



## ¿Por qué dos cabezas?

### CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO

Las imágenes en este recurso, fotografías de planarias tomadas a través de un microscopio, muestran la habilidad que tienen algunas de estas especies para regenerar partes del cuerpo perdidas o lesionadas. Estas imágenes pueden servir como fenómenos para explorar los conceptos clave que se describen a continuación.

La práctica pedagógica de utilizar fenómenos para contextualizar la comprensión de conceptos y temas científicos es una [práctica de implementación](#) apoyada por los Estándares Científicos para las Próximas Generaciones (NGSS, por sus siglas en inglés). Los fenómenos son acontecimientos observables que los estudiantes pueden usar para generar preguntas científicas que promuevan la investigación o para diseñar soluciones a problemas que sean conducentes al aprendizaje. De este modo, los fenómenos conectan el aprendizaje con lo que ocurre en el mundo y, al mismo tiempo, brindan a los estudiantes la oportunidad de aplicar el conocimiento mientras lo profundizan/mejoran/desarrollan.

Las secciones “Sugerencias para la implementación” y “Consejos didácticos” ofrecen opciones para incorporar las imágenes a un plan o unidad de estudio, y se pueden modificar para utilizarse como actividad independiente o para complementar una lección existente. La “Hoja de trabajo para el estudiante” incluye las imágenes y la sección de “Información general”.

### CONCEPTOS CLAVE

- A. Mediante el proceso de regeneración, los organismos adultos reemplazan las estructuras perdidas o lesionadas a través de la división celular mitótica. Durante la regeneración, la orientación del eje corporal (polaridad) se mantiene mediante factores genéticos y mecanismos de retroalimentación.
- B. Algunos organismos poseen mayor potencial regenerativo que otros debido a diferentes tipos y número de células madre. Las planarias sirven como sistemas modelo para el estudio de la regeneración.

### INFORMACIÓN GENERAL

Las planarias son animales multicelulares simples llamados gusanos planos. Pueden percibir la luz a través de manchas oculares localizadas en su cabeza. También pueden detectar y responder a señales químicas en su ambiente mediante el uso de quimiorreceptores ubicados en ambos lados de su cuerpo. Las planarias comen y excretan sus desechos a través de un tubo que sobresale a la mitad de su cuerpo llamado faringe.

Hace más de 100 años, los científicos descubrieron que algunas planarias podían regenerar partes de su cuerpo. Debido a que poseen un sistema nervioso simple, no sienten dolor cuando las cortan, solo presión. Tras ser cortadas, las planarias pueden regenerar la parte que han perdido. ¿Cómo es posible? Las planarias tienen células madre somáticas llamadas neoblastos en todo su cuerpo. Cuando se corta una planaria, sus neoblastos se multiplican para producir más células madre. Posteriormente, estas células se diferencian en los tipos celulares necesarios para reemplazar las partes del cuerpo perdidas. Estas habilidades regenerativas están por encima de las del cuerpo humano. Sin embargo, entender la forma en la que las planarias regeneran tejidos perdidos y partes corporales puede brindar pistas sobre cómo mejorar la curación de heridas en humanos.

El modo de regeneración de una planaria depende de la zona donde se realice el corte. La figura 1 muestra varias imágenes de una planaria que fue cortada en la parte superior de la cabeza, como indica la línea blanca entrecortada. Las imágenes muestran cómo las células madre de la planaria se multiplicaron durante los días posteriores a la amputación (dpa) hasta que formaron una nueva cabeza.

Una región seccionada de una planaria puede dar lugar a una nueva. En la mayoría de los casos, a esta nueva planaria le vuelve a crecer una cabeza y una cola en las regiones correspondientes. La figura 2 muestra dos planarias de la misma especie. La de la izquierda es un individuo típico de esta especie. La de la derecha se regeneró de una planaria que se cortó y que fue tratada con ARN de interferencia. El uso de ARN de interferencia es una técnica que utiliza pequeños fragmentos de ARN para apagar la función de genes específicos. En este caso, los científicos usan ARN de interferencia para apagar el gen de la proteína que regula la polaridad. La polaridad es una propiedad de los organismos que tienen dos extremos distintos, por ejemplo, cabeza y cola. La polaridad se mantiene por la acción de proteínas y otras moléculas en el cuerpo del organismo. Debido al efecto del ARN de interferencia, esta planaria ha perdido la capacidad de producir una proteína importante para mantener la polaridad. Como resultado, las células madre, de manera incorrecta, formaron dos cabezas en lugar de una cabeza y una cola.

### SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Las siguientes sugerencias describen varias opciones para incorporar las imágenes como fenómenos de una unidad de estudio.

