



# EVOLUCIÓN DE PINZONES DE DARWIN

## Guía para el docente

MATERIAL ORIGINAL DE



**hhmi**  
BioInteractive

## SELECCIÓN NATURAL Y LA EVOLUCIÓN DE LOS PINZONES DE DARWIN

### •CONEXIÓN CON LAS BASES CURRICULARES CHILENAS

BASES CURRICULARES 2013			
PLAN DE ESTUDIOS	UNIDAD	OBJETIVOS CURRICULARES (OA/AE)	HABILIDADES CIENTÍFICAS
Primero medio	Evolución y Biodiversidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•OA 3 Explicar, basándose en evidencias, que la clasificación de la diversidad de organismos se construye a través del tiempo sobre la base de criterios taxonómicos que permiten organizarlos en grupos y subgrupos, identificando sus relaciones de parentesco con ancestros comunes.</li> </ul>	<p>HB1•Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.</p> <p>HB2•Organizar datos cuantitativos y/o cualitativos con precisión, fundamentando su confiabilidad, y presentarlos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC.</p>
Tercero medio (actualización 2009)	Evolución	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AE 08 Analizar relaciones de parentesco entre los seres vivos relacionándolas con el concepto de ancestro común.</li> </ul>	<p>HB3•Organizar e interpretar datos y formular explicaciones</p>
Tercero medio (formación diferenciada)	Origen de la vida y Evolución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer relaciones filogenéticas entre especies distintas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HB1-HB2-HB3</li> </ul>



## •DESCRIPCIÓN GENERAL

La lección *Selección natural y la evolución de los pinzones de Darwin* se alinea con las prácticas de ciencia de NGSS (Next Generation Science Standards) de (1) entablar argumentación a partir de evidencias por medio del pensamiento matemático y computacional y (2) análisis e interpretación de datos; también incorpora la expectativa de rendimiento HS-LS4-2.

Por otra parte, otorga a los estudiantes las oportunidades de hacer predicciones, crear modelos matemáticos de datos y utilizar múltiples fuentes y tipos de evidencia al desarrollar argumentos para la adaptación y selección natural de los pinzones de Darwin. La sección se basa en el cortometraje [El origen de las especies: el pico del pinzón](#)([The Origin of Species: The Beak of the Finch](#)), que puede descargarse en inglés en <http://www.hhmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch> o en [www.loligo.cl/educación](http://www.loligo.cl/educación) .

## CONCEPTOS CLAVE

- Una **adaptación** es una estructura o función que confiere a un organismo una habilidad mayor para sobrevivir y reproducirse en un ambiente particular.
- Cuando dos grupos de una misma especie quedan aislados geográficamente, los cambios genéticos de uno de los grupos no se compartirán con los miembros del otro grupo y viceversa. A través de muchas generaciones, los dos grupos pueden divergir y hacerse especies distintas con diferencias mensurables, a medida que sus caracteres cambian en formas diferentes. Por lo tanto, se puede relacionar con el concepto de **especiación**.
- Si hay suficiente variación entre los individuos de una población y si la **selección natural** que actúa sobre esta variación es fuerte, entonces el cambio evolutivo puede ocurrir rápidamente y en unas pocas generaciones. Sin embargo, los cambios grandes, como el origen de especies nuevas, por lo general requiere miles de generaciones.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Los estudiantes serán capaces de:
- Hacer afirmaciones y construir argumentos utilizando evidencia de la discusión de clase y de un cortometraje sobre la evolución de los pinzones de Galápagos.
- Utilizar datos para hacer predicciones acerca de los efectos de la selección natural sobre una población de pinzones.
- Construir modelos matemáticos (en este caso gráficos de barras) para ilustrar los resultados predichos y compararlos con los resultados reales.

## TÉRMINOS CLAVE

Adaptación, evolución, mutación, selección natural y carácter.



## REQUISITOS DE TIEMPO

Esta lección fue diseñada para completarse en dos periodos de clase de 50 minutos, pero podría tomar más tiempo según la duración de la discusión en clase. Las Partes 1, 2 y un poco de la Parte 3 pueden cubrirse en un día. El resto de la Parte 3 y la Parte 4 pueden cubrirse en un segundo día. La Parte 5 puede quedar como tarea o realizarse durante clase en un tercer día. Los tiempos calculados para cada parte están disponibles en la Figura 1.

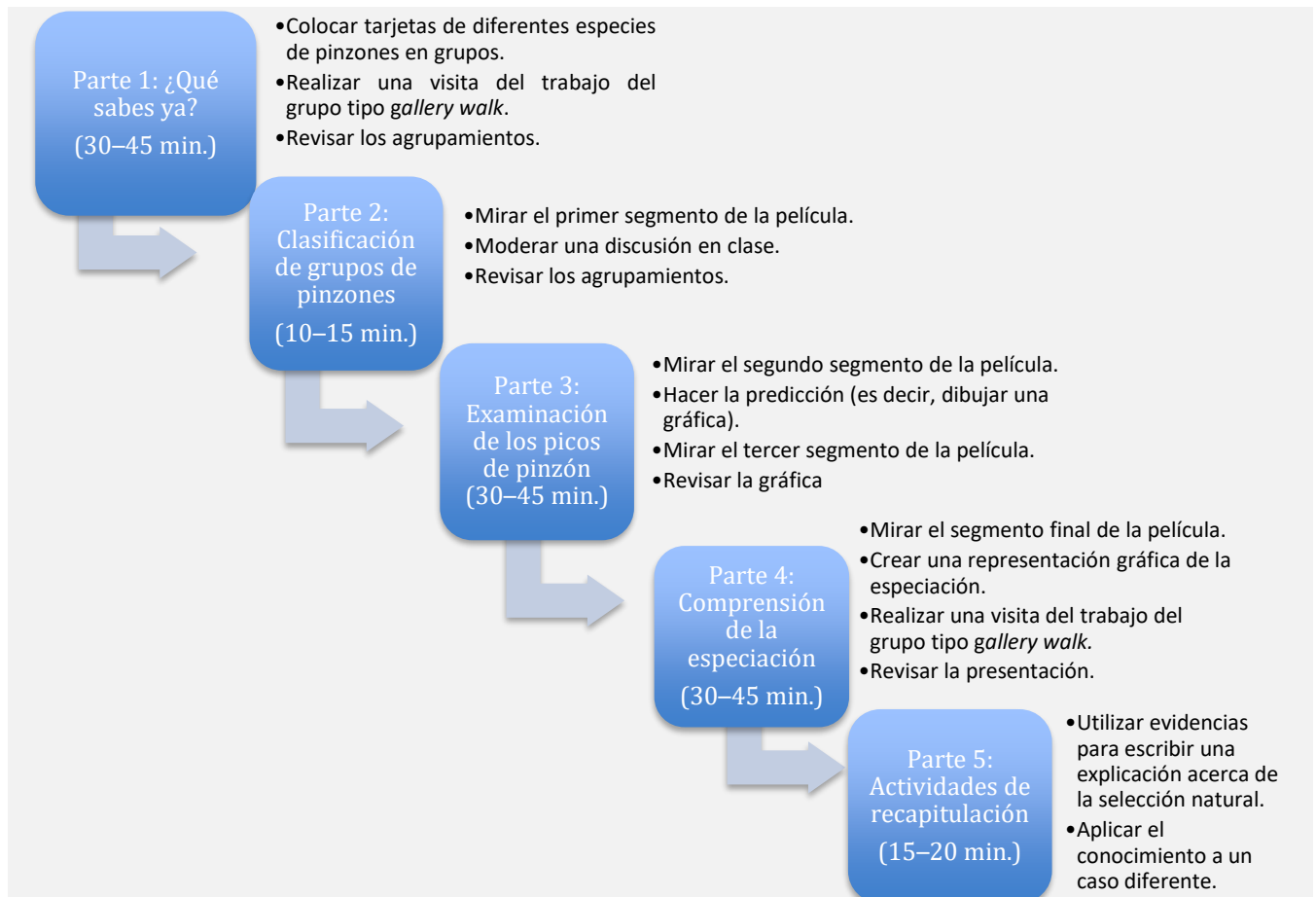


Figura1. Descripción general de la lección

## AUDIENCIA SUGERIDA

Esta lección es apropiada para ciencias de la vida y todos los niveles de biología de educación media superior, incluso AP e IB.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

- Los estudiantes deberían saber que los caracteres son hereditarios y que algunos caracteres proporcionan a los organismos mejores oportunidades de sobrevivir y reproducirse en un ambiente particular.



