevivir.

Investigación

Es importante señalar que las expediciones al océano aún inexplorado pueden ayudar a centrar la investigación en áreas geográficas y temáticas críticas que pueden producir beneficios tangibles. La tecnología de telepresencia a bordo del *Okeanos Explorer* permite que muchos exploradores participen a una fracción del costo de las expediciones tradicionales. Asimismo, la telepresencia ofrece a los estudiantes y al público general, oportunidades para conocer de primera mano los procesos científicos de la exploración.

Innovación tecnológica

Los desafíos de trabajar en los ambientes extremadamente hostiles de las profundidades del océano son un estímulo permanente para la innovación y el desarrollo tecnológico.

Enseñanza científica y alfabetización oceánica

La exploración del océano puede inspirar a una nueva generación de jóvenes, a buscar carreras relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, y ofrece ejemplos claros de cómo los conceptos de la biología, las ciencias físicas, y las ciencias de la Tierra son útiles en el mundo real. Igualmente; los desafíos de la exploración de las profundidades del océano pueden servir de base para enseñar la resolución de problemas en las áreas de la tecnología y la ingeniería. La exploración del océano también proporciona un contexto atractivo para mejorar la alfabetización oceánica, para comprender la influencia que tiene el océano en nuestras vidas, y para, al mismo tiempo ejercer nuestra influencia sobre el océano. La alfabetización oceánica



generalizada es cada vez más vital ya que nos enfrentamos con cuestiones tales como la salud de los océanos y el cambio climático.

Tenga en cuenta que muchos de los temas discutidos anteriormente también son las razones por las cuales exploramos los hidratos de metano. Por ejemplo, estos son relevantes en relación con el cambio climático ya que son una fuente potencial de gas de efecto invernadero que podría acelerar tendencias hacia temperaturas más cálidas. Asimismo, los cambios en pH examinados en la sección Salud del océano también se vinculan con el cambio climático ya que el aumento del dióxido de carbono disuelto en el océano es el resultado del aumento del dióxido de carbono en la atmósfera, que puede ser parcialmente responsable de los cambios observados en el clima de la Tierra. Las mismas cuestiones también son importantes en lo que se refiere a las drogas provenientes del mar, ya que el aumento de la temperatura y los cambios en los patrones de circulación oceánica son los factores de estrés que ponen en peligro a algunos organismos marinos que producen sustancias farmacológicamente activas.

El punto esencial es que procesos del océano no funcionan de manera aislada, sino que interactúan y se relacionan en formas que solo ahora estamos comenzando a entender. Presentamos estos temas por separado en una discusión introductoria, como ejemplos individuales que ilustran las razones por las cuales exploramos; pero es importante entender que el océano es un sistema integrado, donde organismos y procesos interactúan siempre con otros, y el todo es mucho más complejo que la suma de las partes.

Procedimiento de aprendizaje

Esta lección está diseñada para que los estudiantes investiguen la pregunta: ¿Por qué exploramos el océano? Esta lección podría ser asignada a cada estudiante individualmente, pero un grupo de estudiantes podrá probablemente producir un intercambio de ideas más dinámico. El diseño básico de la lección es el siguiente: asignar las preguntas de orientación proporcionadas aquí debajo a grupos de tres o cuatro estudiantes. Luego, hacer que cada grupo construya moldes educativos para la exploración del océano como parte de la investigación. Luego, utilizar estos moldes para reforzar los conceptos que resultaron de la investigación de los estudiantes. Finalmente, usar los informes orales de cada grupo como base para una discusión con toda la clase. El tema principal del plan de estudios de la lección es la ciencia de la Tierra. Está dirigida a los grados 7 y 8, pero también sugerimos adaptaciones posibles para grados 5 y 6 y 9 -12, que usted encontrará luego de la sección Procedimiento de aprendizaje.

1. Preparativos para la lección,

- Revise la información introductoria sobre el buque *Okeanos Explorer* de NOAA aquí: <http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/welcome.html>
- Revise las siguientes presentaciones de video: “Introducción al buque *Okeanos Explorer* de NOAA” (por John McDonough) – en la página educativa del *Okeanos Explorer* (<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/welcome.html>) haga clic en “Resources and Links,” luego diríjase abajo al enlace de estas presentaciones.
- (Opcional) Descargue algunas imágenes de fuentes proporcionadas en la barra lateral a la derecha, para uso durante discusiones.
- (Opcional) Información adicional sobre la historia de la exploración oceánica está disponible aquí: <http://oceanexplorer.noaa.gov/history/history.html>.

Imágenes y videos esenciales

Expedición Medicines from the Deep Sea, 2003
(Medicamentos del mar):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/logs/photolog/photolog.html>

Expedición Windows to the Deep, 2003

(Comunidades de rezumaderos fríos):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03windows/logs/photolog/photolog.html>

Expedición Galápagos, 2003: Where Ridge meets Hotspot

(Comunidades de respiraderos hidrotermales):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/05galapagos/logs/photolog/photolog.html>

Expedición Davidson Seamount: Exploring Ancient Coral Gardens, 2006

(Corales profundos y otras especies):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/06davidson/logs/photolog/photolog.html>

Expedición al Deep Slope, 2006

(Comunidades de rezumaderos):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/06mexico/logs/photolog/photolog.html>

Expedición Ring of Fire, 2006

(volcanes submarinos; respiraderos de dióxido de carbono):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/06fire/logs/photolog/photolog.html>

Expedición: New Zealand American Submarine Ring of Fire, 2007

(Volcanes submarinos, tecnología de investigación):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/07fire/logs/photolog/photolog.html>

Expedición Deep Water Coral: *Lophelia* II, Reefs, Rigs and Wrecks, 2008

(Comunidades de las profundidades marinas):

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08lophelia/logs/photolog/photolog.html>



Durante las operaciones preliminares cerca de Guam, el científico de Indonesia Dr. Michael Purwoadi, llama por primera vez a sus colegas desde el buque *Okeanos Explorer* de NOAA, usando la telepresencia desde el Centro de Comando Exploración Jakarta. Imagen: NOAA.



