



## Robots submarinos



Un ingeniero de video ajusta las imágenes de la cámara HD en el vehículo de control remoto, *Little Hercules*. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program.

<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1202/logs/hires/apr17-3-hires.jpg>

### Lo que vio *Little Herc*

#### Foco

Uso de la robótica para la exploración oceánica

#### Grado

7-8 (Ciencias físicas/Tecnología)

#### Pregunta central

¿Cómo se utilizan los robots submarinos no tripulados o vehículos de operación remota, a bordo del *Okeanos Explorer* para ayudar a explorar el océano profundo?

#### Objetivos de aprendizaje

- Los estudiantes explicarán cómo se utiliza la tecnología de vehículos autónomos para extender la capacidad de exploración de las investigaciones científicas a bordo del *Okeanos Explorer*.
- Los estudiantes discutirán la relevancia de la información obtenida por los robots submarinos sobre la variedad de condiciones biológicas y geológicas en los ecosistemas marinos, para el concepto de biodiversidad.
- Los estudiantes analizarán e interpretarán los datos de video del robot submarino del *Okeanos Explorer* para hacer inferencias sobre las interacciones ambientales de los organismos en los ecosistemas de aguas profundas.

#### Materiales

- Copias de *Algunas cosas que vio Little Herc*; una para cada grupo de estudiantes
- Copias digitales o impresas de imágenes fijas (consulte Procedimiento de aprendizaje, paso 1e)

#### Materiales audiovisuales

- (Opcional) Proyector de video u otro equipo para mostrar las imágenes descargadas (consulte Procedimiento de aprendizaje, paso 1e)

#### Tiempo de enseñanza

Uno o dos períodos de clase de 45 minutos

#### Asignación de asientos

Grupos de dos a cuatro estudiantes

#### Máximo número de estudiantes

30



## Palabras conceptos clave

Exploración del océano  
*Okeanos Explorer*  
Robot  
Imágenes  
Video

## Información previa

El componente de caracterización de emplazamientos de la estrategia de exploración del *Okeanos Explorer* depende en gran medida de los vehículos operados remotamente (ROV). Para obtener más información sobre la estrategia de exploración del *Okeanos Explorer*, lea la *Lección 1: explorar nuevos y extraños mundos*. Para obtener información adicional sobre los ROV utilizados a bordo del *Okeanos Explorer*, consulte la *Introducción a los robots submarinos*.

Esta lección presenta los vehículos operados remotamente y las imágenes de video ya que *Okeanos Explorer* los utiliza para la exploración marina. Las técnicas presentadas en esta lección pueden usarse para completar *Okeanos Explorer* ROV Imagery Supplemental Datasheets for selected *Okeanos Explorer* cruises (por ejemplo, [http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1202/background/edu/media/ex1202\\_sdrov1.pdf](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1202/background/edu/media/ex1202_sdrov1.pdf)).

## Procedimiento de aprendizaje

1. Preparativos para esta lección:

a) Revise:

- Ensayos introductorios para la Expedición INDEX-SATAL de 2010 (<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/welcome.html>); incluyendo el ROV *Little Hercules* (<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/background/rov/rov.html>);

b) Revise información acerca de estrategias de exploración y tecnologías del buque *Okeanos Explorer*.

c) Revise los métodos para analizar las imágenes provenientes del ROV comenzando con el paso 4. Si tiene poco tiempo disponible, puede pedirle a cada grupo que analice menos imágenes y luego combine los resultados.

d) Haga copias de *Algunas cosas que vio Little Herc*; una copia para cada grupo de estudiantes.

