

**Autora:** Isabella Marill, Becaria de Comunicación Científica (*Science Communication Fellow*)

### Propósito

Esta secuencia de lecciones de 4-5 días de duración, presenta los conceptos de monitoreo de ecosistemas, el ecosistema de montes submarinos y el equipo oceanográfico que utiliza el personal a bordo del buque de exploración (*E/V*, por sus siglas en inglés) Nautilus para ayudar a científicas y científicos a monitorear ecosistemas de aguas profundas. Los estudiantes demostrarán su comprensión de estos conceptos, diseñando un protocolo para el monitoreo de un monte submarino de alta mar, utilizando la tecnología del *E/V* Nautilus.

### Conexión curricular

Este módulo puede servir como conclusión de una unidad sobre ecosistemas, en clases como biología, biología marina, ciencias terrestres o ciencias ambientales a nivel de escuela secundaria. Esta secuencia permite a los alumnos conectar sus estudios sobre ecosistemas con el reto de ingeniería de diseñar soluciones viables para el difícil problema de monitorear los ecosistemas más remotos del mar profundo. Si los estudiantes ya conocen el tema del monitoreo o la examinación ambiental, se puede omitir la primera lección.

### Materiales

- Computadoras o tabletas para documentar la investigación
- Las hojas de trabajo provistas (pueden usarlas impresas o a través de Google Docs)
- Proyector o dispositivo con la capacidad de proyectar la pantalla de otro dispositivo móvil, para mostrar videos cortos a la clase.

### Hojas para estudiantes provistas

Las instrucciones a seguir para educadores se encuentran a continuación.

- [Preguntas de calentamiento](#)
- [Introducción al monitoreo de ecosistemas: diseñando un plan de monitoreo](#)
- [Ecología de montes submarinos](#)
- [Investigación oceanográfica con el \*E/V\* Nautilus](#)
- [Reto de monitoreo de montes submarinos](#)
- [Sugerencias para la revisión del plan de monitoreo](#)

### Información de trasfondo

- [Artículo: Montañas en el mar \(Nat Geo en español\)\\*\\*](#)
- [Investigación de ecosistemas de los montes submarinos en la Reserva Marina de Galápagos\\*\\*](#)
- [Estudiando la biodiversidad de montes submarinos\\*](#)



\*En inglés.



\*\*En español

Lección 1. Introducción al monitoreo de ecosistemas (~60-65 minutos)

**Objetivos del aprendizaje**

Los y las estudiantes:

- aprenderán cómo el monitoreo de ecosistemas a largo plazo produce sets de datos ricos en información, que muestran los cambios que ocurren a través del tiempo.
- comprenderán las razones por las que los protocolos de monitoreo deben ser cuidadosamente desarrollados para estandarizar la recolección de datos a largo plazo y limitar los errores humanos.

**Procedimiento**

**1. Discusión de calentamiento (10-15 min.)**

Entregue [esta](#) hoja de calentamiento a los alumnos. En este calentamiento se presentará el concepto de monitoreo de ecosistemas. Use estas preguntas para guiar una discusión de clase o entre un pequeño grupo, centrándose en la importancia del monitoreo para la ciencia y el manejo de ecosistemas.

Dirija a sus estudiantes a comprender que el monitoreo de ecosistemas puede ser importante para notar patrones de cambio a través del tiempo y para ver los efectos de los disturbios naturales o humanos (fuego, sobre pesca, cambio climático, etc.) sobre ellos. Esto es importante, ya que permite que los científicos hagan predicciones y creen modelos sobre los ecosistemas, dándole a las autoridades más información sobre cómo mejor manejar el medio ambiente.

**2. Videos sobre monitoreo a largo plazo de arrecifes y discusión de clase (20-25 min.)**

Vea este [video](#) sobre el programa de monitoreo de corales de la Fundación Propa-gas en la República Dominicana. Opcional: Si desea reforzar el tema presentando otros métodos de monitoreo de ecosistemas costeros, muestre este [video](#) onde se muestra el monitoreo de manglares de la UICN en Honduras.

Presente la pregunta: ¿Qué notaste sobre los esfuerzos de monitoreo de estos científicos?