Alrededor del mundo entero, los arrecifes de corales están mostrando señales de estrés muy severo. Sin embargo, los arrecifes en la costa de Bonaire son increíblemente saludables. La Expedición Bonaire, 2008 utilizó vehículos submarinos autónomos para intentar entender algunas de las razones. Imagen: Expedición Bonaire, 2008.

http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08bonaire/logs/summary/media/elkhorn_coral.html



Nadadores recuperando al vehículo de inmersión profunda Alvin después de un buceo en Manning Seamount en la costa de Carolina durante la expedición Windows to the Deep en el 2003. Imagen: C Martinez, NOAA



A medida que las industrias de petróleo y gas continúan buscando reservas de energía en las aguas profundas del Golfo de México, es fundamental entender más acerca de los organismos de agua profunda para que hábitats biológicos sensibles puedan ser protegidos. En 2008, la expedición de corales profundos Lophelia II: Reefs, Rigs and Wrecks en las profundidades del Golfo de México, logró explorar nuevas comunidades de corales de aguas profundas en sitios naturales y artificiales. En Green Canyon, el coral de aguas profundas, *Lophelia pertusa* crea hábitats para varias otras especies. Imagen: Chuck Fisher.

http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08lophelia/logs/sept24/media/green_canyon_lophelia_600.jpg

2. Introduzca brevemente al buque *Okeanos Explorer* de NOAA, recalcando que este es el primer buque federal específicamente dedicado a explorar el océano, en gran parte desconocido. Asegúrese que los estudiantes entiendan el concepto de la telepresencia y que comprendan que ésta nueva tecnología permitirá que las personas (estudiantes incluidos) participen en estas exploraciones desde lugares a miles de kilómetros de distancia.

3. ¿Dígale a los estudiantes que su tarea es contestar la pregunta, “¿Por qué exploramos el océano?” Cada estudiante o grupo de estudiantes debe preparar un informe oral que responda a las siguientes preguntas:

- (1) “Sabemos más acerca de los mares muertos de Marte que de nuestro propio océano.” (Jean-Michel Cousteau). ¿Cómo puede ser cierto esto? ¿Y si así fuera, qué? ¿No es el océano profundo el mismo donde sea que uno vaya?
- (2) Históricamente, ¿cuáles son algunas de las razones de la exploración humana?
- (3) Hoy, ¿tenemos algunas otras razones para explorar el océano?
- (4) Si el tiempo lo permite, también podría contestar la siguiente pregunta: “¿Quiénes son los exploradores de hoy?” y remitir a los estudiantes a la página web de Ocean Explorer OceanAGE Careers. (<http://oceanexplorer.noaa.gov/edu/oceanage/welcome.html>)

- Los siguientes enlaces a páginas web de las expediciones de Ocean Explorer proporcionan ejemplos de algunos de los beneficios que pueden resultar de la exploración del océano:

Energía

– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03windows/welcome.html>

– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/07mexico/welcome.html>

Salud humana:

– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/welcome.html>

Salud del océano :

– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08bonaire/welcome.html>

Cambio climático:

– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/06arctic/welcome.html>

– <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02arctic/welcome.html>

4. Pídale a cada grupo que prepare una presentación oral de sus hallazgos. Facilite luego una discusión en clase acerca de estos resultados. Los puntos clave para las preguntas de orientación deberían incluir:

- (1) “Sabemos más acerca de los mares muertos de Marte que de nuestro propio océano.” (Jean-Michel Cousteau). ¿Cómo puede ser cierto esto? ¿Y si así fuera, qué? ¿No es el océano profundo el mismo donde sea que uno vaya?

Puntos clave: Teniendo en cuenta la dificultad de fotografiar grandes áreas del fondo del océano, así como la naturaleza tridimensional de los hábitats oceánicos, resulta fácil entender por qué sabemos más sobre la superficie de Marte que acerca del océano. Si bien muchas personas piensan que el océano profundo es más o menos homogéneo en un área muy extensa, los descubrimientos recientes de respiraderos hidrotermales, los rezumaderos de aguas profundas, los volcanes submarinos, los montes submarinos, y otras características sugieren que hay muchas más variedades de lo que se pensaba. Las imágenes de “Key Image and Video Resources” (ver barra lateral en página 6) podrían intensificar las discusiones.



(2) Históricamente, ¿cuáles son algunas de las razones de la exploración humana?

Puntos clave: Los estudiantes pueden sugerir una cantidad de motivos. Estos incluyen, ganar conocimiento acerca del mundo en el que vivimos, obtener beneficios económicos, aumentar el poder político, difundir las doctrinas religiosas, el avance de la ciencia y la tecnología, y mantenerse a la par de otras naciones. La simple curiosidad y/o el desafío a lo desconocido son también validas sugerencias, aunque a menudo estas vienen acompañadas de consideraciones más pragmáticas.

(3) Hoy, ¿existe alguna otra razón para explorar el océano de la Tierra?

Puntos clave: La exploración oceánica contribuye directamente a cuestiones y necesidades que se reconocen ampliamente como prioridades nacionales, entre ellas:

- **Cambio climático** – El océano tiene una gran influencia en el clima de la Tierra; pero aún no sabemos o comprendemos, todos los procesos involucrados en las interacciones entre el océano y el clima, porque la mayor parte del océano es desconocido. Usted podría mostrar imágenes que documenten la disminución del hielo marino polar y/o los glaciares. (http://nsidc.org/data/glacier_photo/repeat_photography.html).

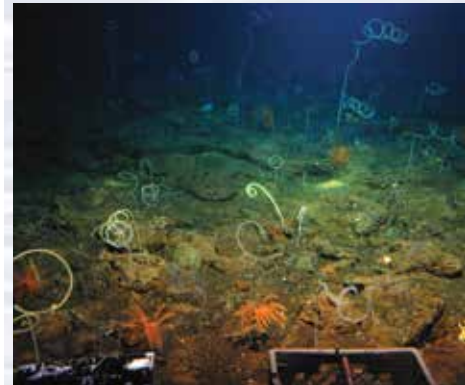
- **Energía** – Los hidratos de metano son un ejemplo de posibles fuentes alternativas de energía. El Servicio Geológico de EE.UU. estima que los hidratos de metano pueden contener aproximadamente el doble del carbono contenido en todas las reservas de carbón, petróleo, y gas natural combinadas. Los estudiantes también se darán cuenta que además de descubrir nuevas fuentes de energía, la exploración oceánica también se ocupa de proteger ambientes únicos y sensibles donde se encuentran estos recursos.

