



Picos como herramientas: ventaja selectiva en ambientes cambiantes

INTRODUCCIÓN

El trabajo pionero de Rosemary y Peter Grant sobre los pinzones de las Islas Galápagos nos da una visión única de cómo las especies evolucionan a través de las generaciones. El cortometraje [El origen de las especies: el pico del pinzón](#) muestra que ciertos rasgos permiten que un animal sea más efectivo que otros encontrando comida o atrayendo a una pareja. Si estos rasgos beneficiosos tienen una base genética y se pueden transmitir a las futuras generaciones, se les llama *adaptaciones*, y son seleccionadas por condiciones del medio ambiente a través de un proceso llamado *selección natural*. Los rasgos beneficiosos aumentan la aptitud de un individuo para sobrevivir y producir más descendencia que los individuos que no tienen estos rasgos. Esto puede conducir al proceso de evolución si, con el tiempo, estos rasgos (y sus variantes genéticas asociadas, o alelos) se vuelven más comunes en la población mientras que los rasgos desfavorables desaparecen lentamente.

Una pista crucial de cómo se produce la adaptación proviene del pinzón terrestre mediano (*Geospiza fortis*). Con su pico corto y romo, el pinzón terrestre mediano se adapta perfectamente a recoger semillas del suelo, aunque el tamaño del pico varía ligeramente dentro de las diferentes poblaciones. Cuando la comida era abundante con semillas de diferentes tamaños, todos los pinzones terrestres fueron capaces de encontrar comida. Sin embargo, cuando la sequía golpeó la pequeña isla de Daphne Mayor en 1977, la vegetación y las semillas disponibles cambiaron considerablemente y los pinzones tuvieron que competir por los alimentos. Cuando las semillas más pequeñas desaparecieron, los pinzones tuvieron que recurrir a las semillas grandes y espinosas que son mucho más difíciles de abrir. Los pinzones terrestres medianos más pequeños y con picos ligeramente más pequeños se quedaron sin comida. Pero los pinzones con picos ligeramente más grandes pudieron alimentarse de las semillas más grandes y espinosas, lo que les dio una ventaja de supervivencia.

Cinco años después, lluvias de una inusualmente larga duración hicieron que las enredaderas invadieran la isla y nuevamente la vegetación cambió drásticamente. Las plantas dominantes de lento crecimiento que producen semillas grandes y duras fueron reemplazadas por plantas de rápido crecimiento con semillas pequeñas y suaves, tales como pastos y enredaderas. Dos años más tarde cuando la sequía golpeó nuevamente y las aves tuvieron que competir por los alimentos, las semillas más *grandes* escasearon. Ahora las aves con picos más grandes tuvieron dificultad para recoger las semillas pequeñas y abundantes producidas por los pastos y las enredaderas. Por lo tanto, la selección ocurrió en la dirección opuesta: una mayor cantidad de pinzones con picos más pequeños sobrevivieron, y su descendencia heredó picos más pequeños. A pesar de que la diferencia entre el tamaño de los picos era ligera, marcó la diferencia entre la vida y la muerte durante ambos eventos de sequía.



Pinzones de Darwin.

Los pinzones de las Galápagos están adaptados a vivir en hábitats con fuentes de alimentos de una impresionante diversidad, como por ejemplo el pinzón de cactus a la izquierda y el pinzón terrestre mediano a la derecha. Cambios en la forma del pico que ocurrieron lo largo del tiempo, han permitido que cada especie de pinzón pueda encontrar y manipular los alimentos más comunes en su hábitat. (Fotos cortesía de John Van de Graaff.)

Esta actividad demostrará por qué inclusive una ligera diferencia en el tamaño del pico puede afectar significativamente la capacidad de un ave para sobrevivir. Actuarás como los pinzones y lucharás por sobrevivir “comiendo” tantas semillas como sea posible dentro del tiempo asignado. Usarás dos tipos de herramientas para representar diferentes tipos de pico y poder analizar cuál es el más adecuado para recoger y “comer” comida bajo diferentes condiciones. La actividad exagera las diferencias en el tamaño del pico para ilustrar que un pico es como cualquier otra herramienta: se necesita la herramienta adecuada para un trabajo específico.