Utilice este video y la pregunta para continuar una discusión sobre monitoreo. Asegúrese de mencionar:

- las herramientas que los científicos utilizan para monitorear de forma más precisa.
- el hecho de que los científicos anotaron toda la información importante.
- que los científicos condujeron mediciones precisas.
- que los científicos planificaron o anotaron la hora y el lugar donde estarían monitoreando.
- que estos científicos se mantuvieron regresando al mismo lugar para tomar datos.
- que los científicos toman muestras del ecosistema del ecosistema mayor, pero no pueden monitorear el ecosistema entero.

**3. Reto rápido de monitoreo de ecosistemas (25-30 min.)**

*\*\*Esta actividad puede ser omitida si no queda mucho tiempo.*

Divida a la clase en grupos de dos o tres miembros. Haga que trabajen juntos en la creación de un plan de monitoreo para dar seguimiento al cambio a través del tiempo en un arrecife de coral utilizando [la hoja de trabajo](#). Deben completar la hoja de trabajo juntos para practicar el desarrollo de un protocolo de monitoreo específico y detallado. Motívelos a pensar sobre lo que han aprendido sobre herramientas, transectos, etc., al ver los videos de monitoreo.



\*En inglés.



\*\*En español

## Lección 2. Introducción a la ecología de montes submarinos (~60 min.)

### Objetivos del aprendizaje

- Aprender el entorno geológico, y los factores abióticos y bióticos que componen los ecosistemas de montes submarinos.
- Identificar las dificultades de monitorear ecosistemas del mar profundo.

### Procedimiento

#### 1. Pregunta de calentamiento (10 min.)

Utilice esta pregunta para iniciar una discusión, revisando la lección pasada y presentando las dificultades de monitorear ecosistemas del mar profundo.

*Piensa en la lección pasada. ¿Cómo hubiese cambiado tu protocolo si tu ecosistema estuviera bajo total oscuridad? Se específico(a).*

#### 2. Investigación de montes submarinos (30 min.)

Los alumnos aprenderán sobre la ecología de montes submarinos, de forma independiente o en pequeños grupos, utilizando la información y los enlaces provistos en su [hoja informativa](#). Si no tienen acceso a computadoras o tabletas para trabajar, la clase puede ver las fotos y los videos provistos en un televisor o proyector, mientras van llenando sus hojas de trabajo.

#### 3. Discusión grupal (15 min.)

Pida a sus alumnos y alumnas que hagan juntos, en la pizarra o en un papel de traza, una lista de lo que han aprendido sobre estos ecosistemas y por qué estos son difíciles de estudiar. Si los alumnos no mencionan lo siguiente, asegúrese de añadir estas cosas a la conversación:

- Los montes submarinos tienen cambios en profundidad (cómo se muestra en el mapa incluido en el artículo) que pueden crear diferentes condiciones para los organismos a lo largo de la pendiente.
- Algunos montes submarinos se encuentran muy profundos bajo la superficie, lo cual los hace oscuros y difíciles de acceder. Los ambientes marinos de aguas profundas también tienen alta presión.
- Algunas áreas pudieran tener aguas frías, mientras que otras podrían tener aguas cálidas provenientes de puntos calientes en la corteza terrestre.
- Pueden estar presentes muchas corrientes distintas, que brindan importantes nutrientes.
- La mayoría de estos ecosistemas son difíciles de estudiar porque los humanos no pueden visitarlos físicamente. Son fríos y oscuros, con muchas corrientes.

#### 4. Divida estudiantes en grupos de proyectos (5 min.)

Utilice el tiempo remanente en su lección para dividir la clase en grupos de tres o cuatro miembros. Estos son los grupos en los cuales los estudiantes trabajarán durante las dos lecciones finales, así que forme grupos que pueden trabajar bien independientemente.

### Lección 3. Planificación para el monitoreo (~60 min.)

#### Objetivos del aprendizaje

- Identificar herramientas oceanográficas importantes que pueden ser utilizadas para monitorear ecosistemas del mar profundo.
- Diseñar un protocolo de monitoreo apropiado para mostrar cambios en un ecosistema a través del paso del tiempo.

#### Procedimiento

##### 1. Preguntas de calentamiento (5 min.)

Utilice esta pregunta para motivar una discusión sobre por qué los ecosistemas de montes submarinos son difíciles de estudiar y sobre ideas creativas que sus alumnos pudieran tener para estudiarlos:

*En la lección pasada aprendiste sobre los ecosistemas de montes submarinos y sobre lo que los hace difíciles de estudiar o monitorear. ¿En qué herramientas o ideas puedes pensar que pudiesen ayudar a la comunidad científica a estudiar los montes submarinos?*

##### 2. Investigación sobre tecnología (20 min.)

Organice a la clase en sus grupos de proyecto. Utilizando los enlaces provistos en la hoja para estudiantes, los alumnos aprenderán sobre las diferentes tecnologías que hay a bordo del *E/V Nautilus*, que ayudan al equipo científico a acceder estos ecosistemas de aguas profundas. Los estudiantes trabajarán en sus grupos de proyecto y dividirán la investigación de forma justa. Para dar seguimiento a lo que están aprendiendo, deben completar la [hoja de la fase investigativa](#).

##### 3. Fase de diseño (35 min.)

Haga que los alumnos y alumnas pasen a la [hoja de diseño del protocolo de monitoreo de un monte submarino](#). Esta hoja explica las tareas que deben completar y les da una plantilla para su protocolo. Deben trabajar en grupo con la información que han recopilado sobre protocolos de monitoreo, ecosistemas de montes marinos y tecnología oceanográfica disponible. Continuarán trabajando en este diseño durante la siguiente lección. Durante esta fase, usted como maestra(o) debe caminar alrededor y verificar el estatus de cada grupo, haciendo preguntas guía para ayudar a los estudiantes a notar dónde podrían mejorar sus protocolos.

**Lección 4: Revisando el protocolo de monitoreo del monte submarino**  
**(~60 min.-120 min. / 1-2 períodos de clase)**

**Objetivos del aprendizaje**

- Diseñar un protocolo de monitoreo apropiado para mostrar cambios en un ecosistema a través del paso del tiempo.

**Procedimiento**

**1. Calentamiento (5-10 min.)**

Pida a la clase que se reúna en sus grupos de trabajo y que generen dos preguntas o retos que estén teniendo con la estrategia actual de su protocolo. Asegúrese de que TODOS los estudiantes en el grupo entiendan estas preguntas o retos.

**2. Revise el diseño (40 min.)**

Entregue [la hoja de revisión](#) que dirige a los alumnos con preguntas para encontrar grandes huecos o errores en su protocolo de monitoreo. Estos deben utilizar la hoja para informar las revisiones y la finalización de sus protocolos. Asegúrese de que sepan que esta será la última oportunidad que tendrán para trabajar en su diseño de monitoreo. Los estudiantes deben entregar su propuesta de monitoreo al final de la clase. Usted pudiese inclusive crear algún tipo de competencia para el mejor protocolo de monitoreo.

**3. Discusión de cierre (10-15 min.)**

Una vez los estudiantes entreguen su trabajo, reúna la clase para discutir los retos que los estudiantes enfrentaron y cómo resolvieron esos problemas. Luego, puede utilizar este [video](#)\* de 3.5 minutos (también hay una copia en el documento de Google), para explicar cómo los científicos del Departamento de Pescaderías y Océanos de Canadá establecieron un protocolo de monitoreo para montes submarinos de aguas profundas. Este video incluye a la Dra. Cherisse Du Preez explicando el método de monitoreo por fotomosaico que su equipo creó. Pueden verlo y pedir a los estudiantes que nombren los pasos específicos que estos científicos tomaron para crear un protocolo de monitoreo a largo plazo. Posibles respuestas:

- Tomar fotos año tras año para ver cambios en el hábitat y la biodiversidad.
- Crear una línea de transecto para encontrar sitios de estudio subsecuentes.
- Crear un cuadrículado de 10x10 para fotos para que haya un objetivo más grande que encontrar al regresar en años futuros.
- Utilizar creativamente tapas de baldes como marcadores, añadiendo cinta adhesiva reflectora para que una cámara o ROV pueda encontrarlos fácilmente.



\*En inglés.



\*\*En español