



LOS PICOS COMO HERRAMIENTA

Guía para el docente

MATERIAL ORIGINAL DE



LOS PICOS COMO HERRAMIENTAS: VENTAJA SELECTIVA EN AMBIENTES CAMBIANTES

RESUMEN

Esta actividad requiere que los estudiantes vean la película “El Origen de las Especies: El Pico del Pinzón”, que se centra en el estudio de los pinzones terrestres medianos realizado por Peter y Rosemary Grant durante dos grandes sequías en los años 70s y 80s. No obstante la película debe ser vista después de la etapa de focalización (para que puedan utilizar conocimientos previos y predecir) y antes de la etapa de exploración.

En la etapa de exploración, los estudiantes asumirán el rol de pinzones, actuarán como ellos y pelearán por su supervivencia en distintas condiciones ambientales. De esta forma deberán “comer” la mayor cantidad de semillas posibles. Cada grupo de estudiantes usará dos tipos de herramientas: pinzas y alicantes. Estas herramientas se han elegido para exagerar las diferencias mecánicas que pueden existir entre distintos picos y así ilustrar las ventajas que pueden traer a un individuo en ciertas circunstancias ambientales. Los estudiantes probarán cuál de las dos herramientas o “picos” está mejor adaptado para recolectar y comer la comida bajo tres condiciones diferentes: “La Tierra de la Abundancia” (grandes cantidades de semillas grandes y pequeñas), “Sequía 1” (pequeñas cantidades de semillas grandes) y “Sequía 2” (pequeñas cantidades de semillas pequeñas). Una caja de plástico con sustrato (pasto sintético) representará el ambiente, y dos tipos de semillas (arroz y porotos) se usarán como comida.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

En su estudio con los pinzones terrestres, los Grants fueron capaces de seguir la evolución del tamaño del pico dos veces en un período de tiempo sorprendentemente corto. Esta actividad demuestra que las características físicas de los individuos en una población pueden cambiar rápidamente cuando están expuestos a un cambio brusco y significativo de su ambiente. Los estudiantes serán capaces de explicar por qué incluso una pequeña diferencia mecánica, debido a la variación en el tamaño del pico, puede tener un gran impacto en la capacidad del ave para conseguir comida y sobrevivir. Si bien la actividad no simula la evolución, hace énfasis en el rol de las variaciones de rasgos y en las presiones selectivas como pre-requisitos para el proceso de evolución. Esto reforzará el entendimiento de la selección natural, adaptación y aptitud. Luego de completar esta actividad, los estudiantes serán capaces de:

- Explicar cómo cambios en las condiciones ambientales pueden resultar en fuertes presiones selectivas y provocar que las adaptaciones evolucionen rápidamente.
- Entender que incluso pequeñas diferencias en características físicas pueden tener un impacto significativo en la capacidad de sobrevivir de un animal.
- Seguir un protocolo experimental en colaboración con otros compañeros.
- Hacer predicciones basadas en observaciones y recolectar datos cuantitativos para poner a prueba sus predicciones.

- Organizar y analizar resultados a través de la interpretación de gráficos y realizar cálculos simples.
- Hacer conclusiones sobre rasgos que ofrecen ventajas selectivas en diferentes condiciones ambientales

CONCEPTOS CLAVES

- Los rasgos tienden a variar entre los individuos de una población. Individuos con un tipo de rasgo pueden tener ventajas sobre otros con un rasgo diferente, si es que el rasgo permite que el individuo pueda beneficiarse de algunos aspectos del ambiente.
- Incluso pequeñas variaciones en las características físicas de una población animal pueden hacer que algunos individuos estén mejor capacitados para sobrevivir en nuevas condiciones en comparación con otros.
- La selección natural actúa sobre las variaciones de los rasgos físicos. Es un proceso en el cual, bajo ciertas presiones selectivas, algunos individuos son más propensos a sobrevivir y reproducirse que otros.
- Adaptaciones son rasgos que aumentan las capacidades para sobrevivir y producir más descendencia en un ambiente particular
- La evolución por selección natural ocurre si, a través del tiempo, los rasgos beneficiosos (y sus alelos respectivos) se hacen más comunes en una población mientras que los rasgos no favorables desaparecen lentamente.
- Un cambio evolutivo puede ocurrir rápidamente, en pocas generaciones, si es que existe una variación genética en la población y la selección natural que actúa sobre esta variación es fuerte. De todas formas, un cambio mayor, como la evolución de nuevas especies, puede tomar habitualmente varios miles de generaciones.

TIEMPO REQUERIDO

Esta actividad requiere una clase de 50 minutos; pero podría requerir tiempo adicional para la discusión y análisis de las preguntas. Algunas preguntas pueden enviarse como tarea para la casa o discutirse en otra clase. Para ahorrar tiempo, los profesores pueden mostrar la película el día anterior o darlo como tarea para la casa.

CONOCIMIENTO PREVIO

En la actividad, los estudiantes identifican cuales son los pasos más importantes del proceso evolutivo y lo demuestran en un experimento. Sería útil si los estudiantes tienen un entendimiento básico del proceso de evolución por selección natural. Deben saber que la evolución por selección natural requiere cambios en los rasgos que son hereditarios. Deben estar familiarizados con el concepto de “adaptaciones”, las que son seleccionadas por el ambiente a través del proceso de selección natural. Los estudiantes deben entender que algunas variaciones en los rasgos pueden aumentar la aptitud de un individuo permitiendo que sobreviva y se reproduzca, y que la evolución puede ocurrir si estos



rasgos beneficiosos (y sus alelos respectivos) se vuelven más comunes en la población y los rasgos no favorables desaparecen lentamente.

ACTIVIDADES.

FOCALIZACIÓN

En esta etapa el profesor debe generar que los estudiantes expliciten sus concepciones previas de los conceptos a desarrollar y realizar la motivación para la introducción al contenido o aprendizaje. Por esta razón debe asegurarse de no ver la película hasta que los estudiantes hayan podido responder esta etapa.

¿Qué crees que sucedería si en una condición ambiental diferente con los pájaros que comían semillas pequeñas si estas son escasas o no existen? ó ¿con los pinzones que comían semillas grandes si estas son escasas o no existen? Explica tu respuesta.

Yo creo que, Porque (Los estudiantes pueden dar diversas respuestas, todas ellas son válidas. Si existen errores, será en las etapas posteriores cuando se corrijan.

Para la autocorrección de la respuesta apropiada para la focalización podrán revisarla al ver la película “El Origen de las Especies: El Pico del Pinzón”.

Cuando las semillas pequeñas desaparecieron, los pinzones tuvieron que tratar con las semillas espinosas que eran duras de romper. Los pinzones terrestres medianos más pequeños, con picos levemente más pequeños, se quedaron sin comida. Pero los pinzones con picos más grandes pudieron alimentarse de estas semillas grandes con espinas, lo que les dio una ventaja para sobrevivir.

Cinco años después, las intensas e inusuales lluvias permitieron que las enredaderas sobrepoblaran la isla y volviera a cambiar la vegetación drásticamente. Las plantas de crecimiento lento que dominaban la isla, aquellas que producían semillas duras, fueron reemplazadas por plantas de crecimiento rápido, con semillas pequeñas y más blandas, como las de pastos y enredaderas. Cuando la sequía volvió a golpear 2 años más tarde y los pájaros tuvieron que competir por comida, las semillas grandes eran escasas. Los pájaros con picos grandes ahora tenían dificultad recogiendo las pequeñas semillas que eran más abundantes. Por lo tanto, la selección giró en la dirección opuesta; más pinzones con picos chicos sobrevivieron, y sus descendientes heredaron los picos pequeños. Aunque la diferencia en el tamaño de los picos era pequeña, provocó una diferencia de vida y muerte durante ambas sequías.



EXPLORACIÓN

El principal protagonista de esta etapa del trabajo es el estudiante, el cual debe trabajar activamente en el desarrollo de la actividad, logrando responder preguntas, refutando ideas con sus compañeros, indagando sobre los temas propuestos y planteándose nuevas preguntas.