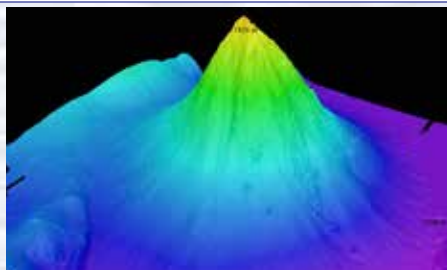
e) Descargue los siguientes archivos de imagen y video de la Expedición INDEX-SATAL 2010 visitando:

[http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/resources/media/movies/0711\\_site\\_k\\_transit\\_video.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/resources/media/movies/0711_site_k_transit_video.html):

20100711\_01h56m25s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h56m44s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h57m05s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h57m25s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h57m49s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h58m11s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h58m30s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h58m39s04\_ROVHD\_TRANSIT.jpg  
20100711\_01h56m16s04\_ROVHD\_TRANSIT-300kb.mov

Quizás desee imprimir las imágenes fijas, pero es preferible que los estudiantes trabajen con éstas en las computadoras del salón de clase o en sus propias computadoras. Si los estudiantes no van a usar las computadoras del salón de clases, asegúrese de que tengan acceso a los archivos de imagen fija (.jpg).





El sistema de mapeo sonar multihaz EM302 del *Okeanos Explorer* produjo esta imagen detallada de la subestación Kawio Barat, que se eleva a unos 3800 metros del fondo marino. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.

[http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/logs/hires/june26fig1\\_hires.jpg](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/logs/hires/june26fig1_hires.jpg)



Un CTD se une a una estructura metálica llamada roseta, o carrusel, junto con numerosas botellas de muestreo de agua y cuando se despliega, proporciona información sobre la composición de la columna de agua. Imagen: NOAA.

<http://oceanexplorer.noaa.gov/technology/tools/sondectd/sondectd.html>



Los tripulantes de *Okeanos Explorer* lanzan el vehículo durante las inmersiones de prueba en Hawaii. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.

[http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/background/hires/launch\\_hires.jpg](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/background/hires/launch_hires.jpg)



El jefe del equipo de ROV, el comandante y el jefe del equipo científico discuten las operaciones en el Mid-Cayman Rise con participantes ubicados tanto en el ECC de Silver Spring como en el URI's Inner Space Center. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, MCR Expedition 2011.

[http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1104/logs/hires/daily\\_updates\\_aug9\\_1\\_hires.jpg](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1104/logs/hires/daily_updates_aug9_1_hires.jpg)

f) (Opcional) También puede descargar imágenes referenciadas en los pasos 2 y 3 y / o ejemplos adicionales de imágenes de robots submarinos ([http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/media/slideshow/flash\\_slideshow.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/media/slideshow/flash_slideshow.html) and [http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/media/slideshow/video\\_playlist.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/media/slideshow/video_playlist.html)).

2. Introduzca brevemente el buque *Okeanos Explorer* de NOAA y la Expedición INDEX-SATAL de 2010, y discuta por qué este tipo de exploración es importante (para información de fondo, por favor vea la lección, *Earth's Ocean is 95% Unexplored: So What?*; [http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/background/edu/media/so\\_wbat.pdf](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/background/edu/media/so_wbat.pdf)). Destaque la estrategia de exploración general utilizada por *Okeanos Explorer*, incluyendo los siguientes puntos:

- La estrategia general se basa en encontrar anomalías;
- Esta estrategia implica
  - reconocimiento en curso;
  - exploración de columnas de agua; y
  - caracterización de emplazamientos;
- Esta estrategia se basa en cuatro tecnologías clave:
  - tecnologías de telepresencia que permiten que individuos observen e interactúen con eventos en una posición remota;
  - sistema de cartografía sonar multihaz;
  - CTD y otros sensores electrónicos para medir las propiedades químicas y físicas del agua de mar; y
  - un vehículo de operación remota (ROV) capaz de obtener imágenes de alta calidad y muestras en profundidades de hasta 4000 metros.

Quizás desee mostrar algunas o todas las imágenes en la barra lateral adyacente para acompañar esta revisión.