MATERIALES

Cada grupo usará lo siguiente:

- 1 caja de cartón o de plástico
- dos tipos de herramientas: pinzas y alicates (los “picos”)
- sustrato (alfombra o césped artificial, AstroTurf)
- dos tipos de semillas (arroz y frijoles)
- 4 vasos de papel para la recolección de semillas (2 por herramienta)
- cronómetro
- cucharas y tazas de medir (para compartir entre los grupos)

PROCEDIMIENTO Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Formen grupos de tres a cinco estudiantes. En el momento determinado, dos miembros del grupo actuarán como pinzones y cada uno usará una herramienta diferente, mientras que los demás miembros servirán de observadores.

- Los *pinzones* tratarán de recoger con su herramienta tantas semillas como sea posible en tres condiciones alimentarias diferentes. Habrá semillas grandes y pequeñas, pero para comer las semillas grandes de cáscara dura tendrán que aplastarlas y abrirlas para consumir su contenido interno. **Así que cada vez que recojas una semilla grande, ¡aplástala o no va a contar!**
- Los *observadores* añadirán la comida al medio ambiente, medirán el tiempo de forrajeo, y contarán las semillas “comidas”. Los observadores también tendrán que asegurarse de que las semillas grandes, de estar presente, sean aplastadas y contadas correctamente.

PARTE 1: Prácticas de forrajeo y preparación de la caja ambiente

1. Toma varias semillas de cada tipo y trata de recogerlas con cada herramienta. Trata de aplastar las semillas grandes.
2. Configura el ambiente de la caja colocando el césped artificial en el fondo de la caja.
3. **Observa** atentamente tus herramientas (“picos”), la caja ambiente y las semillas, y escribe tus observaciones:

Picos:

Medio ambiente (considera cómo el sustrato afectará el acceso a las semillas):

Semillas:

4. Según tus observaciones, haz una **predicción** sobre la habilidad de cada pico para recoger suficiente comida bajo las tres diferentes condiciones alimentarias que figuran a continuación.

Abundantes semillas pequeñas y grandes:

Pocas semillas pequeñas (pueden caer en los espacios pequeños y menos accesibles dentro del césped artificial):

Pocas semillas grandes (recuerda que tienen que ser aplastadas):

PARTE 2: Experimento de forrajeo

Para probar tus predicciones, realiza un **experimento de forrajeo** bajo condiciones alimentarias que simulan las condiciones *antes* y *después* de las dos sequías severas que se mostraron en la película. Las condiciones son:

Condición A: Tierra de la abundancia: Hay muchas semillas grandes y pequeñas disponibles (esto simula la disponibilidad de alimentos *antes* de las sequías).

Condición B: Sequía #1: Solo las semillas grandes están disponibles y las aves compiten por los alimentos (esto simula la disponibilidad de alimentos durante la primera sequía de 1977).

Condición C: Sequía #2: Solo las semillas pequeñas están disponibles y las aves compiten por los alimentos (esto simula la disponibilidad de alimentos durante la segunda sequía años después).

Para realizar el experimento, sigue los pasos a continuación.