- **Salud humana** – Se ha descubierto que animales en hábitats de aguas profundas son fuentes prometedoras de nuevos antibióticos, y de drogas anticancerígenas y antiinflamatorias.

- **Salud del océano** – Los rápidos cambios en el clima de la Tierra, la polución, y la sobrepesca están impactando negativamente a algunos ecosistemas marinos. Mencione el impacto potencial del aumento de las temperaturas en las especies tropicales que ya están cerca de su límite superior de tolerancia térmica, como los corales. Asegúrese que los estudiantes entiendan que los corales también se someten a una variedad de otras tensiones, y que la combinación del estrés proveniente de múltiples fuentes amplifica los impactos del cambio climático. Si los estudiantes no lo mencionan, introduzca el efecto del aumento del dióxido de carbono atmosférico en el pH del océano. Podrá encontrar una simple demostración del impacto del dióxido of carbono disuelto sobre el pH en la siguiente página web: *El sistema del tampón de carbonato*. Asegúrese que los estudiantes comprendan que, si bien existe cierto desacuerdo sobre la conexión entre el aumento de la temperatura y el dióxido de carbono causado por la actividad humana, el aumento del CO atmosférico y la disminución del pH del océano no son cambios teóricos. Estos han sido confirmados por mediciones reales.



Las burbujas de dióxido de carbono de un pozo volcánico en la expedición Submarine Ring of Fire pueden afectar la acidez del agua en las comunidades cercanas. Aun no se conoce el efecto global de los gases volcánicos sobre la acidez del océano. Imagen: NOAA
<http://www.noaanews.noaa.gov/stories2006/images/undersea-volcano-sulfur-cloud-bubbles.jpg>

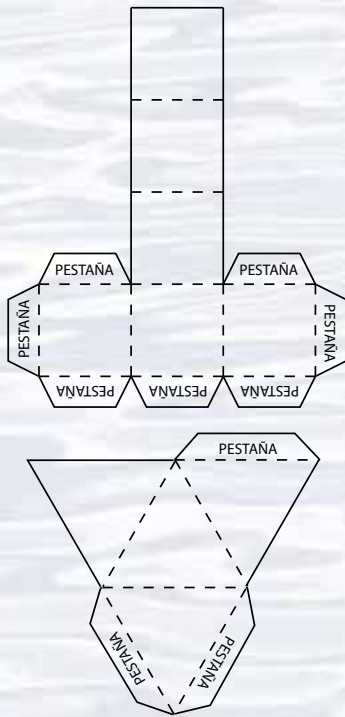


La vida es abundante alrededor de un campo de fumarolas cerca del Volcán 19 en el océano Pacífico del sudoeste. Hasta hace poco, desconocíamos completamente estas comunidades de aguas profundas. Imagen: NOAA/NURP.
<http://www.noaanews.noaa.gov/stories2005/images/ventfield-lifew2005.jpg>



Exploradores marinos estudian ecosistemas de hielo marino en el océano Ártico. Imagen: Emory Kristof
http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02arctic/logs/hirez/22_diver_hirez.jpg

Figura 1: Modelo educativo simple



¡Los modelos educativos son divertidos de hacer!
Imagen: Mel Goodwin

- **Investigación** – Las expediciones al océano inexplorado pueden ayudar a concentrar la investigación en áreas geográficas y temáticas críticas que pueden producir beneficios tangibles. La tecnología de la telepresencia a bordo del *Okeanos Explorer* permite que muchos científicos participen de expediciones por una fracción del costo de las expediciones tradicionales. También les ofrece a los estudiantes y al público en general la oportunidad de participar directamente de los procesos de exploración científica.
- **Innovación tecnológica** – Los desafíos de trabajar en los ambientes extremadamente hostiles del océano profundo son un estímulo continuo para la innovación tecnológica y el desarrollo.
- **Enseñanza científica y alfabetización oceánica** – La exploración oceánica puede ayudar a inspirar a nuevas generaciones de jóvenes a buscar carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Asimismo, ofrece ejemplos vívidos de cómo los conceptos de biología, ciencias físicas y ciencias de la Tierra son útiles en el mundo real. Del mismo modo, los desafíos de explorar el océano profundo pueden proporcionar la base para enseñar la resolución de problemas relacionados con la tecnología y la ingeniería. La exploración también proporciona un contexto atractivo para mejorar la alfabetización oceánica, ya que entendemos la influencia de los océanos sobre nuestras vidas y nuestra influencia sobre él. La creciente alfabetización oceánica es cada vez más vital a medida que nos enfrentamos con problemas como la salud de los océanos y el cambio climático.