- Los estudiantes deberían ser capaces de construir gráficas básicas, así como de interpretar una gráfica de barras o una gráfica de líneas.

### MATERIALES

- Tarjetas de pinzones (13 tarjetas por equipo).
- Tijeras.
- Hoja de trabajo del manual del estudiante (una por equipo, con la Parte 5 separada para entregar más tarde).
- Cartulina o papel para envolver grande y blanco.
- *Masking tape* para sujetar las tarjetas a la cartulina.
- Acceso a una cámara (opcional).
- Notas adhesivas o tarjetas para fichas.
- Papel para graficar.
- Libretas de ciencias o papel para escribir.
- Lápices de colores diferentes (opcional).
- Los estudiantes pueden poner las tarjetas de pinzones a la cartulina con *masking tape*, que les permite retirar y reacomodar fácilmente las tarjetas. Como alternativa, ellos pueden acomodar las tarjetas sobre una superficie plana y tomar fotos o realizar alguna otra forma de registro de sus grupos.
- Los estudiantes deberían escribir observaciones y respuestas a las preguntas de la hoja del manual para el estudiante en sus libretas de ciencias o en hojas de papel sueltas.
- Algunas actividades requieren que se miren segmentos específicos de la película antes de proceder.
- Cuando los estudiantes vean el trabajo de otros equipos, deberían dar retroalimentación por escrito en forma de preguntas y siempre agregar sus iniciales, para hacerse responsables de su propio trabajo.

### SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Recorte las tarjetas de los pinzones antes de la clase o pida a los estudiantes que las recorten.
- Los estudiantes pueden trabajar en equipos de tres o cuatro integrantes la mayoría de las actividades; cada equipo necesita 13 tarjetas de pinzones y una hoja de trabajo del manual del estudiante.
- Asegúrese de que los estudiantes comprendan que cada tarjeta representa una especie diferente de pinzón, no diferentes individuos de una misma especie. Las especies son los pinzones terrestres grandes (tarjeta núm. 2), medianos (12) y pequeños (8); el pinzón terrestre de pico agudo (5); los pinzones de cactus (13) y grande de cactus o conirrostro (9); el pinzón vegetariano (6) los pinzones de árbol, grande (11), mediano (3) y pequeño (10); el pinzón carpintero (1); el pinzón de manglar (4) y el cantor u oliváceo (7).



### PROCEDIMIENTO

Reparta un paquete de 13 cartas de pinzones y un manual del estudiante a cada equipo de alumnos. (Nota: reparta el manual para el estudiante, excepto las últimas páginas que contienen la Parte 5. Estas páginas deben repartirse cuando finalice la sesión).

### PARTE 1: ¿QUÉ SABES YA?

1. Haga que los estudiantes trabajen en equipos de tres o cuatro para acomodar las tarjetas de pinzones en grupos basados en las características. Ellos pueden sujetar las tarjetas a las cartulinas o acomodarlas sobre mesas para hacer un registro de sus grupos (por ejemplo, mediante fotografías de los grupos o escribiendo el número de las tarjetas en cada grupo). Los estudiantes podrían agrupar las tarjetas de acuerdo, ya sea al tamaño o color de las aves, o al tamaño o forma de los picos.

No existen respuestas incorrectas para esta parte de la lección, siempre y cuando los estudiantes justifiquen sus categorías. El objetivo es que los estudiantes hagan observaciones acerca de las diferentes especies y de cualquier característica que sea más similar entre algunas especies de pinzones que otras. Ciertas características compartidas podrían proporcionar pistas sobre cómo estas diferentes especies de pinzones evolucionaron.



**Figura 2. Ejemplo de la formación de los grupos de un equipo.** Las categorías son (1) especies de pinzones en ramas ([a] pico delgado y [b] pico grueso) y (2) especies de pinzones en el suelo ([a] pico delgado y [b] pico grueso).

2. Los estudiantes deberían preparar una clave en notas adhesivas o tarjetas para fichas que describa su evidencia para cada grupo. En el ejemplo de la Figura 2, el equipo de alumnos afirmaría “Agrupamos estos pinzones según el lugar donde viven y en la forma de su pico”. Su evidencia sería, “Estos pinzones viven, ya sea sobre el suelo o en las ramas; algunos tienen picos delgados y algunos picos gruesos”.
3. Pida a los estudiantes que observen los posters de otros equipos. Cada equipo debería brindar retroalimentación constructiva mediante dos preguntas identificadas con el nombre del equipo. Algunas de las posibles preguntas pueden ser:
  - ¿Por qué colocaste esta ave en este grupo?
  - ¿Qué tienen las aves de este grupo en común?
  - ¿Existe otra forma en que los podrías agrupar?

Otorgue unos dos minutos por grupo (de manera que, si usted quiere que los estudiantes den retroalimentación a tres grupos, les debería tomar unos seis minutos).

4. Algunos estudiantes podrían no querer revisar su póster. Haga que sus estudiantes documenten su justificación para corregir (o no corregir), que incluya evidencia adicional o preguntas adicionales, en su póster. Permita que pasen cinco a ocho minutos para la revisión.

Antes de pasar a la Parte 2, haga las siguientes preguntas a los estudiantes:

- ¿Para qué agruparía un investigador las especies de animales? ¿Qué información se puede obtener de estos agrupamientos?

**Los estudiantes deberían comprender que los investigadores agrupan los animales según su apariencia para comprender sus relaciones evolutivas. Las semejanzas en ciertos caracteres entre las especies podrían indicar que están relacionadas estrechamente o que evolucionaron en ambientes similares o consumen alimentos similares.**

## PARTE 2: CLASIFICACIÓN DE GRUPOS DE PINZONES

5. Muestre el primer segmento de la película *El origen de las especies: el pico del pinzón* (original en inglés: *The Origin of Species: The Beak of the Finch*, <http://www.hhmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch>), desde el principio hasta el minuto 5:36. Mientras ellos miran el primer segmento, pida a los estudiantes que hagan notas sobre las preguntas que se escuchan.
6. Considere 15-20 minutos para una discusión en clase. Primero, aclare cualquier pregunta que los estudiantes tengan acerca de lo visto en la película. Posteriormente, haga que los estudiantes discutan sobre las preguntas de sus manuales con otros de su equipo. Comience la discusión en clase con las respuestas que ofrezcan los alumnos a la siguiente pregunta:

- ¿Qué nos dicen los diferentes picos acerca de las diferentes especies de pinzones?

Algunas posibles respuestas de los estudiantes se muestran adelante:

- Las diferentes especies de pinzones tienen diferentes formas y tamaños de picos porque tienen diferentes versiones de genes.
- Los individuos con formas y tamaños de pico particulares son más hábiles para obtener y consumir ciertos tipos de alimentos en la isla. Como resultado, es más probable que sobrevivan y se reproduzcan y su descendencia heredará los mismos genes.
- Los picos diferentes hacen que especies diferentes de pinzones estén mejor adaptadas para consumir diferentes tipos de alimentos.

*Escuche algunos errores recurrentes, como que los picos diferentes evolucionaron porque las aves los necesitan para consumir algún tipo particular de alimento. Este tipo de razonamiento se conoce como razonamiento teleológico. De hecho, los caracteres no evolucionan según la demanda o porque una especie los necesite. La selección natural actúa sobre las variaciones existentes en una población. Aquellos caracteres que sean más ventajosos en algún ambiente particular se harán más comunes a lo largo de muchas generaciones.*

A continuación, pida a los estudiantes que discutan sobre sus respuestas a esta pregunta:

- ¿Cuál fue la evidencia que emplearon los científicos para determinar que las 13 especies de pinzones de las Galápagos surgieron de un único ancestro común?

Para contestar correctamente, los estudiantes podrían necesitar ver nuevamente esta parte de la película.

Algunas posibles respuestas son las siguientes:

- La evidencia viene del análisis de ADN que muestra que las especies de las islas están más estrechamente relacionadas entre ellas que con cualquier otra especie de ave de la tierra firme continental.
- La hipótesis alternativa es que 13 especies diferentes de aves migraron desde el continente y poblaron las Galápagos. Si fuera éste el caso, algunas de las especies de pinzones de las islas estarían más estrechamente relacionadas con aves de la tierra firme continental que entre ellas mismas. Si los estudiantes están confundidos con estas dos explicaciones, podría ayudar el que dibujen una representación gráfica de ambas.
- La conclusión de que todos los pinzones de Galápagos evolucionaron de una única población fue importante debido a que sugiere que una población evolucionó en 13 diferentes. Los biólogos Peter y Rosemary Grant, retratados y reseñados en la película, pudieron entonces tratar de estudiar cómo ocurre este proceso.

*Los estudiantes podrían tener preguntas acerca de cómo la evidencia de ADN muestra que las especies diferentes de pinzones están más relacionadas entre ellas que con otras especies de la tierra continental. Básicamente, los investigadores buscan diferencias en las secuencias de ADN, en general, a menor número de diferencias, más estrechamente relacionadas están dos especies. (Esta explicación es una*



simplificación del proceso, pero sirve como ilustración general del concepto.) Con base en los datos de ADN, los investigadores también han determinado qué especies de pinzones de Galápagos están más estrechamente relacionadas entre ellas. El árbol filogenético de la Figura 3 ilustra estas relaciones. (Por ejemplo, note que todos los pinzones terrestres están más estrechamente relacionados entre ellos que con otros pinzones.) Estos agrupamientos podrían o no coincidir con los agrupamientos que hicieron los estudiantes basados en las características de los pinzones, lo cual está bien.

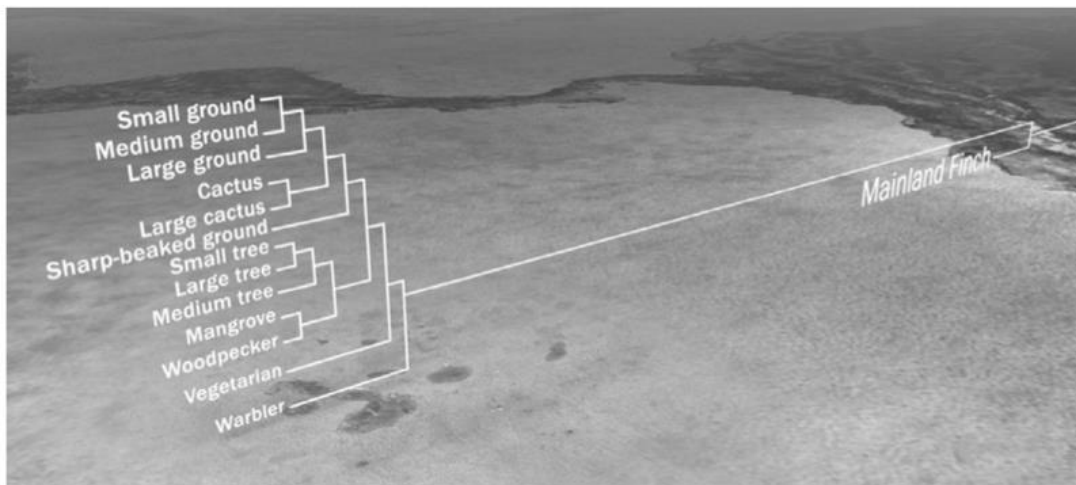


Figura 3. Árbol filogenético que muestra las relaciones evolutivas entre los pinzones de Galápagos. Columna izquierda, de arriba a abajo, Pinzón: terrestre pequeño, terrestre mediano, terrestre grande, de cactus, grande de cactus, terrestre de pico fino, pequeño de árbol, grande de árbol, mediano de árbol, de manglar, carpintero, vegetariano y cantor u oliváceo. Columna derecha: Pinzón de la tierra continental.

- Tras la discusión de clase, otorgue a los estudiantes 10 minutos para revisar sus grupos de pinzones trabajados en la Parte 1 de esta lección. No dé más de 10 minutos o los estudiantes se verán tentados a cambiar sus agrupamientos completamente. Los equipos que no organizaron sus aves por forma de pico o tamaño podrían querer reagruparlos basados en estas características. Si piensan que sus grupos son adecuados, entonces deben mantenerlos. Si deciden cambiar sus grupos, tendrán que proporcionar suficiente evidencia para su decisión.

### PARTE 3: EXAMINACIÓN DE LOS PICOS DE LOS PINZONES

- Muestre a los estudiantes el segundo segmento de *El pico del pinzón* (versión en inglés: *The Beak of the Finch*; <http://www.hmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch>), desde el minuto 5:36 hasta el 9:00.

Discuta

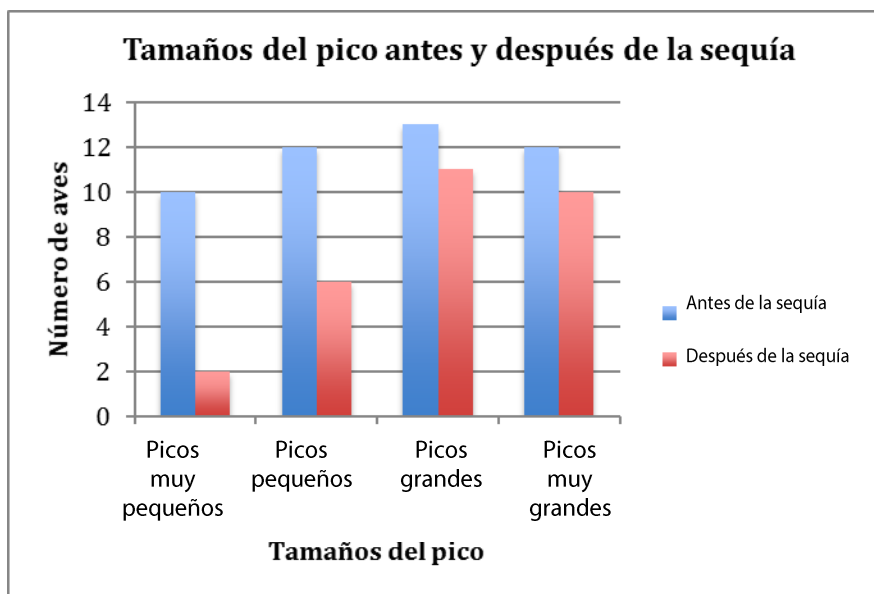
Las respuestas a ambas preguntas.

- Describe los tamaños del pico de la población de pinzones terrestres medianos (especie 12 de las tarjetas de pinzones).

- b. ¿Cómo cambió la población de pinzones terrestres medianos de la isla Dafne Mayor como resultado de los cambios ambientales?

Los estudiantes deberían comprender que existe variación entre los individuos de una misma especie, algunos pinzones terrestres medianos tienen picos más pequeños que otros; pero en conjunto, la población tiene una forma de pico diferente a la de otras especies. Como resultado de la sequía, el promedio del tamaño del pico de la población cambió, pues murieron más individuos con picos más pequeños.

9. Otorgue 8-10 minutos para la predicción (incluido el tiempo para compartirla). Los estudiantes prepararán sus gráficos de forma individual y después las compartirán con otros miembros de su equipo. Note que las gráficos de los estudiantes no serán como la de la película; los estudiantes estarán haciendo predicciones acerca de algo en lo que no tienen mucha experiencia.



**Figura 4. Ejemplo de una gráfica de los estudiantes.** El eje de las y muestra el número de pinzones (note que el estudiante usó números muy pequeños para su predicción) y el eje de las x muestra cuatro diferentes categorías de tamaño de pico.

10. Permita que los estudiantes compartan y discutan acerca de sus gráficos.  
11. Muestre el tercer segmento de *El pico del pinzón* (versión en inglés: [The Beak of the Finch](http://www.hhmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch); <http://www.hhmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch>), del minuto 9:00 al 11:12. Cuando los estudiantes observen los gráficos de su equipo, cada equipo tendría que tener al menos un gráfico que se asemeje a la de la película. Usted podría detener la película, si lo desea, para que los estudiantes comparen sus gráficos.

La evidencia que obtuvieron del segmento podría ser de esta forma:

- La sequía elimina las semillas pequeñas, provocando que muriera un mayor número de pinzones de pico pequeño.

- Mientras que algunos pinzones de pico grande también murieron, sobrevivieron más de ellos y se reprodujeron, lo que causó que la población cambiara.

12. Pregunte a los estudiantes lo siguiente:

- ¿Cuál fue la respuesta de Peter y Rosemary Grant al drástico cambio en la distribución de los tamaños de pico en una sola generación de aves? Si la sequía hubiera continuado más tiempo, ¿cómo esperarías que se viera tu gráfica de picos?

Usted podría decidir que sus estudiantes participen como grupo o preparen sus predicciones de forma individual y que después las compartan, ya sea en equipos pequeños o con todo el grupo. Independientemente de cómo se haga, los estudiantes tendrán que extrapolar esta información de la película, así que podría ser necesario que usted los guíe. Algunos posibles puntos para discutir son:

- Los Grant no esperaban ver esos resultados tan drásticos en tan poco tiempo. La película no explica por qué este cambio ocurrió tan rápidamente. La respuesta corta es que, debido a que la sequía redujo la cantidad de alimento disponible, los únicos pinzones que sobrevivieron fueron los que podían comer. Por lo tanto, éstos fueron los que se reprodujeron.
- Si la sequía continuara, el promedio del tamaño del pico de la población podría seguir cambiando. Los estudiantes podrían también predecir que, si la sequía continuara durante demasiado tiempo, todos los pinzones terrestres medianos morirían.

#### PARTE 4: COMPRENSIÓN DE LA ESPECIACIÓN

13. Muestre el segmento final del Pico del pinzón (original en inglés: [The Beak of the Finch](http://www.hhmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch); <http://www.hhmi.org/biointeractive/origin-species-beak-finch>), desde el minuto 11:12 al 15:45.
14. Trabajando en sus equipos, los estudiantes crean representaciones gráficas del proceso que llevó a que existieran 13 diferentes especies de pinzón. Los estudiantes no tienen que representar gráficamente los 13 eventos de especiación, sino un solo evento que pueda ser extrapolado al resto. En otras palabras, ¿cómo es que una especie de pinzón da origen a dos especies distintas? Los estudiantes deberían preparar sus representaciones para exhibición de museo gráficamente y no verbalmente, lo que permite que los estudiantes demuestren su conocimiento de una forma diferente. Dé 10-15 minutos para preparar la representación, incluidos los pies de figuras. Según el grupo, los estudiantes podrían necesitar más tiempo.
15. Los estudiantes deberían visitar ahora las demás presentaciones. Durante esta visita del trabajo del grupo tipo gallery walk, no se permite a los estudiantes que expliquen sus representaciones de forma verbal, pero deberán ofrecer retroalimentación constructiva por escrito. La retroalimentación necesita ser en forma de preguntas que hagan que la conversación avance hacia el frente. Considere dar su propia retroalimentación durante este proceso para que los estudiantes integren esta retroalimentación a sus

*revisiones. Otorgue 15 minutos para esta gallery walk (unos cinco minutos por modelo para cada estudiante).  
16. Después de recibir la retroalimentación por escrito, permita que los estudiantes revisen sus representaciones gráficas. Dé cinco a ocho minutos para la revisión.*

## PARTE 5: ACTIVIDADES DE RECAPITULACIÓN

La Parte 5 de la lección puede quedar como tarea o completarse en una tercera sesión de clase. Las respuestas de los estudiantes dependerán de qué tan familiarizados estén con la unidad sobre evolución en su clase de biología:

- Si esta lección se realiza a inicios de la unidad, los estudiantes podrían caer en errores comunes (incluso después de ver la película) que deberán atenderse a través de una mayor intervención del docente.
- Si la lección se realiza más avanzada la unidad sobre evolución, los estudiantes deberían ser capaces de discutir acerca de la selección natural y la adaptación más coherentemente y utilizar evidencias de la película.

### AUTORES

Escrito por Jim Clark y Samantha Johnson, Arroyo High School; Laura Bonetta, PhD, HHMI

Editado por Karen Gulliver, Consultora

Revisado por Paul Strode, Fairview High School