3. Describa brevemente la capacidad de un ROV típico (si desea mostrar algunas de las imágenes, vea: <http://oceanexplorer.noaa.gov/technology/subs/subs.html>). Termine su presentación con el ROV *Little Hercules* y explique que el objetivo principal de este robot submarino es reunir imágenes de video de alta calidad como parte de actividades de caracterización de emplazamientos. En este momento quizás desee mostrar la compilación de videoclips que mencionamos en el paso 1f. Conduzca un debate acerca de cómo los exploradores podrían usar estas imágenes. Los estudiantes deben darse cuenta de que, en muchos casos, estas imágenes son el único indicio que tenemos que estos organismos vivos existen en los sitios que intentamos caracterizar. Además, estas imágenes pueden proporcionar datos sobre formaciones geológicas y otras condiciones ambientales que no pueden obtenerse con otros instrumentos de recopilación de datos. Los estudiantes también deben entender que las imágenes de video también tienen limitaciones. Estas incluyen:

- la cobertura se limita a un área relativamente pequeña;
- los organismos móviles pueden evitar los movimientos del ROV y / o las luces utilizadas para la imagen de video; y
- muchos organismos son difíciles de identificar con precisión a partir de fotografías solamente.

Muestre una de las imágenes fijas descargadas en el paso 1e. Señale los puntos rojos cerca del centro de la imagen y pídale a los estudiantes que piensen por qué existen estos puntos. Ellos deberían poder deducir (posiblemente con su ayuda) que estos puntos proporcionan una escala que hace posible estimar el tamaño de

los objetos en la imagen. Explique que el sistema de video de *Little Hercules* tiene dos láseres cuyas vigas son paralelas y están a 10 cm de distancia. Esto coloca dos puntos brillantes en cada imagen que establecen la escala de la imagen.

4. Muestre el video clip **20100711\_01h56m16s04\_ROVHD\_TRANSIT-300kb.mov**. Mencione que este video fue obtenido por el ROV *Little Hercules* el 11 de julio de 2010, durante una inmersión a una montaña submarina volcánica en forma de cono que resultó ser uno de los sitios más diversos visitados por la Expedición INDEX-SATAL 2010.

Dígale a los estudiantes que su tarea es analizar ocho fotogramas de este video, y estimar el número de organismos diferentes en cada fotograma, y la abundancia de cada organismo. Dele a cada grupo de estudiantes uno o más fotogramas (impresos o en una computadora) y una copia de *Algunas cosas que vio Little Herc*. Quizás desee revisar la biología general de algunos de los organismos representados en el folleto, o asignar a cada grupo de estudiantes un informe acerca de uno o más organismos.

Dele a cada grupo de estudiantes una o más imágenes descargadas en el paso 1e. Es más fácil examinar estas imágenes en una computadora, ya que tienen funciones de zoom, pero si no dispone de recursos informáticos adecuados, pueden también utilizar copias impresas.

Enseñe a los estudiantes a identificar los organismos de la manera más completa posible. Ellos pueden argumentar que nunca han visto la mayoría de las cosas que muestra el videoclip; ¡y este es exactamente el punto! Los exploradores del océano profundo a menudo encuentran organismos que nadie ha visto antes. Lo único que pueden hacer es obtener buenas descripciones (es por esto que las imágenes son tan valiosas) y consultar con expertos que conozcan organismos similares. Tener la capacidad de hacer estas consultas en el mar es uno de los grandes beneficios de la telepresencia. Dígale a los estudiantes que durante las inmersiones de ROV, un sistema de intercomunicación basado en Internet permite que todos los participantes, independientemente de su ubicación, se comuniquen fácilmente. Esta comunicación de voz en tiempo real se complementa con una herramienta de texto en tiempo real llamada “Eventlog”, que permite que cada participante escriba sus observaciones personales en un registro común. Las entradas de registro hechas por individuos se pueden ver inmediatamente en tiempo real. El software Eventlog registra automáticamente la fecha, hora de entrada y autor de cada observación de texto.

La Figura 1 muestra las entradas de Eventlog durante el tiempo que se hizo el clip de video. La Tabla 1 enumera algunas de las abreviaturas que se utilizan en las entradas de Eventlog para nombrar varios organismos.