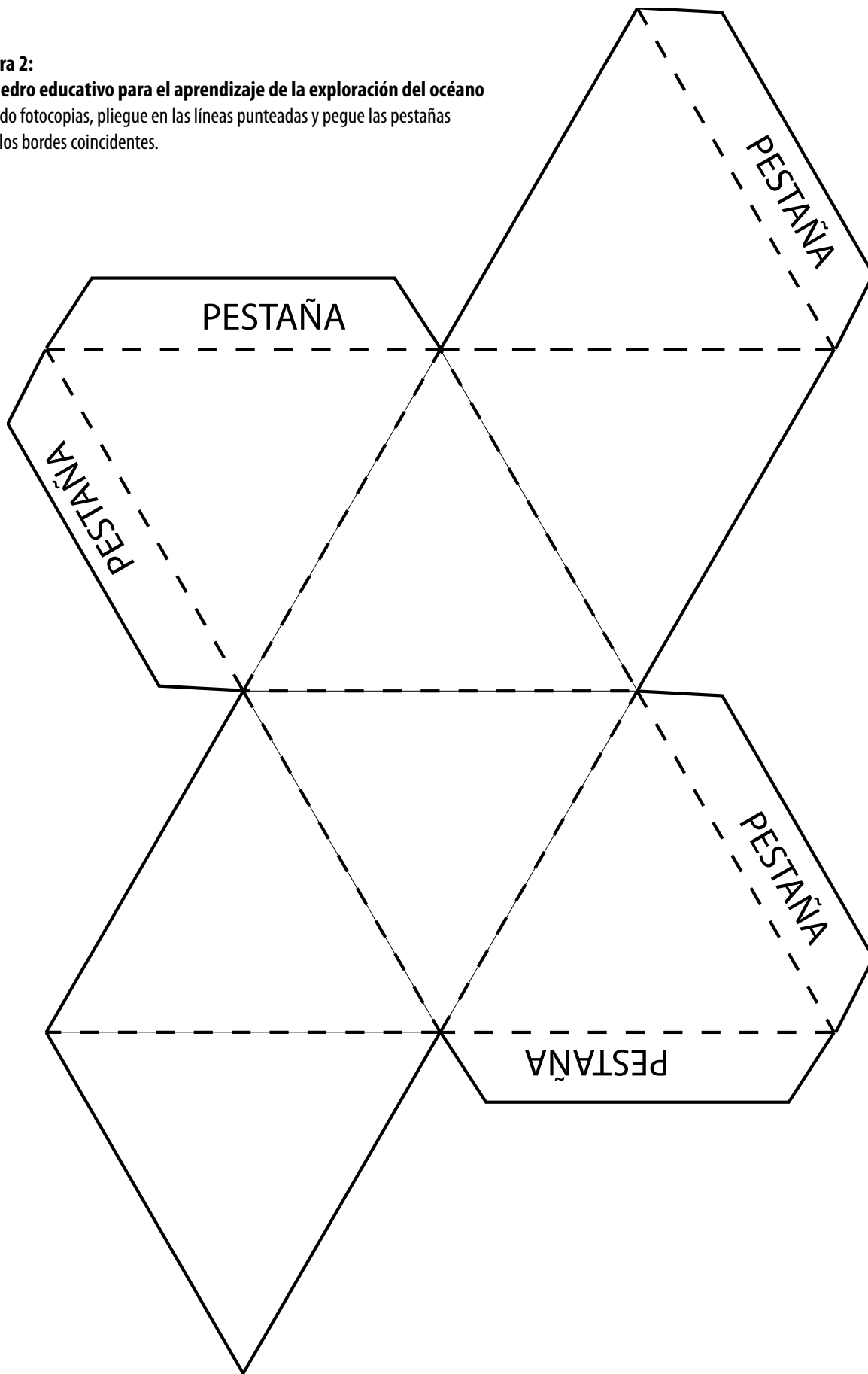
5. **Juego de exploración marina y modelos educativos** – Inspirados por la cúpula satélite del *Okeanos Explorer*, éstos sólidos geométricos fueron construidos por estudiantes con el objetivo de proveer superficies tridimensionales para mostrar conceptos, imágenes y otras informaciones. Muchos planes de estudios requieren que estudiantes compartan sus ideas con otros grupos, y los modelos educativos proporcionan una herramienta nueva y versátil que puede mejorar las actividades de comunicación. Los modelos educativos pueden construirse en varios tamaños, formas y colores, utilizando materiales diversos (el papel rígido como la cartulina es barato, versátil y ampliamente disponible). Además de usarse como herramientas de aprendizaje, éstos también pueden ser la base de actividades multidisciplinarias con las lenguas, el arte y las matemáticas, y ayudan a desarrollar la competencia en la ingeniería, el diseño, la selección de materiales, el modelado y los prototipos. Los modelos educativos más simples son los tetraedros y los cubos. Estos proveen cuatro y seis superficies respectivamente y pueden ser construidos como lo ilustra la figura 1. Existen varios libros y páginas web que describen cómo construir varios polígonos.

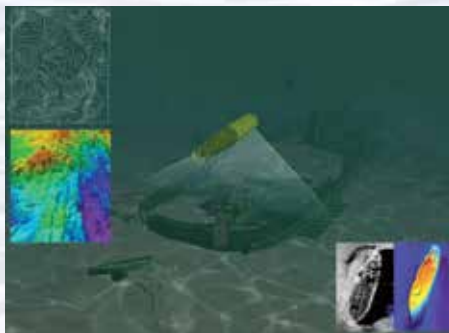
Para reforzar los conceptos resultantes de las investigaciones de los estudiantes, ellos pueden construir modelos educativos para resumir las razones por las cuales exploramos el océano (el cambio climático, la energía, la salud humana, la salud del océano, la investigación, la innovación tecnológica y la educación científica). Ellos utilizarán sus creaciones para competir en el juego “Exploración marina”.

a. Cada grupo de estudiantes debería construir cuatro octaedros usando el patrón de la figura 2 (página 10). Si desea construir modelos educativos más grandes, puede copiar el patrón en papel de formato tabloide o pliego de cartulina con una fotocopidora de ampliación.

Figura 2:
Octaedro educativo para el aprendizaje de la exploración del océano

Usando fotocopias, pliegue en las líneas punteadas y pegue las pestañas bajo los bordes coincidentes.