Condición A: Tierra de la abundancia

1. Designa a dos miembros de tu grupo como pinzones y al resto como observador(es). Cada pinzón elige una de las dos herramientas para ser usada como pico y toma dos de los cuatro vasos.
2. El o los observadores esparcen 2/3 taza de semillas grandes (frijoles) y 3 cucharadas de semillas pequeñas (arroz) en la caja.
3. Haz tu **primera prueba de 30 segundos**. Lee los pasos **a** y **b** antes de empezar:
 - a. El o los observadores inician la prueba.
 - b. Los pinzones deben recoger tantas semillas como puedan y colocarlas en sus vasos. Las semillas pequeñas y grandes van en vasos separados. ¡Las semillas grandes tienen que ser aplastadas! El o los observadores llevan la cuenta de cada semilla grande aplastada. Las semillas pequeñas se contarán al final de la prueba.
 - c. Después de 30 segundos, el o los observadores terminarán la prueba y contarán las semillas pequeñas recogidas por cada pinzón.
 - d. Para cada tipo de pico, anota el número total de semillas recogidas (sin importar el tamaño) en la tabla bajo "Tierra de la abundancia" y "Prueba 1."
 - e. Vacía los vasos. No repongas la ración de semillas en la caja ambiente.
 - f. Repite los **pasos a-e tres veces** más para realizar un total de **cuatro pruebas** y anota los resultados bajo Pruebas 2, 3 y 4. Permite que otra persona sea el observador en cada prueba. Cuando te toque ser pinzón por segunda vez, usa una herramienta diferente.
 - g. Luego de la cuarta prueba, suma el total de semillas colectadas por cada pico en la tabla.
 - h. **Elimina todas las semillas** de tu caja ambiente y pasa a la siguiente condición.

Condición B: Sequía #1

4. El o los observadores esparcen 1/3 taza de semillas grandes (frijoles) en la caja ambiente.
5. Haz la **primera prueba de 30 segundos**. Lee los pasos **a** y **b** antes de empezar:
 - a. El o los observadores inician la prueba.
 - b. Los pinzones deben recoger y aplastar la mayor cantidad posible de semillas grandes. Coloca los restos aplastados en un vaso. El o los observadores llevan la cuenta de cada semilla grande aplastada.
 - c. Después de 30 segundos, el o los observadores terminarán la prueba.
 - d. Para cada tipo de pico, anota el número total de semillas recogidas en la tabla bajo “Sequía 1” y “Prueba 1.”
 - e. Repite el mismo procedimiento que en la Condición A, siguiendo los pasos e-h.

Condición C: Sequía #2

6. El o los observadores esparcen 1.5 cucharadas de semillas pequeñas en la caja.
7. Haz la **primera prueba de 30 segundos**. Lee los pasos **a** y **b** antes de empezar:
 - a. El o los observadores inician la prueba.
 - b. Los pinzones deben recoger la mayor cantidad posible de semillas pequeñas y colocarlas en su vaso.
 - c. Después de 30 segundos, el o los observadores terminarán la prueba y contarán las semillas pequeñas en cada vaso.
 - d. Para cada tipo de pico, anota el número total de semillas recogidas en la tabla bajo “Sequía 2” y “Prueba 1.”
 - e. Repite el mismo procedimiento que en la Condición A, siguiendo los pasos e-g.

Resultados del grupo	Condición Alimentaria					
	Tierra de la abundancia		Sequía 1		Sequía 2	
Prueba	Tipo de “pico”		Tipo de “pico”		Tipo de “pico”	
	P	G	P	G	P	G
1						
2						
3						
4						
Total						

P= pico pequeño (pinzas); G = pico grande (alicates)

PARTE 3: Después del experimento

El maestro recogerá los resultados de cada grupo, bien sea en la hoja de cálculo de Excel o en la pizarra. En cualquier caso, debes copiar los resultados de todos los grupos en la tabla de la “Clase” a continuación.

Resultados de la clase	Condición Alimentaria					
	Tierra de la abundancia		Sequía 1		Sequía 2	
Totales del grupo	Tipo de "pico"		Tipo de "pico"		Tipo de "pico"	
	P	G	P	G	P	G
Grupo 1						
Grupo 2						
Grupo 3						
Grupo 4						
Grupo 5						
Grupo 6						
Grupo 7						
Grupo 8						
Grupo 9						
Grupo 10						
Total						

P= pico pequeño (pinzas); G = pico grande (alicates)