5. Pídale a cada grupo de estudiantes que presente los resultados de sus análisis. Hay una variedad considerable de organismos en el clip de video, y en los ocho fotogramas. Describa brevemente el concepto de biodiversidad. Incluya el concepto de variedad en varios niveles:
  - **variedad de ecosistemas:** una alta biodiversidad sugiere muchos ecosistemas diferentes en un área determinada;
  - **variedad de especies:** una alta biodiversidad sugiere muchas especies diferentes en un área determinada;

### ¡Tantas imágenes, tan poco tiempo!

Durante la Expedición INDEX-SATAL 2010, el equipo ROV del *Okeanos Explorer* salvó cerca de 3400 imágenes fijas de alta resolución. Para que las imágenes sean útiles para análisis posteriores (incluyendo los análisis realizados en esta lección), cada imagen debe ir acompañada de cierta información, que incluye la ubicación geográfica y la profundidad.

Cada archivo de video tiene un nombre único que incluye la fecha y la hora del primer fotograma, así como información acerca de la cámara y una breve descripción. Los fotogramas individuales de los archivos de video son seleccionados por el equipo de video del ROV y guardados como imágenes JPEG de alta resolución. Los nombres de archivo de imagen coinciden con el nombre de archivo del video original, pero la porción de los nombres de archivo que identifica la fecha y hora se corrigen para que estos correspondan con el tiempo real en que se grabó el fotograma de video individual.

Saber el horario específico en que se registró un fotograma hace posible recuperar la información de otros archivos de datos, incluyendo la localización geográfica y la profundidad. Esta información se incluye con cada imagen JPEG, similar a la manera en que la fecha y la hora se incluyen con las imágenes de la mayoría de las cámaras digitales. Para más detalles, vea Pinner (2010).

**Tabla 1. Algunas abreviaturas de Eventlog para varios grupos de animals**

<b>ART</b>	<b>Arthropod/ Antrópodo</b>
<b>ASR</b>	<b>Asteroid/ Asteroideo</b>
<b>BAR</b>	<b>Barnacle/ Percebe</b>
<b>BIO</b>	<b>Biology (Unspecified)/ Biología (no específico)</b>
<b>BIV</b>	<b>Bivalve/ Bivalvo</b>
<b>BRY</b>	<b>Bryozoan/Briozoo</b>
<b>CHI</b>	<b>Chiton/Quiton</b>
<b>CHN</b>	<b>Chondrichthyes/Chondrichthyes</b>
<b>CNI</b>	<b>Cnidarian/Cnidarios</b>
<b>COR</b>	<b>Coral/Coral</b>
<b>CRA</b>	<b>Crab/Cangrejo</b>
<b>CRI</b>	<b>Crinoid/Crinoideo</b>
<b>ECN</b>	<b>Echiuran/Equiura</b>
<b>EGG</b>	<b>Egg case/Cápsula de huevo</b>
<b>FEC</b>	<b>Fecal matter/ Materia Fecal</b>
<b>FSH</b>	<b>Fish/ Pez</b>
<b>GAS</b>	<b>Gastropod/Gastrópodo</b>
<b>GRO</b>	<b>Gromiida/Gromiida</b>
<b>HOL</b>	<b>Holothurian/Holoturias</b>
<b>HYD</b>	<b>Hydroid/Hidroides</b>
<b>ISO</b>	<b>Isopod/ Isópodo</b>
<b>JFH</b>	<b>Jellyfish/ Medusa</b>
<b>LOB</b>	<b>Lobster/Langosta</b>
<b>MAT</b>	<b>Bacterial Mat/Manto bacteriano</b>
<b>MOL</b>	<b>Mollusk/ Molusco</b>
<b>NUD</b>	<b>Nudibranch/Nudibranquio</b>
<b>OCT</b>	<b>Octopus/Pulpo</b>
<b>OPH</b>	<b>Ophiuroid/ Ofiuroideos</b>
<b>PAG</b>	<b>Pagurid (hermit)/Paguro (ermitaño)</b>
<b>PEN</b>	<b>Pennatulacean/Pennatuláceos</b>
<b>POL</b>	<b>Polychaete/Poliqueto</b>
<b>SCA</b>	<b>Scale worm/Gusanos Escamosos</b>
<b>SHI</b>	<b>Shrimp/Camarón</b>
<b>SPO</b>	<b>Sponge/Espanja</b>
<b>SQA</b>	<b>Squat lobster/Langostino</b>
<b>SQD</b>	<b>Squid/Calamar</b>
<b>STY</b>	<b>Stylasterid/ Stylasterid</b>
<b>TUN</b>	<b>Tunicate/Tunicado</b>
<b>URC</b>	<b>Urchin/Erizo</b>
<b>USO</b>	<b>Unidentified sessile object/ Objeto inmóvil no identificado</b>
<b>WOD</b>	<b>Wood/Madera</b>
<b>WOR</b>	<b>Worm/Gusano</b>
<b>XEN</b>	<b>Xenophyophoran/Xenophyophoran</b>
<b>ZOA</b>	<b>Zoanthid/Zoantarios</b>