#### Participación, conocimiento previo y contexto:

- Pide a los estudiantes que trabajen en parejas. Haz que examinen la figura 2 y registra sus observaciones. Luego de unos minutos pídeles que marquen sus enunciados con “O” si son observaciones o con “I” si son inferencias.
  - Esta tarea puede servir como una evaluación rápida de la comprensión que los estudiantes tienen sobre las diferencias entre observación —en este caso, lo que observan— e inferencia, lo que interpretan o explican a partir de sus observaciones.
- Pide a cada pareja que comparta una de sus observaciones o inferencias. Los equipos deben evitar repetir lo que se haya compartido anteriormente. Haz una lista de estas observaciones e inferencias. Pide a los estudiantes que la revisen y que discutan las razones por las que las aseveraciones fueron consideradas como observaciones o como inferencias. Pregúntales qué datos coleccionarían o examinarían para apoyar o refutar sus inferencias.
- Pide a los estudiantes que hagan preguntas sobre las imágenes comenzando con: “¿Me pregunto...” o “¿Qué causó...?” Discutan estas preguntas y sus posibles respuestas en grupo. Estas preguntas serán refinadas a partir de la investigación, discusión y experimentación.
- Pide a los estudiantes que recuerden alguna ocasión en la que se hayan cortado o raspado la piel. Pídeles que escriban o dibujen lo que sucedió mientras sanaba su herida. Las respuestas pueden incluir que la herida sangró y luego paró de sangrar, que la zona alrededor del corte se enrojeció o se inflamó, y que la herida formó una costra sobre ella y que eventualmente se curó y/o cicatrizó.
- Diles a los estudiantes que examinarán la imagen de una planaria que fue cortada horizontalmente para remover parte de su cabeza. Pídeles que observen la figura 1 y que anoten en la imagen lo que consideran que está ocurriendo.
  - La línea entrecortada muestra la zona de la planaria donde se realizó el corte original. Las siglas “dpa” quieren decir “días pos-amputación”.
- Pide a los estudiantes que analicen cómo el reemplazo de la cabeza de la planaria es similar o distinto al proceso de cicatrización en los humanos. Puede ser útil para los estudiantes hacer una tabla de similitudes y diferencias (como un diagrama de Venn) para organizar sus reflexiones.
  - Una similitud que los estudiantes pueden mencionar es que ambos procesos conllevan división celular mediante mitosis. Una diferencia es que la cicatrización de la herida produce un número limitado de nuevas células mientras que la regeneración produce varios tipos celulares diferentes.

Las células formadas durante la regeneración provienen de múltiples células madre y pueden regenerar estructuras perdidas.

- Pide a los estudiantes que lean la sección de “Información general” prestando especial atención a los términos: “regenerar,” “polaridad,” y “células madre”. Podría ser útil pedirles que resuman la información entre ellos y que hagan una pausa entre párrafos.
- Pide a los estudiantes que regresen a las observaciones, inferencias y preguntas que identificaron al comienzo de la actividad. Ahora deben poder agregar o revisar sus preguntas. También deben reconsiderar qué datos tomarían para poder contestar sus preguntas (por ejemplo, ¿qué afectó la habilidad de regeneración de la planaria?) Usa esta información para pasar a la siguiente sección de exploración e investigación de división celular, diferenciación, expresión génica, silenciamiento de genes, ARN de interferencia y células madre. (Consulta las “Sugerencias de acompañamiento de recursos” con recomendaciones de secuencias temáticas).

### Exploración, evaluación y extensión:

- Exploración:
  - Proporciona a los estudiantes planarias vivas y pídeles que completen la práctica de laboratorio [Investigating Planarian Behavior and Regeneration](#) (recurso en inglés).
  - Pide a los estudiantes que usen el *Haz clic & aprende* [El ciclo celular eucarionte y el cáncer](#) para examinar las fases de la mitosis y su regulación.
  - Muestra el video de *Científicos trabajando* [Identificando los genes clave para la regeneración](#), que muestra los resultados de experimentos de ARN de interferencia en planarias. Estos experimentos investigan las funciones de los genes clave que están implicados en la regulación de la polaridad y la regeneración de la cabeza.
  - Haz que los estudiantes trabajen en el *Haz clic & aprende* [RNA Interference](#) (recurso en inglés) para aprender cómo funciona el ARN de interferencia.
- Evaluación:
  - Pide a los estudiantes que con las imágenes, la información del video [Identificando los genes claves para la regeneración](#) y otras investigaciones propongan un modelo que explique cómo la planaria de la figura 2 logró desarrollar dos cabezas haciendo énfasis en el papel de la polaridad.
- Extensión:
  - Las planarias son un sistema modelo para investigar la regeneración a nivel molecular y celular. Pide a los estudiantes que discutan las razones por las que son un sistema modelo ideal para estudiar la regeneración. Luego pregúntales cómo el estudio de la regeneración a nivel molecular permite explicar la formación de una planaria de dos cabezas como la que se muestra en la figura 2.
  - La medicina regenerativa tiene como propósito encontrar métodos para reparar órganos y tejidos y reemplazar partes perdidas o dañadas del cuerpo humano. Pide a los estudiantes que analicen cómo aprender más sobre los procesos regenerativos en las planarias puede llevar a una mejor comprensión de la cicatrización de heridas y la posible regeneración de extremidades y otras estructuras en el cuerpo humano.

### CONSEJOS DIDÁCTICOS

- Muéstrales las imágenes a los estudiantes antes de que lean la información general.
- La información general puede modificarse de acuerdo con los conocimientos de los estudiantes, la secuencia del curso, etc.
- Puedes proyectar las imágenes en lugar de utilizar materiales impresos.
- Las imágenes impresas se pueden laminar para ser utilizadas en múltiples clases.

## SUGERENCIAS ADICIONALES

Usa estas imágenes para:

- Investigar la división celular mitótica, la diferenciación celular, el crecimiento y el papel de los genes en estos procesos.
- Hacer una introducción a una unidad sobre homeostasis, retroalimentación y señalización celular.
- Dar apoyo a la unidad sobre la importancia del ARN mensajero para el funcionamiento celular normal y la expresión génica.
- Hacer una introducción a una lección sobre células madre.

## CRÉDITOS

Escrito por Mary Colvard, Escuela Superior de Cobleskill-Richmondville (retirada), NY

Editado por Sydney Bergman, Esther Shyu, HHMI

Traducido al español por UBIQUS; y editado por Lorena Villanueva-Almanza, Freelance Editor; Adriana Patricia López Oliver y Zulmarie Pérez Horta, HHMI.