La exploración del océano requiere de continua innovación tecnológica. La Conciencia situacional es una de éstas innovaciones. Se utiliza en Vehículos Submarinos Autónomos (AUV) para evitar obstáculos. Imagen: NOAA
http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08auvfest/background/hires/auv_concept_hires.jpg



La galería de Ocean Explorer de NOAA ofrece imágenes de organismos inusuales de las profundidades del mar que son ideales para los modelos educativos para la exploración del océano, tales como este cangrejo espinoso, esta anémona de aguas profundas y el rape. Imagen: NOAA.

http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04fire/logs/hires/spinycrab_hirez.jpg
<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02quest/logs/jun16/media/anemone.html>
http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04etta/logs/hires/bubba_mouth_hires.jpg

- b. Los estudiantes deben adjuntar imágenes o texto a las ocho faces de los modelos educativos de la siguiente manera:
- Un modelo educativo debe tener imágenes en siete faces que ilustren las siete razones por las cuales exploramos el océano actualmente. De esta manera, una faz tendrá una imagen representando el cambio climático, otra tendrá una imagen que representa energía etc. La faz restante deberá tener una imagen del *Okeanos Explorer*. ¡Puesto que la octava faz se utiliza como una imagen neutral, ésta podría quedar en blanco, pero utilizar una imagen del buque estadounidense para la exploración del océano es mucho más interesante!
 - Uno de los modelos educativos debe tener texto en siete de las faces. El texto deberá proveer un título descriptivo con una de las razones por las cuales exploramos el océano actualmente. Por lo tanto, una de las faces deberá decir “Energía”, otra dirá “Salud del océano,” etc. La octava faz deberá tener una imagen del *Okeanos Explorer*, u otra imagen neutral.
 - Las dos formas de aprendizaje restantes también deberán tener una faz neutral con una imagen del *Okeanos Explorer*. Las otras siete faces deberán contener un breve texto describiendo un solo hecho acerca de las siete razones actuales por las que exploramos el océano, con una razón diferente representada en cada una de las siete faces. Por lo tanto, uno de los Modelos tendrá una faz que dice “Los hidratos de metano son una fuente de energía potencial que se encuentra en el océano profundo” (representando a la energía como una de las razones por las cuales exploramos), otra faz que dice “Animales de aguas profundas pueden ser fuentes prometedoras de nuevos fármacos” (representando a la salud humana como una de las razones por las cuales exploramos), y así sucesivamente.

Nota: Es más fácil adjuntar imágenes y texto antes de montar los modelos educativos. Corte y doble los modelos previamente, pero adjunte imágenes y/o texto antes de pegar las pestañas en su lugar.

Una vez completados los cuatro modelos educativos, debería ser posible orientarlos para que la faz superior de uno de ellos, muestre una imagen que represente una de las razones por las cuales exploramos el océano actualmente, la faz superior de otro, muestre un título descriptivo indicando esta razón, y las faces superiores de los dos modelos restantes muestren hechos relevantes relacionados con esta razón. También debería ser posible orientar los cuatro modelos para que la faz superior muestre una imagen “neutral” que no se relacione específicamente con una razón en particular por la cual exploramos el océano.

- c. ¡Ahora es tiempo de jugar a “Competencia de exploración oceánica!” El objetivo de este juego es que cada grupo de estudiantes, asocie correctamente y en el menor tiempo posible, títulos descriptivos y hechos relevantes con una imagen que representa una razón para la exploración. Los grupos compiten uno por vez y completan una ronda. Cuando un grupo termina, pídale a un miembro de los otros grupos que verifiquen que el título y los hechos seleccionados coinciden correctamente con la imagen. Los estudiantes deben prestar atención y no olvidarse de hacer esta verificación. El juego cambia rápidamente de grupo a grupo, pero hay un tiempo de inactividad mínimo en el que los estudiantes podrían distraerse.

Dele a dos estudiantes el rol de cronometradores. Dado que los grupos compiten uno a la vez, los cronometradores pueden ser miembros de otros grupos competidores. Dele un cronómetro a cada cronometrador. Haga que un grupo ordene sus cuatro modelos educativos en una mesa para que una imagen de *Okeanos Explorer* (u otra imagen neutral) aparezca en la cara superior de cada modelo.

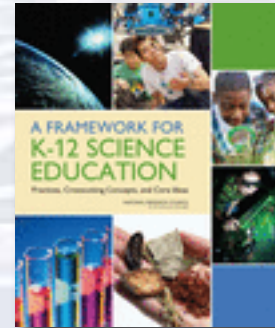
Usted, (el educador) debería recoger el modelo educativo que tiene imágenes adjuntas. Manténgalo fuera de la vista del estudiante y oriéntelo de manera tal que una de las imágenes que representan una razón para la exploración marina se enfrente a la palma de su mano. Ponga el modelo otra vez en la mesa, ¡y diga “Vaya con valentía!” al mismo tiempo que quita su mano. Los cronometradores deben activar sus cronómetros tan pronto como diga “¡Vaya con valentía!”; y los estudiantes del grupo deberán orientar los tres cubos restantes tan pronto como sea posible de manera que el título descriptivo adecuado y dos hechos relevantes miren hacia arriba. Tan pronto como hayan hecho esto, el grupo deberá decir “¡Descubrimiento!”. Esta es la señal para que los cronometradores detengan sus cronómetros. Pídale a los miembros del grupo que indiquen su razón para la exploración del océano y los hechos pertinentes. Registre el promedio de los dos cronómetros en una hoja de resultados para el grupo competidor.

Repita este proceso para los grupos restantes. Se deben completar al menos tres rondas para cubrir las siete razones y una buena selección de hechos relevantes. Cuando el grupo ganador haya terminado (con el tiempo promedio más corto en todas las rondas), otorgue premios tales como pequeños paquetes de galletas de algas, u otros artículos relacionados con el océano. ¡Asegúrese de que cada grupo reciba algo, pero está bien que el ganador reciba algo más grande!

Si tiene poco tiempo, quizás desee que los grupos solo construyan el primer modelo educativo sin imágenes, luego pídale a miembros del grupo que indiquen tantos hechos relevantes como sea posible cuando una imagen en particular se voltee boca arriba. Esto elimina la necesidad de utilizar cronometradores, pero debería lograr hacer varias rondas ya que es probable que la investigación de los estudiantes rinda más hechos por algunas razones que otras.

Adaptaciones para otros grados

Consideraciones para los grados 5 y 6 – Algunos estudiantes pueden desconocer los respiraderos hidrotermales, las filtraciones frías de aguas profundas, los volcanes submarinos y las montañas submarinas que se han descubierto recientemente, así que asegúrese de tener imágenes de estos hábitats disponibles para mostrar, después de recibir comentarios de los estudiantes sobre la cita de Cousteau. Del mismo modo, puede ser que los estudiantes no sean conscientes de las posibilidades brindadas por nuevos medicamentos o fuentes alternativas de energía de los ecosistemas de aguas profundas. Dependiendo de sus conocimientos actuales, es posible que desee centrarse principalmente en estas posibilidades como razones contemporáneas para la exploración de los océanos, ya que la relación entre el proceso de las profundidades oceánicas y el cambio climático puede ser difícil de entender a este nivel de grado. Además, los estudiantes pueden estar intrigados por lo poco que se sabe sobre el océano profundo, y pueden sentir que éstas son suficiente justificación para la exploración. Asegúrese de que los estudiantes comprendan que el *Okeanos Explorer* es el primer barco de los Estados Unidos que se dedica específicamente a explorar el océano en gran parte desconocido.



Los estándares científicos de la próxima generación.

Los estándares científicos de la próxima generación integran tres dimensiones dentro de cada estándar: Prácticas de ciencia e ingeniería, Ideas disciplinarias básicas y Conceptos multidisciplinarios. Los estándares representan las expectativas de desempeño de los estudiantes y cada uno combina Prácticas de ciencia e ingeniería, Ideas disciplinarias básicas y Conceptos multidisciplinarios como los descritos en Marco para la educación científica K-12: Prácticas, Conceptos multidisciplinarios, e Ideas básicas (National Research Council, 2012). Aunque las expectativas específicas de rendimiento pueden enfatizar solo algunas de las categorías de práctica, alentamos a los maestros a utilizar varias prácticas en cualquier instrucción. De la misma manera, solo podemos enfatizar algunos de los conceptos multidisciplinarios, pero esto no pretende limitar la instrucción.



Consideraciones para los grados 9-12 – La acidificación del océano, el pH, las zonas de amortiguación, las fuentes y absorciones de dióxido de carbono, los hidratos de metano, las medicinas de aguas profundas, y los hábitats de los océanos profundos (respiraderos hidrotérmicos, rezumaderos fríos, montes y volcanes submarinos) pueden ser explorados con más detalle. Considere asignar estos temas a grupos de estudiantes individuales antes de empezar una discusión centrada en la exploración del océano. Cuando los grupos hayan completado sus informes, dirija una discusión para tratar las Preguntas de orientación e invite a los grupos apropiados a presentar la información relevante de sus informes en el contexto de “por qué explorar.”

La conexión BRIDGE

www.vims.edu/bridge/ – Para ver los enlaces a información y actividades relacionadas con la exploración oceánica, incluyendo satélites, robots submarinos, y medicamentos del mar, haga clic en “Temas de las ciencias marinas” luego “Actividades humanas” y luego “Tecnologías” en el menú de navegación, a la izquierda de la página web.

La conexión personal

Pídale a los alumnos que escriban un breve ensayo sobre cómo sería la vida en el océano en la segunda mitad del siglo 21, y cómo la exploración podría afectar nuestro futuro.

Conexiones con otros temas

Arte del idioma inglés (ELA), matemáticas, estudios sociales.

Evaluación

Los informes escritos pueden ser requeridos como parte del Procedimiento de aprendizaje, 3ra parte. Estos reportes, discusiones y/o el juego de Exploración oceánica proporcionan una base para la evaluación.

Misiones de descubrimiento multimedia

<http://www.oceanexplorer.noaa.gov/edu/learning/welcome.html> Haga clic en los enlaces a las lecciones 3, 5, 11, y 14 para acceder a presentaciones interactivas de multimedia y actividades educativas acerca de corales profundos, quimiosíntesis y vida en los respiraderos hidrotermales, energía de mar, y montes submarinos.

Programación de lecciones en el volumen 1

Como estas lecciones fueron desarrolladas originalmente para el Desarrollo profesional en línea, estas son accesibles en <http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/welcome.html>.

Los estándares científicos de la próxima generación

Las lecciones desarrolladas para el volumen 1 se relacionan con *Principios esenciales y conceptos fundamentales de la alfabetización oceánica* indicados en la parte posterior de este libro. Además, un documento en línea separado, proporciona apoyo para lecciones individuales para las Expectativas de rendimiento y las tres dimensiones de los Estándares científicos de la próxima generación y los respectivos Estándares estatales de Common Core para matemáticas, la alfabetización y el arte del idioma inglés (ELA). Proporcionamos esta información para que los educadores la utilicen como contexto o punto de partida para abordar normas particulares. Estas lecciones no pretenden desarrollar un estándar particular, principio o concepto. Ver: http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/collection/wdwe_ngss.pdf.

Envíenos sus comentarios

Valoramos sus comentarios acerca de esta lección, incluyendo cómo la usa usted en su propia configuración educativa, formal o informal. Por favor, envíe sus comentarios a: oceaneducation@noaa.gov

Para más información

Paula Keener, Directora de los Programas Educativos de la Oficina de Exploración e Investigación Marina de NOAA.
Hollings Marine Laboratory
331 Fort Johnson Road, Charleston SC 29412
843.762.8818 843.762.8737 (fax)
paula.keener-chavis@noaa.gov

Agradecimientos

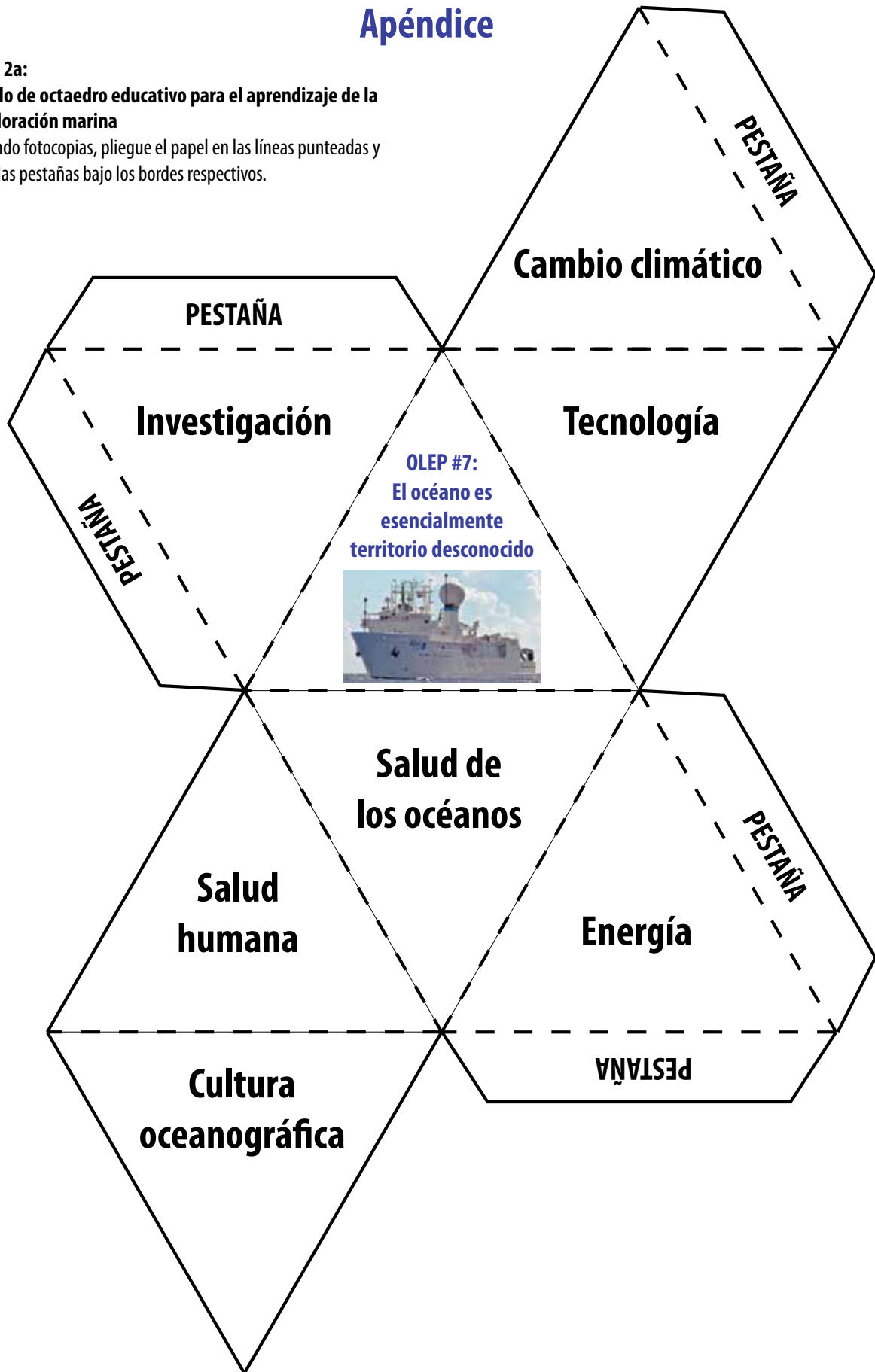
Producido por Mel Goodwin, PhD, Biólogo marino y escritor científico, Charleston, SC. Diseño Gráfico: Coastal Images Graphic Design, Charleston, SC. Si reproduce esta lección, por favor cite a NOAA como su fuente, y proporcione la siguiente URL: <http://oceanexplorer.noaa.gov>



Apéndice

Figura 2a:
Ejemplo de octaedro educativo para el aprendizaje de la exploración marina

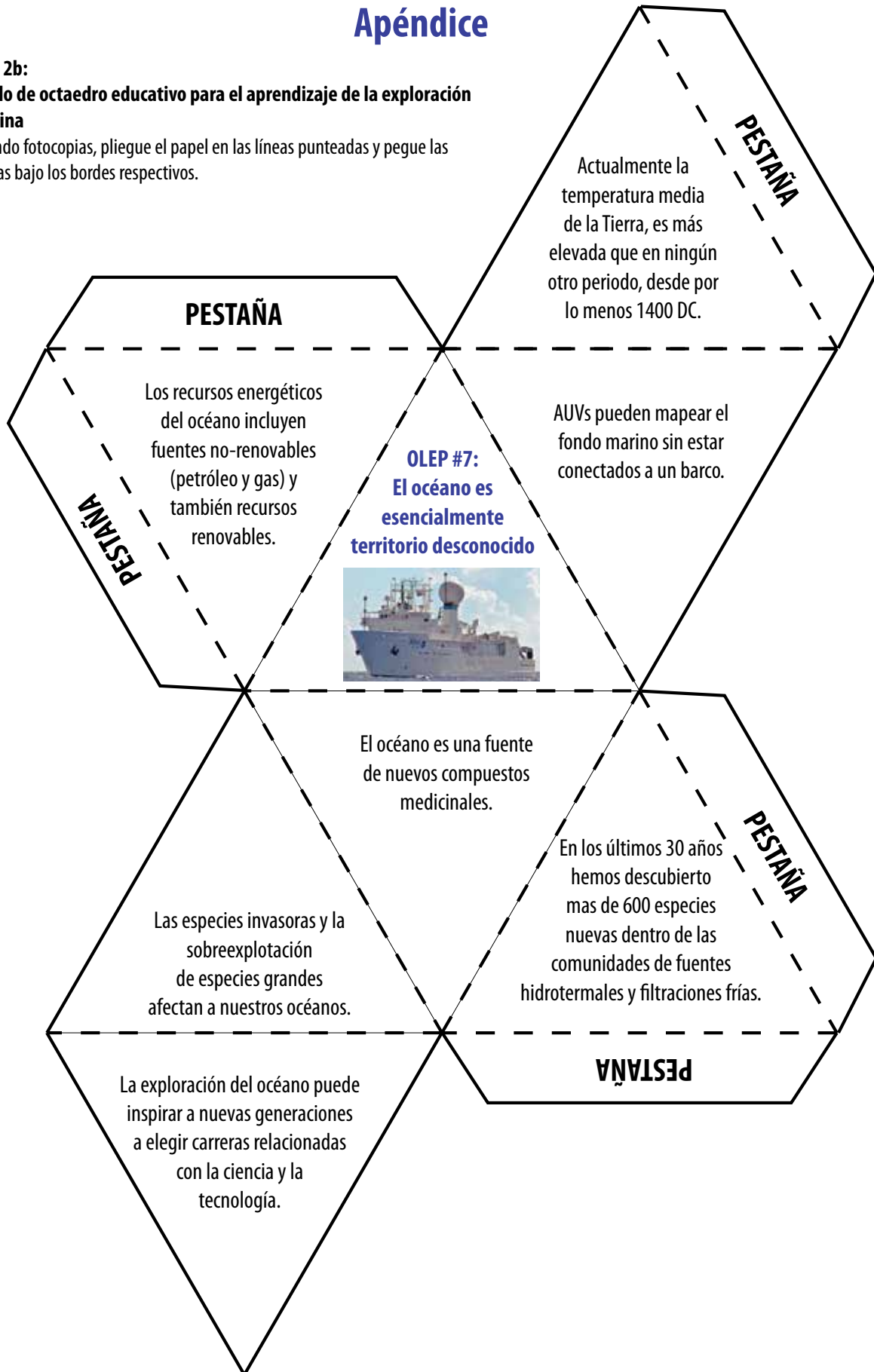
Utilizando fotocopias, pliegue el papel en las líneas punteadas y pegue las pestañas bajo los bordes respectivos.



Apéndice

Figura 2b: Ejemplo de octaedro educativo para el aprendizaje de la exploración marina

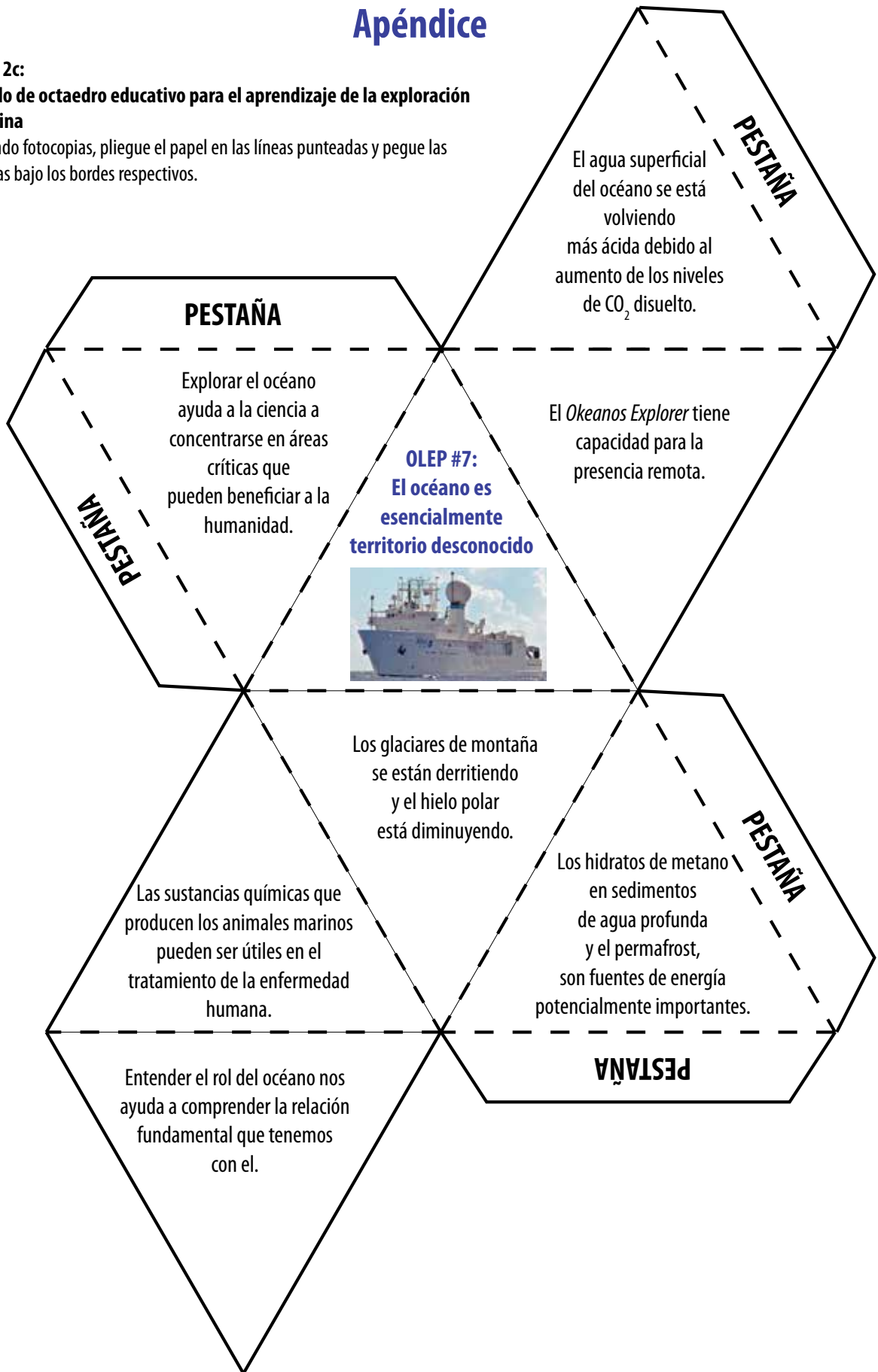
Utilizando fotocopias, pliegue el papel en las líneas punteadas y pegue las pestañas bajo los bordes respectivos.



Apéndice

Figura 2c: Ejemplo de octaedro educativo para el aprendizaje de la exploración marina

Utilizando fotocopias, pliegue el papel en las líneas punteadas y pegue las pestañas bajo los bordes respectivos.



Apéndice

Figura 2d:
Ejemplo de octaedro educativo para el aprendizaje de la exploración marina

Utilizando fotocopias, pliegue el papel en las líneas punteadas y pegue las pestañas bajo los bordes respectivos.