**Figura 1. Extracto del Eventlog del 11 de julio de 2010**

2010-07-11	01:56:29	jonathanrose	FSH
2010-07-11	01:56:57	oceanexplorer	intentaremos conseguir unos cuantos para él.
2010-07-11	01:57:10	oceanexplorer	profundidad es 48m, rumbo es 57
2010-07-11	01:57:16	oceanexplorer	458m
2010-07-11	01:57:18	cherissedupreez	SQA
2010-07-11	01:57:40	davebutterfield	El material de color claro alrededor de la base de las rocas es principalmente escombros de coral.
2010-07-11	01:58:14	oceanexplorer	CRI de tallo grande
2010-07-11	01:58:23	oceanexplorer	SQA
2010-07-11	01:58:25	oceanexplorer	SHI
2010-07-11	01:58:30	oceanexplorer	STY's
2010-07-11	01:58:35	oceanexplorer	con OPH's
2010-07-11	01:58:49	oceanexplorer	excelente SPO's
2010-07-11	01:58:58	jonathanrose	FSH
2010-07-11	01:59:00	oceanexplorer	COR morado
2010-07-11	01:59:13	dustinschomagel	ROV Profundidad 452 Rumbo 62 grados
2010-07-11	01:59:34	oceanexplorer	URC

- **variedad de interacciones entre especies;** y
- **variedad dentro de las especies (diversidad genética):** alta biodiversidad sugiere un nivel relativamente alto de variedad genética entre individuos de la misma especie.

El concepto de biodiversidad generalmente combina dos mediciones:

- el número de especies en una zona determinada; y
- cómo se distribuyen uniformemente los individuos entre estas especies

La uniformidad es mayor cuando las especies son igualmente abundantes. La medida más simple de la diversidad de especies es el número de especies presentes en un medio ambiente. Esto se llama riqueza de especies. Pero la diversidad es mucho más que el número de especies presentes en un medio ambiente. Una comunidad que tiene más o menos la misma cantidad de individuos dentro de las especies presentes se suele considerar como más diversa que una comunidad dominada por una especie.

Discuta estas medidas ya que afectan los análisis de los ocho fotogramas de los estudiantes. Hay muchas especies diferentes representadas en los ocho fotogramas, pero sólo unas pocas son abundantes en todos. Muchas sólo están representadas por uno o dos individuos en los ocho cuadros. Esto es típico de las comunidades biológicas que tienen una biodiversidad relativamente alta. Si realizamos análisis similares de clips de video realizados en otros lugares, podríamos comparar el número de especies y el número de individuos dentro de cada especie para tener una idea acerca de la diversidad relativa entre los distintos lugares.

Lidere un debate sobre la importancia de la biodiversidad. El hecho de que la diversidad a menudo disminuye en entornos estresados sugiere que la alta diversidad puede ser "buena". Por otro lado, es importante darse cuenta de que la diversidad también puede aumentar si las condiciones cambian o son variables (como las fronteras de dos tipos de hábitat) o tras un cambio importante en un ecosistema maduro (como un incendio forestal). Anime las



discusiones a favor y en contra de estas preguntas, pero asegúrese de desafiar a los estudiantes a defender sus posiciones. En algún momento, pregúntele a los estudiantes si “desconocido” es lo mismo que “poco importante”. Puede que desee citar ejemplos en los que especies desconocidas resultaron ser directamente importantes para los seres humanos, como el bígaro de Madagascar que ahora proporciona un poderoso tratamiento para el cáncer; o las esponjas de Forcepia de hábitats oceánicos profundos que tienen propiedades anti-cancerígenas similares (para más información, véa <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/welcome.html>).

6. **Algunas conexiones con las matemáticas** – Cuando los científicos discuten la biodiversidad y las poblaciones de organismos, a menudo les gusta estimar la abundancia de varias especies. Una forma de hacerlo con datos de video es navegar a lo largo de una serie de transectos (un transecto es un camino a lo largo del cual se recogen datos) con un robot submarino, mientras se graba video desde una cámara orientada hacia adelante. Cuando se completan los transectos, se revisa la grabación de video y se identifican y cuentan los organismos con imágenes. Los recuentos totales de cada especie se dividen por el área total del transecto para obtener una estimación de la densidad de cada especie. Por ejemplo, si 50 corales pertenecientes a una sola especie fueron contados en un transecto de video que cubrió 100 metros cuadrados, la densidad de esa especie sería 50 corales/100 metros cuadrados = 0.5 coral / metro cuadrado.

Pregúntele a los estudiantes cómo podemos estimar cual fue el área cubierta por el video clip. Los estudiantes deben darse cuenta de que necesitamos conocer el ancho del área cubierta por cada fotograma y la longitud total del transecto. El ancho de los fotogramas se puede estimar usando los puntos del laser (que están separados por 10 cm). La separación entre estos puntos es similar en cada uno de los ocho fotogramas, y el ancho del área cubierta es de aproximadamente 3.6 m.

Para encontrar la longitud del transecto, primero necesitamos saber si el ROV iba más o menos en línea recta durante la grabación del video clip. Comprobando el encabezamiento registrado para cada uno de los ocho cuadros, encontramos que el rumbo del ROV varió entre 48.5 y 80.0 grados. Esto no es exactamente una línea recta, pero está bien para una aproximación. Dado que conocemos la ubicación geográfica de cada cuadro, podemos encontrar la distancia entre la ubicación del primer cuadro (2° 50.84217' N, 125° 3.47277' E) y la ubicación del último (2° 50.84815' N, 125° 3.48355' E) usando una calculadora en línea (como <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>) que da una distancia entre las ubicaciones del primer y último cuadro igual a 0.02282 km.

Por lo tanto, nuestra estimación del área cubierta durante el videoclip es  
 $3.6 \text{ m} \cdot 22.8 \text{ m} = 82.1 \text{ m}^2$

Para calcular la densidad de los diversos tipos de organismos que se ven en el video clip, tendríamos que analizar todo el clip, contar cada individuo de cada organismo, y luego dividir los totales por el área del transecto de video.

7. La discusión acerca de los robots submarinos y la tecnología de las imágenes también puede incluir los siguientes componentes de la alfabetización tecnológica (ITEA, 2007):



- **Conceptos fundamentales de la tecnología:** Los robots submarinos están compuestos por sistemas estrechamente interrelacionados diseñados para cumplir con requisitos y restricciones específicos, que a menudo implican compromisos.
- **Relaciones entre tecnologías y otros campos de estudio:** la tecnología robótica submarina está estrechamente ligada a los avances de la ciencia y la matemática, y los requisitos específicos de información en estos campos impulsan la innovación y la invención.
- **Efectos de la tecnología en el medio ambiente:** la tecnología robótica submarina provee nuevas formas de monitorear diversos aspectos del medio ambiente para obtener información para la toma de decisiones.

### La conexión BRIDGE

[www.vims.edu/bridge/](http://www.vims.edu/bridge/) – Desplácese por “Ocean Science Topics” en el menú del lado izquierdo de la página, luego vaya a “Human Activities”. Finalmente seleccione “Technology” para obtener actividades y enlaces acerca de submarinos, ROVs, y otras tecnologías utilizadas en la exploración submarina.

### La conexión personal

Pídale a los estudiantes que escriban un breve ensayo sobre cómo la utilización de imágenes robóticas para comparar comunidades biológicas podría ser algo beneficioso a nivel personal.

### Conexiones con otros temas

Arte del idioma inglés (ELA), ciencias de la vida, matemáticas, física

### Evaluación

Los análisis de las imágenes de video y las discusiones en clase proporcionan oportunidades para evaluar a los estudiantes.

### Extensiones

1. Visite la página web (<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/welcome.html>) para obtener informes, imágenes y otros productos de los cruceros del *Okeanos Explorer*.
2. Para aprender otras técnicas para analizar imágenes de video, vea la lección *Through Robot Eyes*.
3. Visite <http://www.marinetech.org/rov-competition-2/> para ver un video de la competencia de ROV estudiantil más reciente de la Marine Technology Society's así como enlaces a otros sitios acerca de robots submarinos.
4. Para ideas sobre cómo construir robots submarinos, diríjase a Bohm y Jensen (1998), Bohm (1997) y al programa Sea Perch (ver Other Resources).
5. Para trabajos adicionales con imágenes de video de ROV, vea *Okeanos Explorer ROV Imagery Supplemental Datasheets* para cruceros específicos de *Okeanos Explorer* (por ejemplo, [http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1202/background/edu/media/ex1202\\_sdrov1.pdf](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1202/background/edu/media/ex1202_sdrov1.pdf)).

### Misiones de descubrimiento multimedia

<http://oceanexplorer.noaa.gov/edu/learning/welcome.html> – Haga clic en los enlaces a las lecciones 1, 5, y 6 para obtener presentaciones interactivas multimedia y actividades para aprender acerca de las placas tectónicas, de la quimiosíntesis, la vida en las fuentes hidrotermales y el bentos de la profundidad del mar.



### **Estándares científicos de la próxima generación**

Los planes de estudio desarrollados para el volumen 2 se correlacionan con *Los principios esenciales y los conceptos fundamentales de la alfabetización oceánica* como se indica al final de este libro. Además, un documento adicional disponible en línea, proporciona apoyo con 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 matemática, la alfabetización y el arte del idioma inglés (ELA). Le damos esta información a los educadores como contexto o punto de partida para abordar normas particulares. Esto no significa necesariamente que cualquier lección desarrolla completamente un estándar, principio o concepto particular. Por favor, vea: [http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/collection/bdwe\\_ngss.pdf](http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/edu/collection/bdwe_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](mailto: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](mailto: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>





## Algunas cosas que vio *Little Herc*



Rape. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Una anémona (Filo Cnidaria) en las ramas de un coral de bambú. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Cnidario no identificado. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



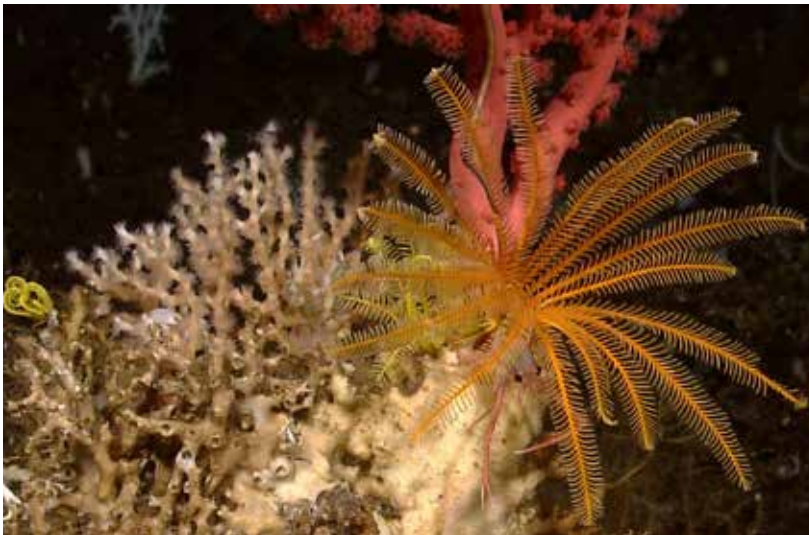
Anémona de mar (Filo Cnidaria); coral stylaster blanco en el fondo. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Ofiura (Filo Echinodermata; Clase Ophiuroidea) sobre un coral, goma de mascar rojo (Filo Cnidaria); Lirio de mar amarillo (Filo Echinodermata; Clase Crinoidea) en la base del coral; otro coral blando (Filo Cnidaria) hacia la derecha. Imagen: *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Cnidario; Ofiura (Filo Echinodermata; Clase Ophiuroidea) en coral stylaster blanco a la derecha. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Lirio de mar amarillo (Filo Echinodermata; Clase Crinoideo); coral goma de mascar (Filo Cnidaria) en el fondo. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Coral de copa (Filo Cnidaria). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Esponja incrustante gris-marrón (Filo Porifera) en una roca; corales blandos blancos (Cnidaria) hacia la izquierda. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Pez plano. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Caracoles gasterópodos. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Pepino de mar (Género *Holothuria*). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Cangrejo ermitaño (Filo Arthropoda). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Coral bambú (Filo Cnidario; Familia Isididae). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Pulpo (Filo Mollusca; Clase Cephalopoda). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



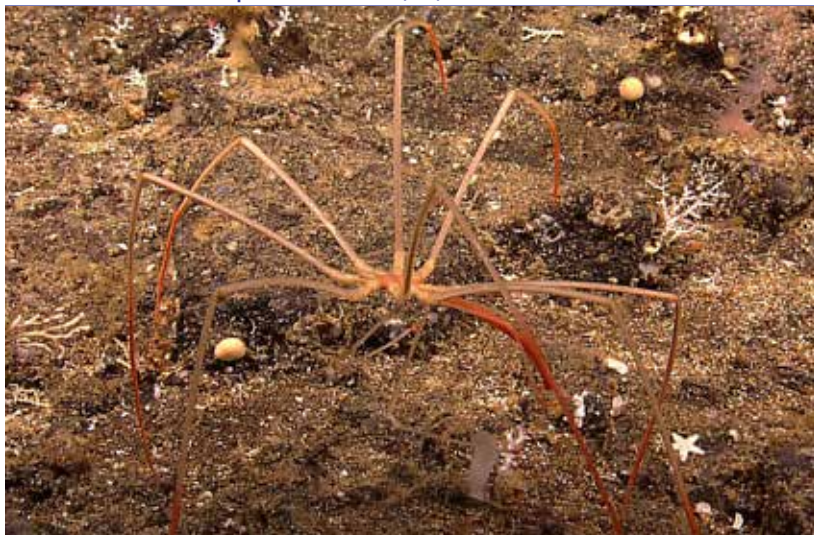
Coral blando morado (Phylum Cnidaria) con Ofiura (Filo Echinodermata; Clase Ophiuroidea). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Ofiura (Filo Echinodermata; Clase Ophiuroidea). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Esponja morada (Filo Porifera). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Araña de mar (Clase Pycnogonida). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Coral blando (Filo Cnidario). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Coral blando (Filo Cnidario) y esponjas (Filo Porifera); langostinos (Phylum Arthropoda) en primer plano a la derecha. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Lirio de mar (Filo Echinodermata; Clase Crinoidea), izquierda; erizo de mar (Filo Echinodermata; Clase Echinodea). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.



Esponja amarilla incrustante (Filo Porifera). Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.