MATERIALES

Cada grupo necesitará:

- Una caja de cartón o plástico mediana (por ejemplo 33x42x13 cm; no se necesita tapa).
- Pinzas y alicates
- Pasto sintético largo
- Semillas pequeñas y grandes (arroz y porotos)
- 4 vasos de plástico o papel para recolectar las semillas (2 vasos por herramienta)
- Cronómetro
- Los grupos pueden compartir las cucharas y vasos graduados para medir (probetas)

HERRAMIENTAS:



Los estudiantes pueden traer sus propias pinzas y alicates de la casa. Asegúrese que las herramientas utilizadas sean muy diferentes. Las pinzas deben ser lo suficientemente pequeñas para entrar en espacios pequeños y recoger las semillas pequeñas. El alicate, por el contrario, debe ser grande con punta roma, que pueda tomar y romper las semillas grandes (ver foto).

SEMILLAS:

Para cada grupo se necesitará un vaso de semillas grandes (porotos) y 4 cucharadas grandes de semillas pequeñas (arroz). Los estudiantes pueden traer sus propias semillas. El profesor puede elegir cualquier tipo de grano, siempre y cuando las pequeñas semillas caigan al fondo del pasto y las grandes queden arriba. Utilice semillas de colores claros para que se vean mejor en el pasto que es



oscuro. La mayoría de las semillas pequeñas pueden reutilizarse. Las semillas grandes no ya que deben ser aplastadas por los estudiantes, así que deberán usar semillas nuevas cada vez.

SUSTRATO:



El sustrato es una parte importante del experimento, ya que será el responsable de hacer las semillas menos accesibles. El pasto sintético largo, grueso y rígido funciona bien, se puede comprar un trozo grande y cortarlo; también puede usar otro tipo de sustrato similar. Es importante que los alicates no puedan alcanzar las semillas pequeñas al empujar el pasto. Es mejor pegar el pasto al fondo de la caja con velcro u otro adhesivo similar, ya que los estudiantes podrían levantarlo accidentalmente cuando traten de recoger las semillas. Además, el velcro permite sacar fácilmente el pasto para sacar las semillas y

cambiar las condiciones.

TIPS PARA EL PROFESOR

Los estudiantes pueden trabajar en grupos de 3 a 5. El procedimiento en detalle está explicado en la guía del estudiante.

Sería una buena idea que los estudiantes vieran la película en sus casas antes de la clase. Esto les daría más tiempo a los estudiantes para revisar sus resultados y respuestas, y analizar y discutir en clases. Pídale a los estudiantes que pongan atención especialmente en el estudio de los pinzones terrestres medianos que aparecen hacia la mitad de la película (5:55). Motívalos a que toman notas y escriban las preguntas que tengan. La clase podría comenzar con los estudiantes resumiendo la película seguido por una breve discusión sobre el estudio de los pinzones terrestres medianos.

Si tienen acceso a un computador y a un proyector, los estudiantes pueden ingresar sus resultados en la planilla excel adjunta. La planilla automáticamente calcula las estadísticas descriptivas (media y desviación estándar) y gráfica los resultados. Alternativamente, puedes escribir los resultados de cada grupo en la pizarra y dejar que los estudiantes los copien en sus guías. Pueden trabajar después en excel en sus casas y subirlo a alguna plataforma compartida como google drive.

Pídeles a los estudiantes que discutan los resultados del curso y las preguntas siguientes con sus grupos antes de escribir las respuestas.

Asegúrese de reforzar el concepto de que las poblaciones evolucionan a través del tiempo; los individuos NO evolucionan durante sus vidas. Refiérete al frecuente error de concepto de que las nuevas características aparecen cuando se necesitan. Pequeñas o grandes variaciones en el pico del pinzón terrestre mediano no aparecieron en respuesta a las grandes sequías; las variaciones existían desde antes de las sequías. Cuando la disponibilidad de alimento cambió después de las sequías, las aves con una de estas variaciones (ya sea pico grande o chico) tuvieron una ventaja sobre las aves con la otra variación. Es importante además, que los estudiantes no se vayan con la idea de que el experimento demuestra la evolución. Los diferentes índices de supervivencia por sí



solos no son suficientes para que ocurra la evolución. El rasgo beneficioso debe ser heredable y debe pasar a las generaciones futuras. Algunas de las preguntas finales de la guía del estudiante permitirán discutir esto.

RESPUESTAS

Práctica de Búsqueda de comida y preparación de las cajas (pasos 1-4)

Pasos 1 y 2: los estudiantes arman sus cajas y practican recogiendo semillas y rompiéndolas con sus herramientas.

Paso 3: Los estudiantes escriben observaciones de las herramientas (picos), del ambiente de la caja y de las semillas. Deben darse cuenta que los alicates son más grandes, pesados que las pinzas y tienen punta roma. En comparación con las pinzas, los alicates son más robustos y pueden afirmar o incluso romper objetos más grandes. Las pinzas por otro lado, son más adecuadas para trabajos que requieren mayor destreza. El ambiente es bastante simple, pero los estudiantes deben notar que el pasto que duro y que posee pequeños espacios donde las semillas pequeñas pueden caer. Los estudiantes deben notar las diferencias de tamaño entre las semillas.

Paso 4: Los estudiantes hacen predicciones sobre las habilidades de cada pico para recoger comida suficiente en las 3 condiciones. Cuando ambas semillas son abundantes, ambos picos pueden recolectar al menos un tipo de semilla. Los picos grandes (alicates) recogerán probablemente más semillas grandes, mientras que los picos pequeños (pinzas) recolectarán mejor las semillas pequeñas. Cuando solo hay semillas pequeñas disponibles, el pico grande tendrá dificultad en recoger semillas, pudiendo incluso sacar pasto. El pico pequeño, por otro lado, será adecuado para entrar en los espacios. Las semillas grandes deben ser aplastadas, por lo tanto cuando solo hay semillas grandes, los picos pequeños no serán capaces de romperlas ni de recolectar suficiente comida.

Experimentos de Búsqueda de Comida (pasos 5-12)

El procedimiento experimental y de recolección de datos se describe en detalle en la guía del estudiante. Los grupos deben recolectar sus resultados en la tabla grupal en la página 4 de la guía del estudiante.

Después del experimento (pasos 13-16)

Pasos 13-14: Recolecta los resultados totales del curso y anótalos en la pizarra o en la planilla excel adjunta. En cualquier caso, los estudiantes deberán copiar los resultados del curso en la tabla de sus guías (página 5). La planilla excel puede usarse si el profesor quiere enfatizar el aspecto cuantitativo de la actividad o familiarizar a los estudiantes con excel. Las fórmulas para calcular la media y la desviación estándar y para hacer los gráficos, pueden eliminarse si el profesor quiere que los estudiantes aprendan a hacer análisis cuantitativos básicos en excel. Los estudiantes deben calcular y

luego comparar el número total de semillas recolectadas en todos los experimentos (en vez del promedio en cada experimento). La lógica es que es menos importante para la supervivencia de un pájaro cuando semillas consigue en una ocasión en vez del total que consigue durante un día o una semana. Así que los 4 ensayos pueden representar cada vez que el pinzón se alimenta en un día o en 4 días distintos.

Paso 15: El límite de comida del 80% necesario para sobrevivir los estudiantes lo calculan del total de semillas que los grupos recolectaron para cada pinzón. Los estudiantes usan el promedio de todos los grupos (calculado en la última fila de su tabla) para calcular la mínima cantidad de comida necesaria para sobrevivir.

Los estudiantes pueden preguntar por qué los pinzones no necesitan muchas más semillas pequeñas que grandes para alcanzar sus requerimientos mínimos de comida. El tamaño de la comida no es necesariamente indicador de su valor nutritivo. Semillas grandes, como las semillas espinosas mencionadas en la película, pueden tener cáscaras duras y gruesas. La semilla en el interior puede ser muy pequeña y gasta mucha energía abrir la cáscara. Entonces las calorías totales al consumir estas semillas grandes pueden terminar siendo muy pequeño. Semillas pequeñas producidas por los pastos, por otro lado, consisten casi completamente del corazón de la semilla, y las cáscaras son muy delgadas y blandas, fáciles de sacar o incluso de comer. Por lo tanto, las calorías ingeridas netas de una semilla grande pueden igualar a una pequeña.

REFLEXIÓN

Luego de realizar la actividad o experiencia, los estudiantes analizan sus respuestas, compartiéndolas con el grupo y/con otros grupos, confrontando sus predicciones o preconcepciones con los conceptos desarrollados en la actividad. La idea es que los estudiantes puedan llegar a un consenso del concepto científico que se está estudiando, a partir de la experiencia realizada y aplicarlo a nuevos contextos.

1) Revisa cuidadosamente los resultados del curso.

Todos los resultados son dependientes de datos.

2) ¿Existe alguna diferencia en la capacidad de los dos picos para recolectar semillas pequeñas? Si es así, ¿qué característica hace a un pico más exitoso que al otro?

Los estudiantes deben haber tenido dificultades con los alicates y notar que la punta “roma” no es adecuada para entrar a los pequeños espacios del pasto sintético, donde se ocultan las semillas pequeñas. Por otro lado, mientras más delgadas y pequeñas, las pinzas corresponden al pico más adecuado para recoger las semillas pequeñas del pasto sintético.

3) ¿Existe alguna diferencia en la capacidad de los dos picos para recoger y romper semillas grandes? Si es así, ¿qué característica hace a un pico más exitoso que al otro?

El pico grande (alicate) será el único capaz de romper las semillas grandes. El pico pequeño puede recolectar algunas pero no romperlas.

4) ¿Tus resultados apoyan tus predicciones? Explica tu respuesta



Las respuestas dependerán de las predicciones y resultados de los estudiantes. Los estudiantes deben explicar por qué los resultados apoyan o no sus predicciones y comparar brevemente cada predicción con el resultado relevante que obtuvieron.

- 5) Considera las características físicas del sustrato (pasto sintético) en tu modelo de medio ambiente y el esfuerzo que significó recolectar semillas grandes y pequeñas bajo cualquier condición alimenticia.

a. ¿Qué características hace a las semillas menos accesibles, y cuáles semillas son las más afectadas?

La densidad y el grosor del pasto sintético hacen que el espacio entre las fibras sea pequeño e inaccesible. Las semillas que son lo suficientemente pequeñas para caer entre estos espacios son mucho menos accesibles que las semillas que son lo suficientemente grandes para quedar encima. Los estudiantes deben mencionar que las características físicas del ambiente afectan mayormente el acceso a las semillas pequeñas.

b. ¿Dirías que el pasto sintético le hace difícil a algunos pinzones encontrar comida suficiente para sobrevivir? Si es así, ¿cuál pinzón tiene más problemas? Puedes volver a la pregunta 1e) y 2 para ayudarte con la respuesta.

Sequía 2: Los pinzones con picos grandes probablemente no recolectaron un 80% del total de semillas que necesitan, ya que los picos grandes tiene problemas recolectando semillas pequeñas que se esconden en el pasto sintético. Incluso si logran conseguir el 80% o más, la cantidad debería ser menor que la que estos pájaros recolectaron en la condición “La Tierra de la Abundancia”

- 6) En base a tus resultados, ¿qué puedes concluir (si es que puedes) sobre la habilidad de cada pájaro para recolectar comida y sobrevivir en tu modelo de ambiente bajo las 3 condiciones diferentes? Propone una respuesta para cada condición por separado e incorpora el efecto del sustrato en la disponibilidad de comida.

En esta pregunta los estudiantes deben resumir coherentemente sus respuestas paso a paso desde arriba. Deben tratar de articular independientemente una visión general y las conclusiones globales que uno puede obtener de los resultados.

- 7) Si observaste una diferencia en la habilidad para obtener comida de los pájaros en base a la forma de sus picos, explica como esto puede llevar a la evolución a través del tiempo. (Recuerda que los distintos picos que examinaste en tu experimento representan aves de la misma especie de los pinzones terrestres medianos. Son sólo variaciones en el tamaño del pico).

Los estudiantes deben indicar que variaciones individuales en rasgos importantes como el tamaño del pico o su profundidad hacen más probable que estos puedan ser beneficioso bajo nuevas condiciones ambientales que afectan la alimentación. La variación debe ser heredable, y los individuos con el rasgo beneficioso y heredable tienen más posibilidades de sobrevivir en estas condiciones que los individuos sin este rasgo. La evolución puede ocurrir a lo largo del tiempo si los individuos que sobreviven también se reproducen y pasan este rasgo a las generaciones futuras.

APLICACIÓN Y EVALUACIÓN

Luego de realizar la reflexión, los estudiantes deben responder preguntas globales de la temática abordada, que integre otras asignaturas y por ende otros contextos. Como sugerencia, se podría tomar la pregunta de focalización y aplicarla nuevamente, viendo cómo se modifican las respuestas, a modo de evaluación de la actividad. También, podrían utilizar los aprendizajes esperados explicitados en la guía del profesor para reforzar conceptos y realizar el cierre de la clase.

- 8) Esta actividad simula una variedad de conceptos que juegan un rol importante en el proceso de evolución. Nombra un ejemplo específico de esta actividad y su concepto respectivo.

Variación:

Diferencias en el tamaño del pico de los pinzones terrestres medianos

Adaptación: (rasgo beneficioso que es heredado y aumenta las capacidades del individuo para sobrevivir y reproducirse):

Diferencias en el tamaño del pico son rasgos morfológicos hereditarios. Los picos grandes son adaptativos solo cuando hay semillas grandes disponibles; los picos pequeños son adaptativos solo cuando hay semillas pequeñas disponibles. Estas características son adaptaciones cuando se vuelven más comunes en la población como resultado de la selección natural.

Presión selectiva o agente selectivo (¿Qué “elige” a un pico versus el otro?):

La escasez de comida y cambios en la disponibilidad de comida ejerce una presión selectiva sobre las poblaciones de pinzones. Los estudiantes podrían responder que las sequías son la presión selectiva. Incluso la cantidad de lluvia, son efectos indirectos. La supervivencia de los pinzones depende de la disponibilidad de comida que resulta de los cambios climáticos.

Aptitud (aumento en la probabilidad de sobrevivir y reproducirse):

La aptitud se refiere al éxito de supervivencia y reproducción de un individuo. Los estudiantes podrán mencionar que individuos con picos de diferente tamaño son más o menos capaces de sobrevivir y eventualmente reproducirse bajo condiciones de sequía. Los pinzones con rasgos beneficiosos tienen por lo tanto una ventaja en la aptitud sobre aquellos que tienen el rasgo menos favorable.

- 9) ¿Qué aprendí? Describa al menos 5 conceptos y /o habilidades científicas aprendidas en esta actividad.
- a. **Explicar cómo cambios en las condiciones ambientales pueden resultar en fuertes presiones selectivas y provocar que las adaptaciones evolucionen rápidamente.**

- b. Entendí que incluso pequeñas diferencias en características físicas pueden tener un impacto significativo en la capacidad de sobrevivir de un animal.
- c. Desarrollé un protocolo experimental en colaboración con otros compañeros.
- d. Realicé predicciones basadas en observaciones7evidencias y recolecté datos cuantitativos para poner a prueba las predicciones.
- e. Sistematicé y analicé resultados a través de la interpretación de gráficos y realicé cálculos simples.
- f. Propuse conclusiones sobre rasgos que ofrecen ventajas selectivas en diferentes condiciones ambientales

AUTHOR

Written by Jason Crean, MA, MS, Lyons Township High School, La Grange, Illinois

Edited by Sandra Blumenrath, PhD and Laura Bonetta, PhD, HHMI, and Ann Brokaw, Rocky River High School, Ohio;

copyedited by Linda Felaco

Scientific review by Jonathan Losos, PhD

Adaptación Chile: Karin González Allende, Profesora de Biología y Cs. Naturales. Académica DEP, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Chile.

