



¿CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO?

Las imágenes en este recurso, que muestran una babosa de mar y cloroplastos dentro de células vegetales, pueden servir como fenómenos ancla para explorar los conceptos clave que se describen a continuación.

La práctica pedagógica de utilizar fenómenos para contextualizar la comprensión de conceptos y temas relacionados a las ciencias es una [práctica de implementación](#) apoyada por los Estándares de Ciencias para la Próxima Generación (NGSS, por sus siglas en inglés). Los fenómenos son eventos observables que los estudiantes pueden usar para generar preguntas de ciencias que promuevan la investigación o para diseñar soluciones a problemas que impulsen al aprendizaje. De esta manera, los fenómenos conectan el aprendizaje con lo que ocurre en el mundo mientras les proveen a los estudiantes la oportunidad de aplicar el conocimiento mientras lo construyen.

Las secciones “Sugerencias para la implementación” y “Consejos didácticos” proveen opciones para incorporar las imágenes en un currículo o unidad de estudio, y pueden ser modificadas para usarse como actividades individuales o para complementar una lección existente. La hoja de trabajo para el estudiante incluye reproducciones de las imágenes y la sección de “Información general”.

Para encontrar información adicional relacionada a la pedagogía e implementación de este material, incluida la audiencia sugerida, el tiempo estimado de la clase y las conexiones curriculares, favor de visitar la [página web de este recurso](#).

CONCEPTOS CLAVE

- La fotosíntesis transforma la energía lumínica en energía química almacenada al utilizar la luz solar para impulsar la conversión de dióxido de carbono y agua en azúcares junto a la liberación de oxígeno.
- Los organismos que llevan a cabo la fotosíntesis deben ser capaces de capturar la energía lumínica de su ambiente.

INFORMACIÓN GENERAL

La babosa de mar *Elysia crispata*, del grupo de los Sacoglossa, se puede encontrar tomando sol en los arrecifes del Mar Caribe. La babosa se alimenta de algas verdes, pero puede sobrevivir por más de un mes sin comer. Esto es posible gracias a que las babosas marinas almacenan los cloroplastos de las diferentes especies de algas verdes que consumen. Los cloroplastos son los organelos en las células de las plantas y las algas que capturan la energía de la luz solar y la convierten en energía química a través de la fotosíntesis. Los cloroplastos se almacenan en el epitelio del sistema digestivo de la babosa y permanecen activos por un máximo de 3 a 4 meses mientras proveen nutrientes producidos por la fotosíntesis, así como camuflaje al hacer que la babosa sea de color verde. Esta habilidad extraordinaria de las babosas es conocida como “cleptoplastía” o “plástidos robados”. Algunos protistas marinos, incluyendo los foraminíferos, los dinoflagelados y los ciliados son capaces de llevar a cabo la cleptoplastía, pero las babosas marinas son los únicos animales que exhiben este proceso. Las babosas de mar representan un poderoso sistema modelo para estudiar la evolución de la fotosíntesis en las células eucariotas a través de múltiples eventos endosimbióticos.

Los humanos dependen de la fotosíntesis porque es el proceso responsable de la mayor parte de la productividad primaria de la Tierra. Además, los combustibles fósiles se obtienen mayormente de los restos de plantas prehistóricas. La célula de una planta contiene unos 10 a 100 cloroplastos. Varias líneas de evidencia, incluyendo

evidencia de ADN, sugieren que los cloroplastos evolucionaron de un evento endosimbiótico, cuando una célula eucariota incorporó cianobacterias fotosintéticas. Los cloroplastos contienen su propio ADN que proviene de un ancestro cianobacteriano.

SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Las siguientes sugerencias describen opciones para incorporar las imágenes como fenómeno ancla a una unidad de estudio:

Participación, conocimiento previo y contexto:

- Pídeles a los estudiantes que describan entre sí sus observaciones sobre las imágenes utilizando los términos, “Yo noto...”, “Me pregunto...”
- Pídeles a grupos de estudiantes que generen y refinen sus preguntas acerca de cómo se captura la energía. Algunos ejemplos del enfoque de las preguntas pueden ser:
 - Imagen de la babosa de mar
 - La estructura y rasgos de la babosa, particularmente su color, forma, textura, etc.
 - El hábitat de la babosa, su dieta o las interacciones con su ambiente.
 - La relación de la foto de la babosa con la imagen de los cloroplastos.
 - Imagen de los cloroplastos
 - La forma y el contenido de las células, tal como la cantidad de cloroplastos.
 - La manera en la que la imagen fue preparada, por ejemplo, si los colores de la imagen se deben a técnicas de tinción o coloración.
 - La relación de esta imagen con la de la babosa.
- Haz que los estudiantes lean la información general de cada imagen, y que hagan anotaciones usando las preguntas que se produjeron en el ejercicio anterior para cada imagen y/o esta pregunta de discusión: “¿Cómo muestra cada imagen la manera en que los organismos capturan la energía de su ambiente durante la fotosíntesis?”
 - Las respuestas de los alumnos en este momento pueden ser preliminares y pueden estar enfocadas en identificar conceptos y términos aún desconocidos.
 - Estas respuestas servirán como ideas iniciales que serán refinadas a través de más investigación, discusión y presentación de otros modelos.
- Usa y haz referencia a las imágenes a través del conjunto de lecciones o de la unidad de estudio como un ancla para el entendimiento y para explicar la producción de energía y la endosimbiosis. (Lee las sugerencias de recursos adicionales para ver opciones en cuanto a la secuencia)

Exploración, evaluación y extensión:

- Exploración: Usando la información de la discusión en clase o de otras investigaciones, los estudiantes desarrollan explicaciones basadas en evidencia acerca de si la babosa es un autótrofo o heterótrofo y/o su papel en el ecosistema.
- Extensión: Explica por qué la cleptoplastía le ofrece a la babosa una ventaja de supervivencia.
- Evaluación: Usa las imágenes como punto de partida para que los estudiantes ofrezcan evidencias de que estas babosas “se robaron” los cloroplastos y así evaluar el entendimiento de la cleptoplastía como un caso especial de endosimbiosis. Las respuestas de los estudiantes pueden incluir que se busque el ADN, el ARNm o las proteínas de los cloroplastos en las babosas luego de que ingieran algas como evidencia de la retención de los cloroplastos.

CONSEJOS DIDÁCTICOS

- Muéstrales las imágenes a los estudiantes antes de que lean la información general.

- La información general puede ser editada para apoyar el conocimiento de los estudiantes, la secuencia del curso, etc.
- Las imágenes pueden ser proyectadas en vez de ser repartidas como documentos.
- Parea o agrupa a los estudiantes para trabajar una o más de las sugerencias de implementación.

Sugerencias de recursos adicionales

- Usa las imágenes antes de investigar evidencias de la teoría endosimbiótica usando micrografía/microscopía; video o análisis con diagramas; etc.
- Usa las imágenes después de ofrecer una visión panorámica sobre la evolución de la mitocondria y los cloroplastos.

CRÉDITOS

Sydney Bergman, HHMI

Editado por Paul Beardsley, PhD, y Laura Bonetta, PhD, HHMI

Traducido al español por Jara M. Ríos Rodríguez, PhD, Independent Scholar; y editado por Jamillah Echeverria, Vialux Media y Zulmarie Pérez Horta, PhD, HHMI.