1. Anota en la tabla la media (promedio) de la clase para cada condición y tipo de pico. Calcula la media manualmente si no estás usando la hoja de cálculo de Excel.
2. Calcula si los pinzones sobrevivieron las dos sequías simuladas: El **número total de semillas** recogidas por cada pinzón en la condición A (Tierra de la abundancia), es la cantidad de alimento "libre" que normalmente comerían hasta estar completamente satisfechos. Para que un ave pueda sobrevivir, tiene que obtener, en promedio, al menos 80% del alimento "libre" que normalmente puede consumir. Sigue estos pasos:
 - a. Límite de alimentos para los pinzones de pico pequeño: usa la media de la clase para el tipo de pico "P" en la condición A (Tierra de la abundancia) y calcula el límite del 80%.
 - b. Límite de alimentos para los pinzones de pico grande: usa la media de la clase para el tipo de pico "G" en la condición A (Tierra de la abundancia) y calcula el límite del 80%.
 - c. Compara el límite de comida de cada pinzón con el promedio (media) que obtuvo en las condiciones B y C (sequías #1 y #2). Si la media es superior o igual al límite, el pinzón sobrevivió; si es menor que el límite, el pinzón murió. Marca los que murieron con una **x**.

PARTE 4: Preguntas de análisis

1. Revisa cuidadosamente los resultados de la clase y contesta las siguientes preguntas.

- a. Compara las medias en tu tabla de clase. ¿Cuál pico obtuvo el promedio más alto de semillas colectadas? Menciona uno por cada condición alimentaria.

Tierra de la abundancia:

Sequía #1:

Sequía #2:

- b. ¿Cuál pico obtuvo el promedio más bajo de semillas colectadas? Menciona uno por cada condición alimentaria.

Tierra de la abundancia:

Sequía #1:

Sequía #2:

- c. ¿Cuál pico recogió la mayor cantidad de semillas grandes durante la Sequía #1 y la mayor cantidad de semillas pequeñas durante la Sequía #2?

Semillas grandes:

Semillas pequeñas:

¿Alguno de los dos picos recogió más semillas que el otro en todas las condiciones? Si es así, ¿cuál?

- d. ¿Alguno de los pinzones recogió menos comida del límite de 80% durante la Sequía #1 o #2 y murió de hambre como consecuencia? Enumera los que murieron durante cada sequía.

Sequía #1:

Sequía #2:

2. ¿Hubo diferencias entre los picos en cuanto a su habilidad para recoger semillas **pequeñas**? Si es así, ¿qué características hicieron que un pico fuera más exitoso que el otro?

3. ¿Hubo diferencias entre los picos en cuanto a su habilidad para recoger y aplastar las semillas **grandes**? Si es así, ¿qué características hicieron que un pico fuera más exitoso que el otro?

4. ¿Los resultados apoyan tus predicciones? Explica tu respuesta.

5. Considera las características físicas del sustrato (alfombra o césped artificial) en el ambiente modelo y el esfuerzo que tomó recoger las semillas grandes y pequeñas bajo diferentes condiciones alimentarias.
 - a. ¿Qué características hicieron que las semillas fueran menos accesibles y cuáles semillas fueron las más afectadas?

 - b. ¿Dirías que el césped artificial hizo que fuera más difícil para algunos pinzones encontrar suficiente comida para sobrevivir? Si es así, ¿cuál pinzón tuvo más problemas? Puedes regresar a las preguntas 1(d) y 2 para informar tu respuesta.

6. Según tus resultados, ¿qué puedes concluir (si algo) sobre la capacidad de cada ave para recoger comida y sobrevivir en el ambiente modelo bajo cada una de las tres condiciones? Propón una respuesta para cada condición e incorpora el efecto del sustrato en la disponibilidad de alimentos.

7. Si observaste diferencias entre la habilidad de las aves para obtener alimentos debido a la forma de su pico, explica cómo esto conduce a una evolución a través del tiempo. (Recuerda que los diferentes tipos de pico que probaste en el experimento representan aves de la misma especie de pinzón terrestre mediano. Ellos simplemente muestran variaciones en el tamaño del pico).

8. Esta actividad simula una variedad de conceptos que juegan un papel importante en el proceso de evolución. Nombra un ejemplo específico de esta actividad que simula los conceptos listados a continuación:
- Variación:
 - Adaptación (un rasgo beneficioso que es heredable y que aumenta la capacidad de un individuo de sobrevivir y reproducirse):
 - Presión selectiva o agente seleccionador (lo que provocó la selección de un pico sobre el otro):
 - Aptitud (mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse):