

Colección **PA SATExTOS**

Evolución en acción

Guía de actividades para introducirse a la genética de poblaciones

María Selene Babini, Julián Alonso Valetti
y Héctor Hugo Varela

UniRio
editora

ISBN 978-987-688-618-5

e-book

Babini, Selene

Evolución en acción / Selene Babini ; Julián Valetti ; Hugo Varela. - 1a ed. - Río Cuarto : UniRío Editora, 2025.
Libro digital, PDF - (Pasatextos)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-688-618-5

1. Genética de Población . 2. Biología Evolutiva. I. Valetti, Julián II. Varela, Hugo III. Título
CDD 577.88

2025 © UniRío editora. Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 km 601 – (X5804) Río Cuarto – Argentina
Tel.: 54 (358) 467 6309 . editorial@ac.unrc.edu.ar . www.unirioeditora.com.ar

Primera Edición: agosto de 2025

ISBN 978-987-688-618-5



Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina.
http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/deed.es_AR



Uni. Tres primeras letras de “Universidad”. Uso popular muy nuestro; la Uni. Universidad del latín “universitas” (personas dedicadas al ocio del saber), se contextualiza para nosotros en nuestro anclaje territorial y en la concepción de conocimientos y saberes construidos y compartidos socialmente.

El río. Celeste y Naranja. El agua y la arena de nuestro Río Cuarto en constante confluencia y devenir.

La gota. El acento y el impacto visual: agua en un movimiento de vuelo libre de un “nosotros”.
Conocimiento que circula y calma la sed.

Consejo Editorial

Facultad de Agronomía y Veterinaria
Prof. Alicia Carranza

Facultad de Ciencias Humanas
Prof. José Di Marco y Prof. Claudio Asaad

Facultad de Ciencias Económicas
Prof. Clara Sorondo

Facultad de Ingeniería
Prof. Marcelo Alcoba y Prof. Martín Broglia

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas
y Naturales
Prof. Laura Dalerba y Prof. Clarisa Bionda

Biblioteca Central Juan Filloy
Prof. Mónica Torreta

Secretaría Académica
Prof. Pablo Pizzi y Prof. Gabriel Carini

Equipo Editorial

Secretaria Académica: *Pablo Pizzi*
Director: *Gabriel Carini*
Equipo: *José Luis Ammann, Maximiliano Brito, Ana Carolina Savino, Lara Oviedo, Roberto Guardia, Marcela Rapetti y Daniel Ferniot*

ÍNDICE

Prólogo	5
Contenidos, organización y propósito	6
Recuperando Conocimientos	8
• Introducción	
• Actividad 1: Explorando la Biodiversidad	
○ Identificación de especies.	
○ Comparación entre especies.	
○ Reflexión sobre la diversidad.	
Comprendiendo la Genética de Poblaciones	10
Unidad 1. Variación Genética	10
Contenidos: Genotipo y fenotipo. Mecanismos de variación genética: recombinación y mutación.	
• Introducción: Contextualización y objetivos.	
• Refresca tus conocimientos: Preguntas y conceptos clave.	
• Genotipo y Fenotipo	10
○ Conceptos clave	
○ Actividad 2: Generando un Modelo Mental para Comprender Conceptos Teóricos	
○ Actividad 3: Descubriendo Relaciones Genotipo-Fenotipo con Simulaciones	
• Variación Genética	13
○ Conceptos clave	
○ Actividad 4: Variación Genética por Recombinación de Alelos	
○ Actividad 5: Variación Genética por Mutación	
Actividad Integradora: Síntesis de Variación Genética	15
○ Material necesario y preparación	
○ Desarrollo de la actividad	
○ Reflexión final	
Unidad 2. Selección Natural	17
Contenidos: Relación entre genes y ambiente. Adaptación de los organismos. Supervivencia diferencial y selección natural.	
• Introducción	
• Refresca tus conocimientos	
• Conceptos clave	
• Actividad 7: Simulando la Relación entre Genes y Medio Ambiente	
Unidad 3. Deriva Génica	20
Contenidos: Concepto de deriva génica. Frecuencia de alelos en una población. Impacto del tamaño poblacional en la deriva génica.	
• Introducción	
• Refresca tus conocimientos	
• Conceptos clave	

- **Actividad 8:** *Simulando la Deriva Génica*

Actividad Integradora: Síntesis de Selección Natural y Deriva Génica **26**

- Simulando la evolución
- Explicando la evolución
- Reflexión final

Aplicando la Genética de Poblaciones en Problemas Actuales **29**

- **Actividad Integradora Final**
 - Conservación de especies en peligro
 - Evolución de enfermedades y resistencia a antibióticos
 - Impacto del cambio climático en la biodiversidad y adaptación de poblaciones

Sitografía **31**

Bibliografía sugerida para consulta de docentes **31**

ANEXO **32**

Prólogo

La enseñanza de la evolución y la genética de poblaciones en el nivel secundario es esencial para la comprensión integral de los procesos biológicos que sostienen la diversidad de la vida. La selección natural y la deriva génica son fuerzas evolutivas fundamentales que pueden llevar a cambios significativos en la diversidad genética y la adaptación de las poblaciones a lo largo del tiempo. Comprender estos mecanismos permite obtener una visión más profunda de cómo surgen y se mantienen las características de las especies en respuesta a su entorno.

Sin embargo, en nuestro trabajo en la orientación "Genética de Poblaciones" dentro de las carreras de Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Río Cuarto, Córdoba, Argentina), hemos constatado que el conocimiento de estos temas entre los estudiantes del último año del nivel secundario es nulo, limitado, o erróneo. Este déficit se debe, en gran parte, a la falta de materiales didácticos accesibles y específicos que permitan a los docentes abordar estas temáticas de manera clara y efectiva en las aulas. Además, los materiales en línea disponibles suelen estar en otros idiomas, y en su mayoría, presentan una visión adaptacionista de la evolución y omiten el impacto de la deriva génica como fuerza evolutiva.

En el contexto actual, donde los avances científicos y tecnológicos transforman rápidamente nuestra comprensión del mundo natural, es crucial que los futuros ciudadanos desarrollen competencias científicas básicas. La alfabetización científica en estos temas no solo contribuye al conocimiento individual, sino también al compromiso colectivo con la conservación del medio ambiente y la biodiversidad.

Con el objetivo de responder a esta necesidad, en el marco de las pasantías educativas destinadas a estudiantes del último año del secundario coordinadas por el área de vinculación educativa de la FCEFQyN de la UNRC, desde el año 2022 hemos diseñado y desarrollado la pasantía "Reconociendo la Evolución: Biodiversidad y Extinción desde la Genética de Poblaciones". Esta iniciativa no pretende abordar todas las fuerzas evolutivas que actúan sobre las poblaciones, sino que es una guía de actividades prácticas para que los estudiantes de los últimos años del secundario, con cualquier orientación, con la guía de un docente, puedan desarrollar un conocimiento básico sobre la variación genética, la deriva génica y la selección natural en poblaciones naturales. Ha sido diseñada con un enfoque teórico-práctico que integra metodologías activas de aprendizaje, como salidas de campo, juegos didácticos y el uso de simuladores virtuales, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos fundamentales como material genético, selección natural, deriva génica y mecanismos evolutivos.

El uso de analogías y modelos didácticos es clave para la comprensión de estos conceptos. La actividad del carretel de hilo, por ejemplo, resulta fundamental para visualizar la estructura de los cromosomas y la herencia genética, permitiendo que los estudiantes comprendan cómo se organizan los genes en los cromosomas y cómo se transmiten de generación en generación. Por otro lado, los simuladores virtuales, como los disponibles en los sitios web PhET y WISE, son herramientas valiosas para representar procesos biológicos complejos de forma interactiva, facilitando la experimentación y la observación de patrones evolutivos a lo largo de generaciones. Además, la implementación de juegos con materiales concretos, como tapas y fichas, permite simular y comprender el impacto del azar en la evolución de las poblaciones. Esto es crucial para la comprensión de la deriva génica, ilustrando cómo los cambios aleatorios en la frecuencia de los alelos pueden influir en la diversidad genética sin la intervención de la selección natural.

Contenidos, organización y propósito

Las guías que conforman este material abordan los siguientes contenidos fundamentales:

- **Variación Genética:** Diferencias entre genotipo y fenotipo, mecanismos de recombinación genética y mutación.
- **Selección Natural:** Relación entre genes y ambiente, adaptación y supervivencia diferencial, simulaciones de presión selectiva.
- **Deriva Génica:** Impacto del azar en la evolución, diferencias con la selección natural y simulaciones interactivas.

Hemos ordenado la guía en tres grandes bloques:

- **Recuperando Conocimientos**, cuyo propósito es recordar e identificar los conocimientos previos de los estudiantes
- **Comprendiendo la Genética de Poblaciones**, la cual está organizada en tres Unidades: Variación Genética, Selección Natural, Deriva Génica, y dos Actividades Integradoras.
- **Aplicando la Genética de Poblaciones en Problemas Actuales**, que tiene como objetivo entender problemáticas como la conservación de especies, la resistencia a antibióticos o el impacto del cambio climático, mediante conceptos de genética de poblaciones.

Mediante distintos íconos, hemos resaltando las secciones:



Introducción breve sobre los contenidos que se desarrollarán en la unidad.



Enlaces a videos que permitan refrescar los contenidos teóricos



Conceptos clave que son necesarios manejar para poder resolver las actividades



Actividades con sus materiales, pasos para llevarlas a cabo, y reflexiones finales para la puesta en común cuando se discutan los resultados obtenidos con todo el grupo de estudiantes



Aspectos importantes que deberían resaltarse y recordarse luego de finalizar la actividad.



Actividades Integradoras en donde se trabajan distintos conceptos que ya fueron trabajados de forma individual en actividades anteriores.

Dado el impacto positivo observado en los participantes de las pasantías para los cuales desarrollamos estos contenidos, y la escasez de materiales didácticos adecuados disponibles para docentes del nivel secundario, consideramos la importancia de estructurar estas actividades prácticas en una guía de actividades. Esperamos que la elaboración, publicación y difusión de esta guía:

- Proporcione un recurso adaptable a las necesidades del nivel secundario, con actividades específicas para trabajar los temas de evolución y genética de poblaciones.
- Fomente la colaboración entre niveles educativos, fortaleciendo los lazos entre la universidad y las escuelas secundarias.
- Contribuya al desarrollo de habilidades científicas y al pensamiento crítico entre los estudiantes.

Esta propuesta se alinea con el compromiso de nuestra universidad, con la vinculación, extensión y la divulgación científica, promoviendo una educación de calidad accesible para todos los niveles educativos.

Recuperando Conocimientos



La vida apareció en el océano hace aproximadamente **3.500 millones de años**. En sus inicios, la única forma de vida eran los organismos unicelulares. Desde entonces, los procesos evolutivos han dado lugar a la diversidad de seres vivos que habitan nuestro planeta en la actualidad.

Se estima que en la Tierra existen alrededor de **8,7 millones de especies**, incluyendo animales, plantas, hongos, protistas y bacterias. A esta increíble variedad de formas de vida la llamamos **biodiversidad**.

Para comenzar nuestro recorrido en esta guía, te invitamos a realizar una observación en el entorno de tu escuela o comunidad y reflexionar sobre la diversidad de especies que puedes encontrar.



Actividad 1. Explorando la Biodiversidad

En grupos o de manera individual, recorre un espacio cercano (el patio de la escuela, una plaza, un jardín o un parque cercano) y responde las siguientes preguntas:

1. Identificación de especies

- ¿Puedes reconocer distintas especies de aves, insectos o plantas? ¿Cuáles?
- ¿Qué otras especies de seres vivos puedes identificar en el entorno?

2. Comparación entre especies

- ¿Qué características tienen en común las especies que observaste?
- ¿En qué se diferencian entre sí?
- ¿Qué especies pertenecen a mismos Reinos?

3. Reflexión sobre la diversidad

- ¿Conoces alguna explicación para el origen de tantas especies distintas en nuestro planeta?
- Elige una especie y observa distintos organismos dentro de ella. ¿Todos son iguales? ¿Qué diferencias puedes notar? ¿A qué crees que se deben estas diferencias?

Cierre de la actividad:

Comparte tus observaciones con tus compañeros y discutan posibles explicaciones sobre el origen y la diversidad de las especies. Esta actividad servirá como punto de partida para profundizar en los procesos evolutivos que explican la biodiversidad del planeta.

Comprendiendo la Genética de Poblaciones

UNIDAD 1. VARIACIÓN GENÉTICA

Contenidos:

- Genotipo y Fenotipo
- Variación genética: Recombinación Genética y Mutación



La variación genética es la base de la diversidad biológica. Comprender los conceptos de genotipo y fenotipo, así como los procesos de recombinación genética y mutación, es esencial para analizar los mecanismos que permiten la evolución de las especies.

Las actividades que te proponemos te permitirán mediante simuladores y modelos, explorar cómo se generan y se manifiestan las variaciones genéticas.



Antes de comenzar con estas actividades, te recomendamos repasar algunos conceptos básicos sobre el ADN, como su estructura, genoma, replicación y mutación, con el video “El ADN, explicación fácil” disponible en el canal de YouTube **Ticmas Educación**.



GENOTIPO Y FENOTIPO



- ⊙ Los rasgos que heredas de tus padres están determinados por segmentos de ADN llamados **genes**.
- ⊙ Los genes tienen diferentes versiones, denominadas **alelos**.
- ⊙ Cada individuo hereda un par de cromosomas: uno de la madre y otro del padre. Esto significa que también heredas dos alelos por gen.
- ⊙ La combinación de alelos que posees constituye tu **genotipo**, y el rasgo observable que resulta de esa combinación es tu **fenotipo**.



Actividad 2. Generando un Modelo Mental para Comprender Conceptos Teóricos

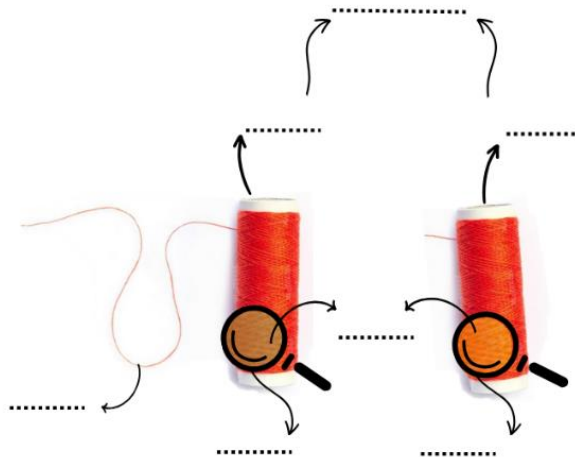
Un gen que determina el color de los ojos tiene dos fenotipos posibles: ojos oscuros u ojos claros. La combinación de alelos de este gen definirá tu color de ojos¹.

Material necesario y preparación:

- ✓ Dos carreteles de hilo por estudiante
- ✓ Etiquetas adhesivas
- ✓ Cada estudiante tomará dos carreteles de hilo que representarán un par de cromosomas.

Desarrollo de la actividad:

- a) Identifica en cada carretel las siguientes estructuras y conceptos, escribe sus nombres en etiquetas adhesivas y pégalas en los lugares correspondientes:
 - **Cromosoma 15 heredado de la madre**
 - **Cromosoma 15 heredado del padre**
 - **Par cromosómico 15**
 - **ADN**
 - **Gen que codifica para color de ojos**
 - **Alelo B1** (codifica para color de ojos oscuros)
 - **Alelo B2** (codifica para color de ojos claros)
- b) Discute en grupo lo que representa cada etiqueta y su relación con el genotipo y fenotipo, y completa el siguiente esquema del modelo de los carreteles de hilo.



¹ *Nota del autor:* En realidad, el color de ojos está determinado por varios genes que interactúan entre sí y generan una amplia variedad de tonalidades. En estas actividades usamos un modelo simplificado que considera un solo gen con dos alelos posibles, para facilitar la comprensión de los conceptos de genotipo, fenotipo, alelos dominantes y recesivos.



Actividad 3. Descubriendo Relaciones Genotipo-Fenotipo con Simulaciones

- a) Accede a las simulaciones de **WISE: web-based inquiry science environment**, disponibles en el sitio wise.berkeley.edu, mediante los códigos QR:

Simulador de color de ojos

Simulador de oreja, hoyuelos y frente



- b) Descubre con las herramientas del simulador qué combinación de alelos (genotipo) da lugar a cada fenotipo.
- c) Completa la siguiente tabla según tus observaciones:

Fenotipo	Genotipos Posibles
Ojos claros	
Ojos oscuros	
Lóbulo de la oreja libre	
Lóbulo de la oreja adherido	
Con hoyuelos	
Sin hoyuelos	
Con pico de viuda	
Sin pico de viuda	

- d) ¿Qué alelos enmascaran los efectos de los otros alelos? Marca con rojo en los genotipos estos alelos **Dominantes**
- e) ¿Qué alelos son enmascarados por los efectos de los otros alelos? Marca con azul en los genotipos estos alelos **Recesivos**
- f) Compara los resultados en grupo y analicen las relaciones entre genotipos y fenotipos.

IMPORTANTE

- ✓ Los alelos **dominantes** enmascaran los efectos de los alelos recesivos.
- ✓ Los alelos **recesivos** están enmascarados por los efectos de los alelos dominantes.
- ✓ Los genotipos **homocigóticos** contienen los mismos alelos para un rasgo
- ✓ Los genotipos **heterocigotos** contienen diferentes alelos para un rasgo

VARIACIÓN GENÉTICA



La variación genética es esencial para la evolución, ya que proporciona la materia prima para la evolución de las poblaciones. Existen dos fuentes principales de variación genética:

- ⊙ **Combinaciones de alelos heredados:** Cada descendiente recibe una mezcla única de alelos de sus padres, lo que da lugar a diferencias entre hermanos y a la diversidad dentro de una especie.
- ⊙ **Mutaciones:** Cambios aleatorios en el ADN que pueden introducir nuevos rasgos en una población. Estas mutaciones pueden ocurrir durante la replicación del ADN y generar variaciones ventajosas, desventajosas o neutras.



Actividad 3: Variación Genética por Recombinación de alelos

En la tabla que construiste en la actividad 2.c. esta la información para los caracteres: color de ojos (claro/oscuro), hoyuelos en mejillas (presencia/ausencia), forma del lóbulo de la oreja (libre/adherido) y pico de viuda en la frente (presencia/ausencia).

Si los progenitores son:

- **Madre:** ojos claros (B2B2), con hoyuelos (D1D2); lóbulo de la oreja libre (E1E2); con pico de viuda en la frente (P1P2)
- **Padre:** ojos oscuros (B1B2), con hoyuelos (D1D2); lóbulo de la oreja libre (E1E2); sin pico de viuda en la frente (P2P2)

Los genotipos de los hijos podrían ser:

- **Hijo A:** B1B2, D1D1, E1E1, P1P2
- **Hijo B:** B1B2, D1D2, E1E2, P1P2
- **Hijo C:** B2B2, D2D2, E1E2, P2P2
- **Hijo D:** B1B2, D1D2, E1E2, P1P2

Análisis y Reflexión:

- a) Dibuja un esquema del rostro de los hijos y observa las diferencias entre hermanos y con respecto a los padres
- b) ¿Por qué los hermanos tienen distinto genotipo y son distintos entre sí, aunque los progenitores sean los mismos?



Actividad 4: Variación genética por Mutación



Imagen elaborada con Ideogram AI

Albinismo: Una mutación en genes responsables de la producción de melanina, como TYR (Tirosinasa), puede causar la falta de pigmentación en la piel, ojos y pelo. Esta condición ocurre en diversas especies animales, como mamíferos, aves y reptiles, y está asociada con mayor sensibilidad al sol y riesgos de daño ocular y cáncer de piel. Existen registros de casos en que solo uno de dos hermanos gemelos presenta albinismo.

Tolerancia a la lactosa: En los humanos, una mutación en el gen LCT permite que algunas personas sigan produciendo lactasa (la enzima que digiere la lactosa) en la edad adulta, mientras que en la mayoría de los mamíferos este gen se apaga.



Imagen elaborada con Canva IA



Imagen tomada de Carlos C.M., blog *Palabras a flor de piel* (2013).

Coloración del pelaje: En algunas poblaciones de ratón ciervo (*Peromyscus maniculatus*), que habitan en dunas de arena del desierto en Estados Unidos, una mutación en el gen Mc1r genera individuos con un pelaje más claro, lo que los hace menos visibles a para sus depredadores.

Análisis y Reflexión:

- ¿Crees que las mutaciones son siempre buenas o malas? Explica tu razonamiento.
- Reflexiona sobre cómo estas variaciones han influido en la supervivencia de las especies."



Actividad Integradora: Síntesis de Variación Genética

Esta actividad grupal pone en práctica los conceptos clave de variación genética, combinaciones alélicas, determinación de fenotipos y probabilidades genéticas, utilizando cariotipos de conejos como modelo. El objetivo es que apliques los conocimientos adquiridos de manera interactiva y colaborativa.

Material necesario y preparación:

- ✓ En el Anexo 1 se encuentra todo el material necesario para la actividad: cariotipos de gametas y figuras de conejos (adultos y gazapos) con distinta coloración.

En los cariotipos se incluye la información sobre los **cromosomas sexuales**: X e Y, y sobre el alelo de **color de pelo**:

- **B (dominante)**: codifica para color negro.
 - **b (recesivo)**: codifica para color blanco.
- ✓ El docente proporcionará a cada grupo varias copias impresas de las figuras de gametas y conejos del Anexo 1.

Desarrollo de la actividad:

a) Armado de un cigoto:

- Cada grupo combinará diferentes gametas (óvulos y espermatozoides) para formar cigotos.
- Analicen el sexo (hembra o macho) y el color de pelo (negro o blanco) del conejo generado.

b) Recreación de una camada:

- Un grupo elegirá las gametas de los padres (genotipos) y las proporcionará al otro grupo.
- El grupo receptor combinará las gametas para predecir los posibles fenotipos (sexo y color) de la camada resultante.

c) Predicción inversa:

- Un grupo creará una camada de cuatro conejos (con las figuras de los gazapos).
 - El otro grupo deberá deducir los posibles fenotipos y genotipos de los padres, a partir de los fenotipos observados en los gazapos.
- c) **Explicación de un caso particular:**
- ¿Cómo explicarías que un padre con genotipo bB y una madre con genotipo BB tengan un hijo blanco (bb)?

Reflexión final:

- Expliquen en grupo por qué los conejos de una misma camada pueden diferir entre sí en color de pelo y sexo, incluso teniendo los mismos padres.
- Consideren el impacto de las combinaciones alélicas en la variación genética de las poblaciones.

UNIDAD 2. SELECCIÓN NATURAL

Contenidos:

- Relación entre genes y ambiente
- Adaptación de las poblaciones
- Supervivencia diferencial y selección natural



Hemos hablado sobre diferentes rasgos heredados. Ahora reflexionemos: ¿Algunos rasgos son más ventajosos que otros? En otras palabras, ¿es uno mejor para sobrevivir que el otro?

La respuesta a esta pregunta depende en gran medida del entorno en el que vive un organismo. Un mismo rasgo puede ser beneficioso en un ambiente, pero desventajoso en otro. En esta guía, exploraremos cómo la relación entre la genética y el ambiente influye en la adaptación de los organismos y en el proceso de selección natural.



Antes de comenzar con estas actividades, te recomendamos repasar el concepto de selección natural y adaptación en el siguiente video “¿Qué es la Selección Natural?” en el canal de YouTube **Tamandúa Estudio**.



- ⊙ Los organismos poseen rasgos heredados que pueden influir en su capacidad de sobrevivir y reproducirse (tasa reproductiva diferencial).
- ⊙ Los organismos tienen diferente éxito reproductivo.
- ⊙ La relación entre un rasgo y su éxito reproductivo depende del ambiente en el que se encuentra el organismo.
- ⊙ Los organismos con mayor éxito reproductivo tienen mayores posibilidades de sobrevivir y transmitir sus genes a la siguiente generación.



Actividad 7: Jugando con la Selección Natural

- a) Accede al simulador Selección Natural de **PhET: Interactive Simulations**, disponibles en el sitio <https://phet.colorado.edu/es>



Para explorar la relación entre la genética y el medio ambiente, este simulador te permitirá experimentar en un entorno muy simple que incluye:

- **Conejos:** puedes modificar la presencia de conejos con coloración blanco o marrón (al agregar mutación).
- **Ambiente:** puedes modificar la coloración del sustrato, según el entorno sea Ártico o Desierto.
- **Lobos:** puedes modificar la presencia de depredadores.

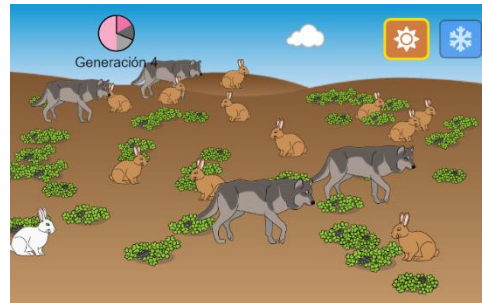


Imagen tomada del simulador Selección Natural

- b) Completa la siguiente tabla. Primero, en la columna de Predicción escribe lo que crees que sucederá en esas condiciones. Luego, activa el simulador y descubre cuál es el resultado al suceder varias generaciones sin variar las condiciones. Intenta explicar lo obtenido.

Condiciones	Predicción	Resultado	Explicación
Conejos blancos - Comida			
Conejos blancos - Comida - Lobos			
Conejos blancos y marrones - Comida - Sustrato oscuro			
Conejos blancos y marrones - Comida - Sustrato blanco			
Conejos blancos y marrones - Comida - Sustrato oscuro - Lobos			
Conejos blancos y marrones - Comida - Sustrato blanco - Lobos			

Análisis y Reflexión:

- ¿Cuál fue el impacto del color del pelaje en la supervivencia de los conejos?
- ¿En qué situaciones un rasgo puede ser ventajoso o desventajoso?
- ¿Qué rol cumplen los depredadores en la selección natural?

IMPORTANTE

- ✓ La relación entre los genes y el ambiente determina la supervivencia y reproducción de los individuos.
- ✓ La selección natural favorece a los organismos que tienen mayor éxito reproductivo en ese ambiente particular.
- ✓ Los cambios en el ambiente pueden alterar las presiones selectivas y modificar las frecuencias de ciertos rasgos en una población con el paso del tiempo.

UNIDAD 3: DERIVA GÉNICA

Contenidos:

- Concepto de deriva génica
- Frecuencia de alelos en una población
- Impacto del tamaño poblacional en la deriva génica



Hemos analizado el impacto de la selección natural en la distribución de características dentro de una población. Sin embargo, no todos los cambios en la proporción de los alelos ocurren por selección natural. La deriva génica es un mecanismo evolutivo que implica cambios aleatorios en la frecuencia de los alelos dentro de una población de una generación a otra, especialmente en poblaciones pequeñas. Estos cambios pueden hacer que algunos alelos se vuelvan más comunes o desaparezcan sin estar relacionados con la supervivencia.

Para comprender mejor este concepto, recordemos que un alelo es una versión posible de un gen. Como cada individuo tiene dos alelos por gen (uno heredado de cada progenitor), en una población de 50 individuos habrá 100 alelos en total para ese gen. **La frecuencia alélica indica cuántas veces aparece un determinado alelo en relación con el total de alelos presentes en la población.** Por ejemplo, si de esos 100 alelos, 40 son del tipo A, la frecuencia del alelo A será 40 dividido 100, es decir, 0,4.



Antes de iniciar las actividades, repasa el concepto de deriva génica viendo el siguiente video: "Deriva Génica" en el canal de YouTube **Amoeba Sisters en español**.





- ⊙ La deriva génica es un cambio aleatorio en las frecuencias alélicas de una población de una generación a otra.
- ⊙ Este fenómeno es más pronunciado en poblaciones pequeñas, donde las fluctuaciones aleatorias tienen un mayor impacto.
- ⊙ A diferencia de la selección natural, la deriva génica no necesariamente favorece alelos que aumentan la aptitud; los cambios son aleatorios.

Actividad 8: Jugando con la Deriva Génica.

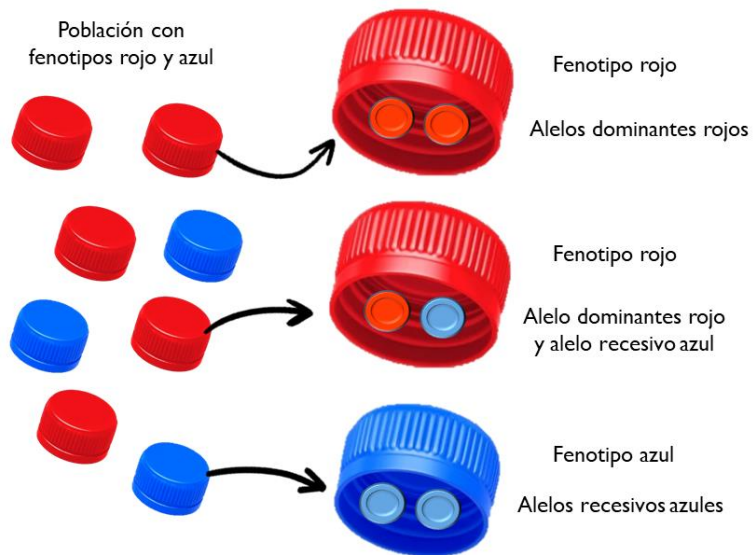
Material necesario:

- ✓ **Fichas** de dos colores: representan dos variantes de un gen en la población (dos alelos).
- ✓ **Tapas** de dos colores, de un tamaño que permita guardar en su interior dos fichas: representan los fenotipos.
- ✓ **Venda** para los ojos: representa la aleatoriedad de la muestra.



Ejemplo: las tapas de colores rojos y azul representan una población con dos fenotipos. Si se considera que la ficha roja representa un alelo dominante, y la ficha azul un alelo recesivo, la combinación de fichas dentro de tapas, sería:

ficha roja+roja en tapa roja;
ficha roja+azul en tapa roja;
ficha azul+azul en tapa azul



Preparación:

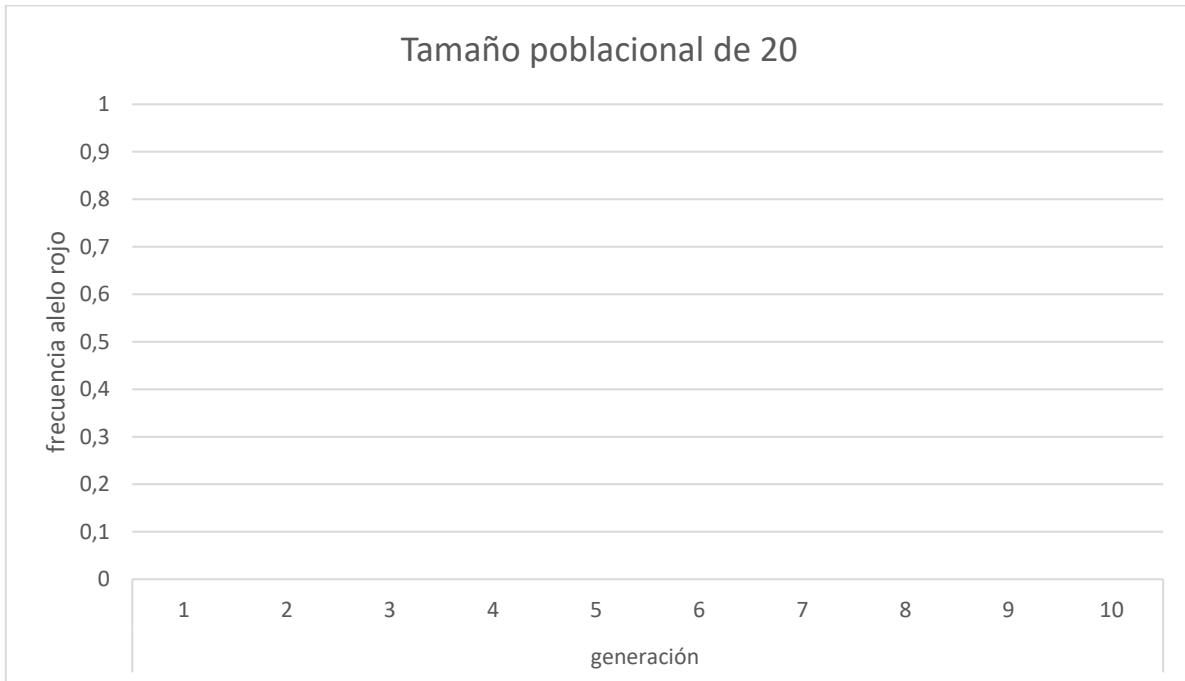
- ✓ Realiza combinaciones en pares de 20 fichas rojas y 20 fichas azules, y cúbrelas con la tapa del color que corresponda (teniendo en cuenta si el par de cada ficha está formado por una ficha que representa un alelo dominante o no). En total debería quedar formada una población representada por 20 tapas (individuos) de colores rojo y azul, y 40 fichas (alelos) en total.

Desarrollo de la actividad:

1. Mezcla las tapas en la mesa.
2. Un compañero con los ojos vendados deberá extraer 10 tapas. Esto representa a los individuos que, debido al azar, mueren sin dejar descendencia. Las tapas que quedaron en la mesa representan los individuos que sí tienen descendencia en la siguiente generación.
3. Agrega una ficha igual por cada ficha que haya quedado en la mesa. Esto permite mantener estable el tamaño de la población y la representatividad de la frecuencia alélica tras el muestreo aleatorio.
4. Cuenta las fichas rojas y azules que quedaron en la mesa. Esto representa la cantidad de alelos que hay en la segunda generación.
5. Completa la tabla con la cantidad (abundancia y frecuencia) de fichas rojas y azules en la generación 2.
6. Organiza nuevamente las fichas en pares y cúbrelas con la tapa correspondiente.
7. Repite el proceso durante 10 generaciones y registra los resultados en la tabla.
8. Compara los resultados con otro grupo de compañeros.

Generación	Grupo 1				Grupo 2			
	Abundancia		Frecuencia		Abundancia		Frecuencia	
	R	A	R	A	R	A	R	A
1	20	20	0,5	0,5	20	20	0,5	0,5
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

9. Completa la siguiente grafica con los resultados obtenidos por los dos grupos de compañeros:



Análisis y Reflexión:

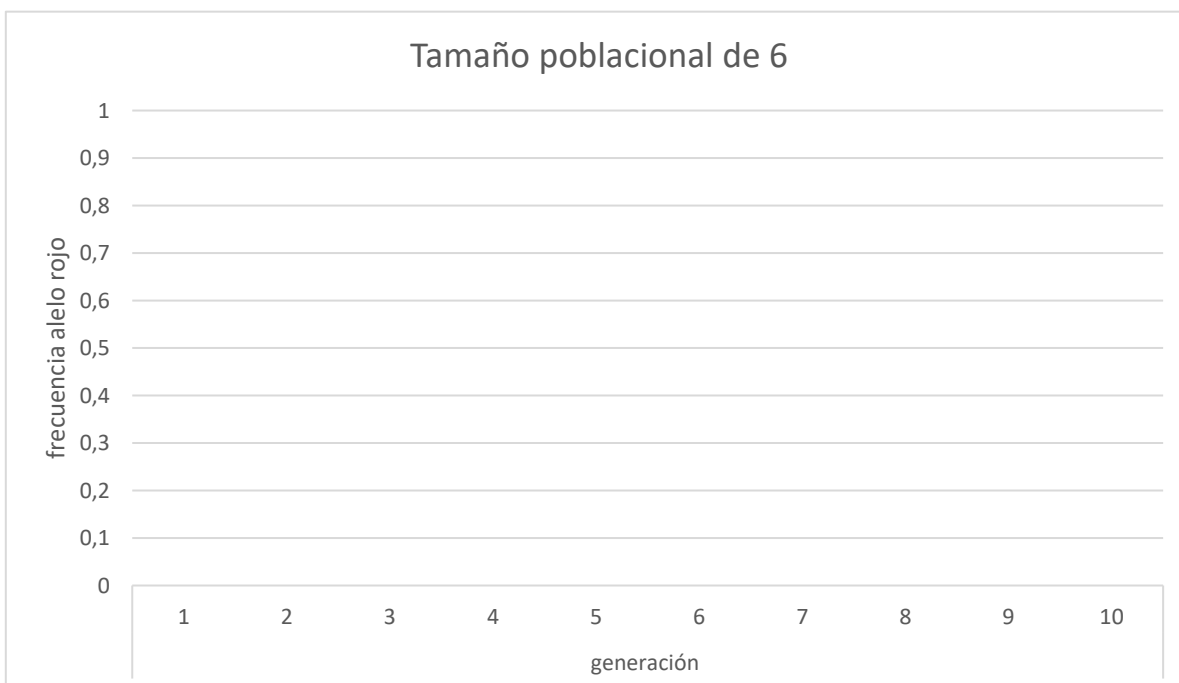
- ¿Han obtenido lo mismo los dos grupos de compañeros?
- ¿Cómo explicas que, si la población inicial era la misma, la población luego de las 10 generaciones pueda ser diferente?
- En un proceso de muestreo aleatorio como es la deriva génica, ¿podrías predecir qué frecuencia tendrá el alelo rojo luego de 10 generaciones?

Ahora, imagina que simulamos selección natural:

- ¿Qué ocurriría si las tapas azules representaran fenotipos con menor éxito reproductivo en ese ambiente que las tapas rojas (por ejemplo, por ser más susceptibles a la depredación) y en vez de elegir al azar, siempre se eliminaran las tapas azules?
- ¿Los resultados entre los grupos serían semejantes?
- ¿Podrías predecir cuál sería el resultado?

10. Repite la actividad con una población de menor tamaño: 6 individuos (6 tapas), con una composición alélica de 12 alelos en total: 6 fichas rojas y 6 fichas azules. Por generación, se deberán extraer al azar 3 tapas. Recuerda mantener el tamaño de la población constante, reponiendo con las mismas fichas que queden en la mesa. Completa la tabla y la gráfica. Comparte lo obtenido con el otro grupo de compañeros.

Generación	Grupo 1				Grupo 2			
	Abundancia		Frecuencia		Abundancia		Frecuencia	
	R	A	R	A	R	A	R	A
1	6	6	0,5	0,5	6	6	0,5	0,5
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

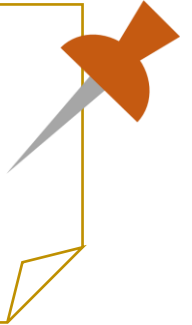


Análisis y Reflexión:

- ¿Cómo afecta el tamaño de la población (o muestra) a la velocidad de cambio en las frecuencias alélicas?
- ¿La deriva génica tiene un efecto más pronunciado en poblaciones grandes o pequeñas? ¿Por qué?

IMPORTANTE

- ✓ La deriva génica puede llevar a la fijación o pérdida de alelos en una población debido a eventos aleatorios.
- ✓ Las poblaciones pequeñas son más susceptibles a cambios significativos en las frecuencias alélicas debido a la deriva génica.





ACTIVIDAD INTEGRADORA: Síntesis de Selección Natural y Deriva Génica

Esta actividad tiene como objetivo que, mediante el análisis de los efectos de la selección natural y la deriva génica en una población de peces con variabilidad en la coloración, logres comprender cómo las fluctuaciones alélicas debido al azar, y determinados factores ambientales influyen en la evolución de la población.

Parte 1. Simulando la evolución

- Accede al simulador Ocean Bio - M1 - Fish Darkness de **WISE: web-based inquiry science environment**, disponibles en <https://wise.berkeley.edu/preview/unit/39391/node188>



Para explorar la relación entre la genética y el medio ambiente, este simulador te permitirá experimentar en un entorno muy simple que incluye:

- **Arena:** entorno en el que viven los peces. Puedes modificar en un gradiente de coloración de claro a oscuro.
- **Peces:** población con fenotipos claros y oscuros. Puedes modificar el tamaño poblacional.
- **Tiburones:** Representan depredadores que se alimentan de los peces. Puedes modificar su abundancia.

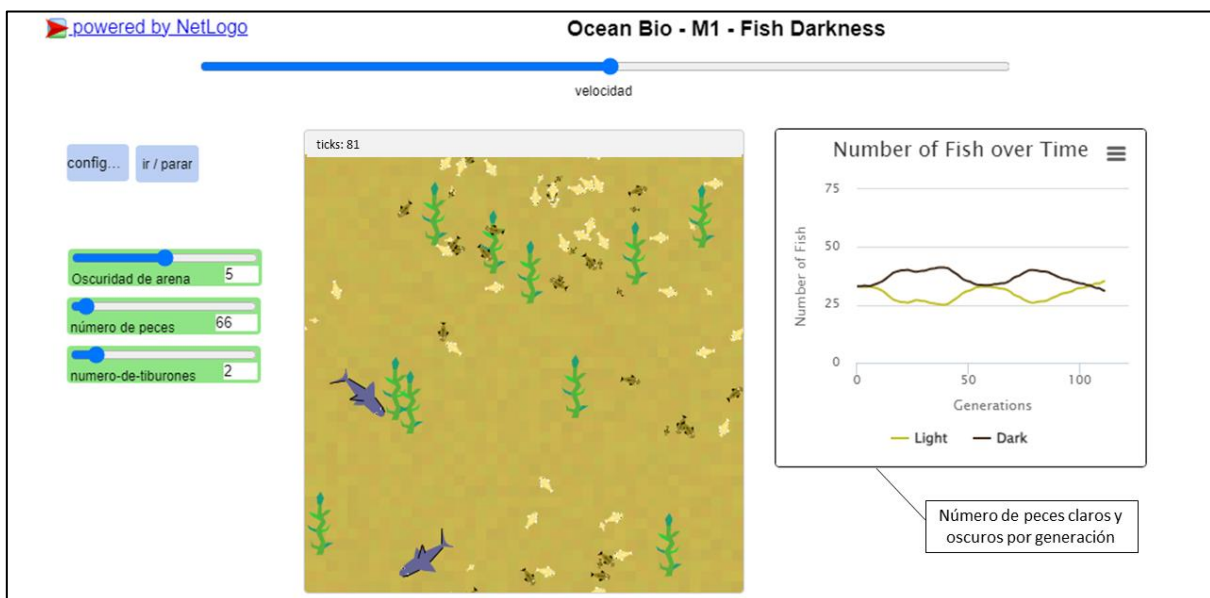


Imagen tomada del simulador Ocean Bio - M1 - Fish Darkness

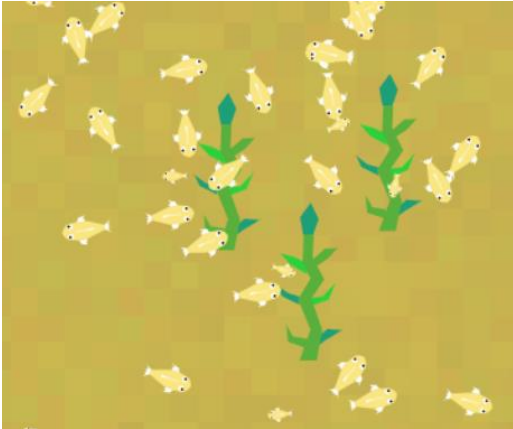
3. Completa la siguiente tabla. Primero, en la columna de Predicción escribe lo que crees que sucederá en esas condiciones. Luego, activa el simulador y descubre cuál es el resultado al suceder 100, 500 y 1000 generaciones manteniendo constantes las condiciones. Intenta explicar lo obtenido.

Condiciones del Ambiente	Generaciones	Predicción	Resultados	Explicación
60 peces, fondo claro, sin tiburones	100			
	500			
	1000			
200 peces, fondo claro, sin tiburones	100			
	500			
	1000			
60 peces, fondo claro, 20 tiburones	100			
	500			
	1000			
60 peces, fondo oscuro, 20 tiburones	100			
	500			
	1000			
100 peces, fondo oscuro, 3 tiburones	100			
	500			
	1000			

4. Analiza, reflexiona y discute:
- i. Compara y discute tus resultados con los de tus compañeros: ¿en qué condiciones las simulaciones dieron resultados semejantes y en cuáles fueron distintos? ¿A qué se deben estas diferencias?
 - ii. ¿En qué condiciones la selección natural actúa con mayor intensidad como fuerza evolutiva?
 - iii. ¿En qué condiciones la deriva génica tiene un impacto más significativo en la evolución de la población?

Parte 2. Explicando la evolución

A lo largo de muchas generaciones, una población de peces que tiene dos variantes para el carácter color: claro y oscuro, puede evolucionar hasta estar compuesta casi en su totalidad por peces de un solo color. Utilizando el simulador y los conocimientos adquiridos, justifica cómo podría haber evolucionado la población hacia un solo fenotipo:



a) **Una población compuesta solo por peces claros.** Explica cómo esto pudo ocurrir por selección natural o por deriva génica.



b) **Una población compuesta solo por peces oscuros.** Explica cómo esto pudo ocurrir por selección natural o por deriva génica.

Incluye capturas de pantalla de los gráficos del simulador que muestren la variación de la frecuencia de los fenotipos a lo largo del tiempo.

Reflexión Final

- Además de la selección natural, ¿qué otros factores pueden influir en la evolución de una población?
- ¿Cómo influyen el tamaño poblacional y el azar en la evolución de una especie?
- ¿Podrías relacionar esta actividad con otros ejemplos de selección natural y deriva génica en la naturaleza?

Aplicando la Genética de Poblaciones en Problemas Actuales



Actividad Integradora Final

Esta actividad tiene como objetivo aplicar los conceptos adquiridos y relacionarlos con problemáticas actuales como la conservación de especies, la evolución de enfermedades y el cambio climático.

Parte 1: Trabajo Grupal

Formen grupos y elijan **una** de las siguientes situaciones para analizar:

⊙ Conservación de especies en peligro

- Algunas especies con poblaciones pequeñas y aisladas, como las del yaguararé en el Norte de nuestro país, enfrentan una disminución de su variabilidad genética, lo que aumenta el riesgo de extinción.
- **Analicen:**
 - a) ¿Cómo afecta la deriva génica a estas poblaciones?
 - b) ¿Por qué la falta de variabilidad genética puede reducir su capacidad de adaptación?
 - c) ¿Cómo se podría mitigar este problema desde la biología de la conservación?

⊙ Evolución de enfermedades y resistencia a antibióticos

- Las bacterias pueden volverse resistentes a los antibióticos a través de la selección natural.
- **Analicen:**
 - a) ¿Por qué hay bacterias resistentes a los antibióticos?
 - b) ¿Cómo el uso excesivo de antibióticos favorece la selección de bacterias resistentes?
 - c) ¿Cómo podríamos reducir la propagación de cepas resistentes?

⊙ Cambio climático y adaptación de las poblaciones

- El aumento de la temperatura global está alterando la distribución de especies y su capacidad de supervivencia.
- **Analicen:**
 - a) ¿Cómo puede la selección natural favorecer rasgos adaptativos en nuevas condiciones ambientales?

- b) ¿Por qué algunas poblaciones pequeñas pueden desaparecer debido a la deriva génica?
- c) ¿Qué estrategias podrían ayudar a la conservación de especies afectadas por el cambio climático?

Busquen y analicen información sobre estos casos. Citen la bibliografía consultada. Registren sus respuestas y justifiquen sus conclusiones con lo aprendido en la guía.

Parte 2: Puesta en Común y Discusión Grupal

- Cada grupo presentará su caso y las conclusiones a la clase.
- Escuchen las presentaciones de sus compañeros y reflexionen sobre las diferencias y similitudes entre los casos.
- **Preguntas para el debate:**
 - ¿Cómo la genética de poblaciones ayuda a comprender estos problemas?
 - ¿Qué acciones concretas podrían implementarse en cada caso?
 - ¿Qué otras situaciones podrían analizarse con la misma perspectiva?

Sitografía

Amoeba Sisters. (s.f.). *Deriva génica* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=a8ggEFva76o>

Carlos, C. M. (2013, 27 de enero). *Cómo los animales consiguieron sus colores*. Blog Palabras a flor de piel. <https://carloscm98.wordpress.com/2013/01/27/207-como-los-animales-consiguieron-sus-colores/>

PhET Interactive Simulations. (s.f.). *Selección natural* [Simulación interactiva]. University of Colorado Boulder. https://phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection_all.html?locale=es

Tamandúa Estudio. (s.f.). *¿Qué es la selección natural?* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=djLbjvY1QY>

University of California, Berkeley. (s.f.). *Web-based Inquiry Science Environment (WISE)* [Simuladores educativos]. <https://wise.berkeley.edu>

- Simulador de color de ojos:
<https://wise.berkeley.edu/preview/unit/23857/node145>
- Simulador de oreja, hoyuelos y frente:
<https://wise.berkeley.edu/preview/unit/23857/node147>
- Simulador Ocean Bio - M1 - Fish Darkness:
<https://wise.berkeley.edu/preview/unit/39391/node188>

Bibliografía sugerida para consulta de docentes

Bermúdez, G. M. A. (2015). Los orígenes de la Biología como ciencia: El impacto de las teorías de evolución y las problemáticas asociadas a su enseñanza y aprendizaje. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 66–90.

Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introducción a la genética cuantitativa* (469 pp.). Ed. Acribia.

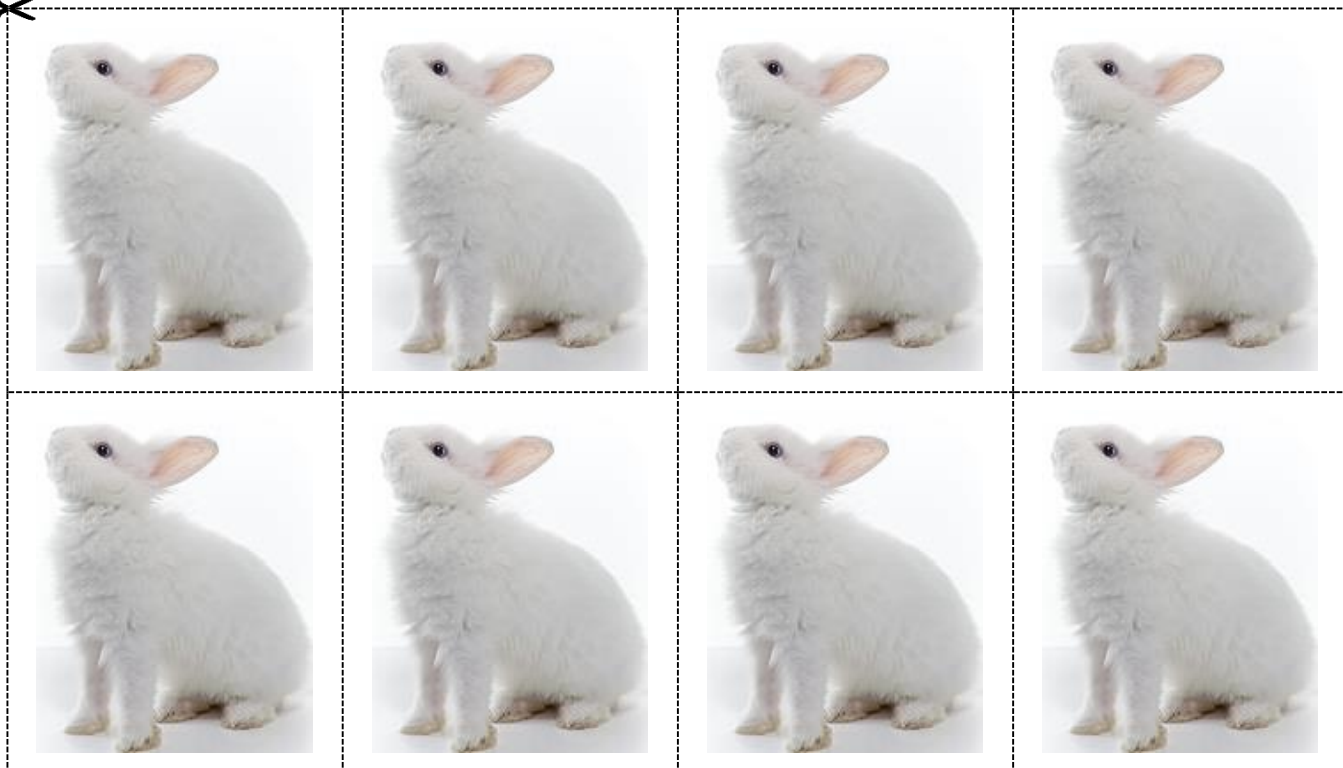
Fontdevila, A., & Moya, A. (2000). *Introducción a la genética de poblaciones* (349 pp.). Ed. Síntesis.

Galli, L. G., & Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(1), 101–122.

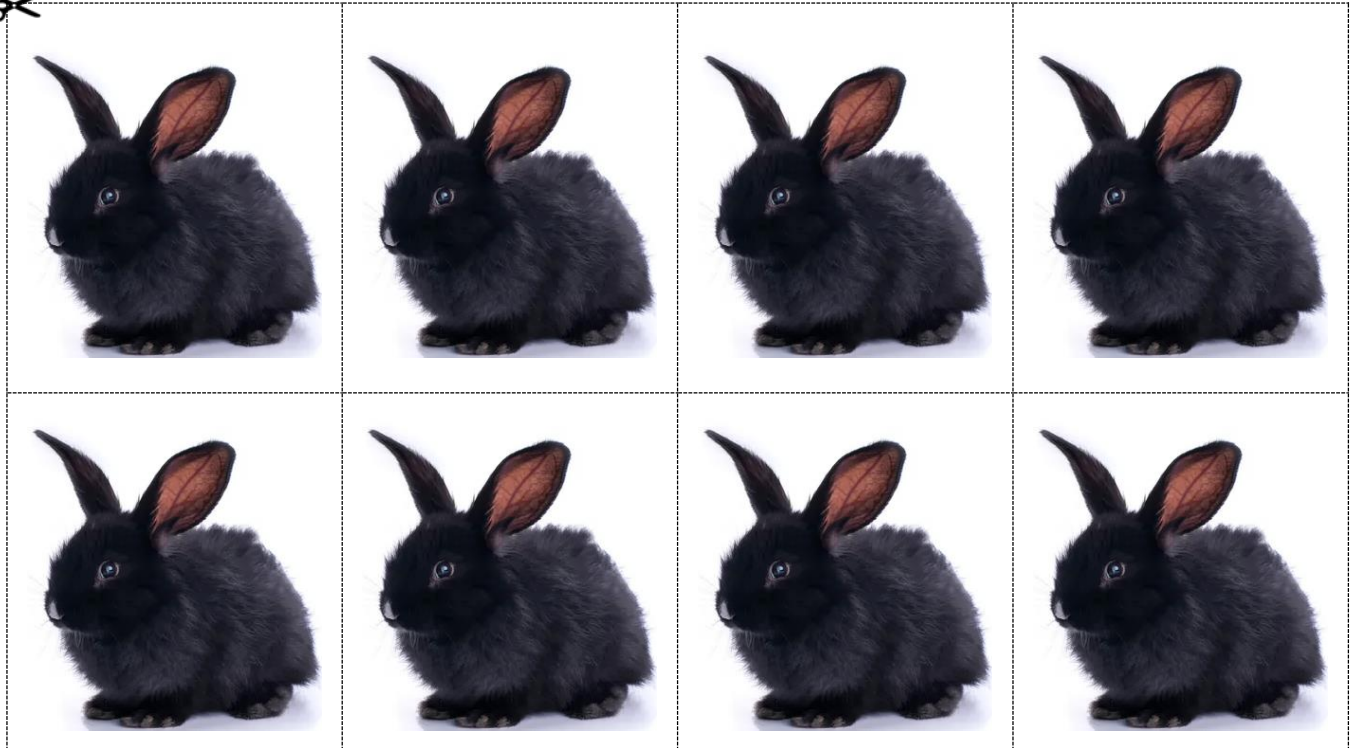
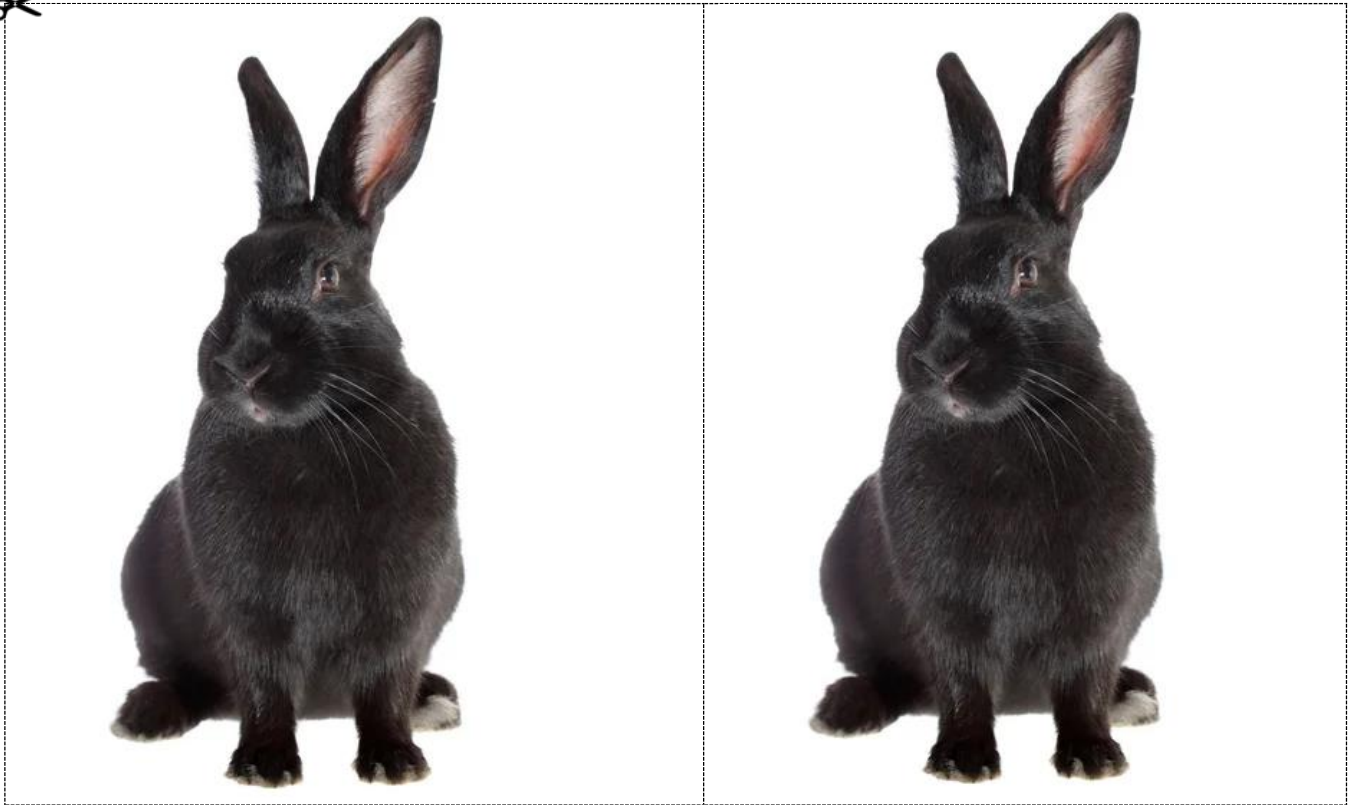
Hartl, D. L., & Clark, A. G. (2007). *Principles of population genetics* (4th ed., 652 pp.). Sinauer Associates.

ANEXO

Adultos y gazapos blancos

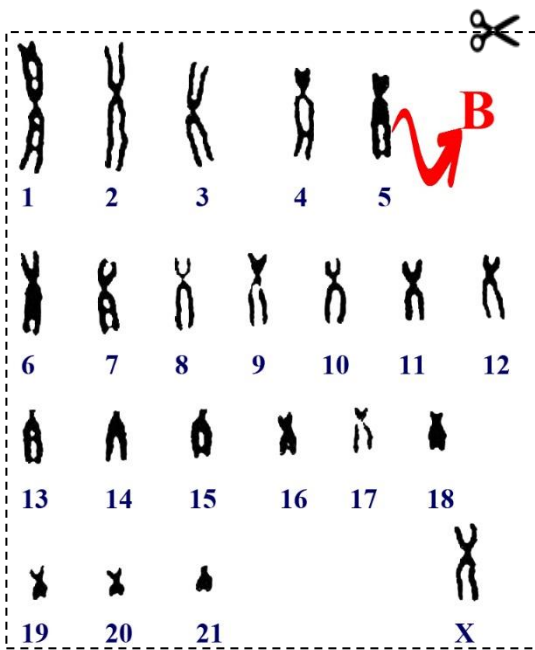


Adultos y gazapos negros

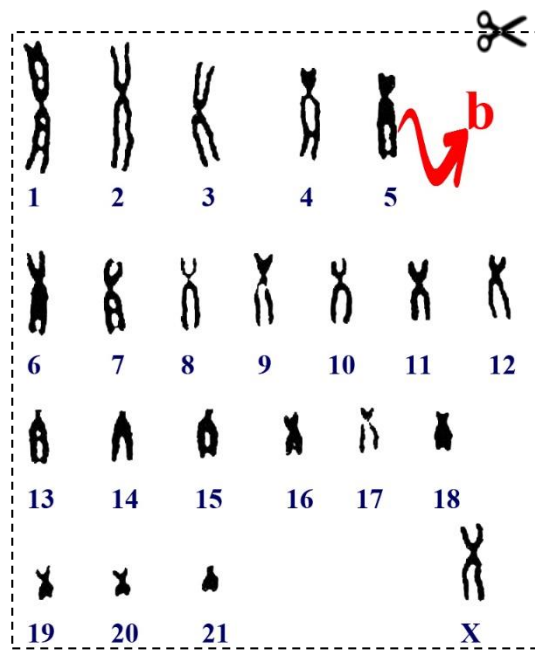


Cariotipos de gametas

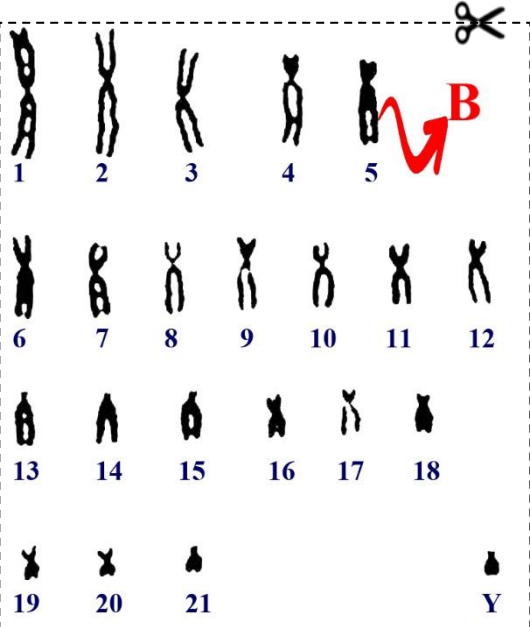
Alelo B; cromosoma X



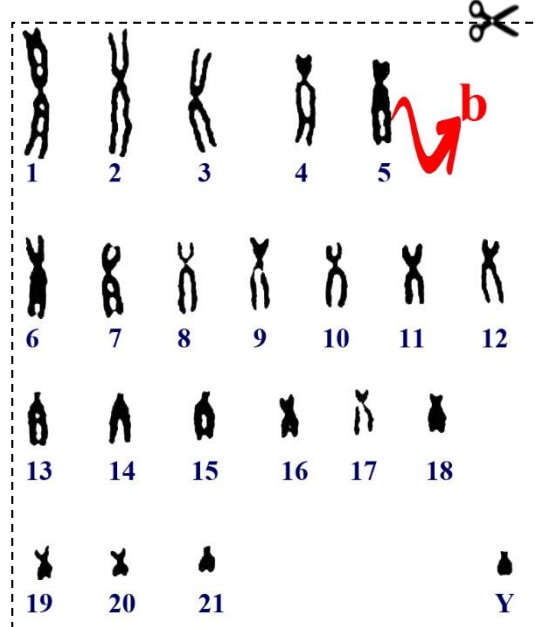
Alelo b; cromosoma X



Alelo B; cromosoma Y

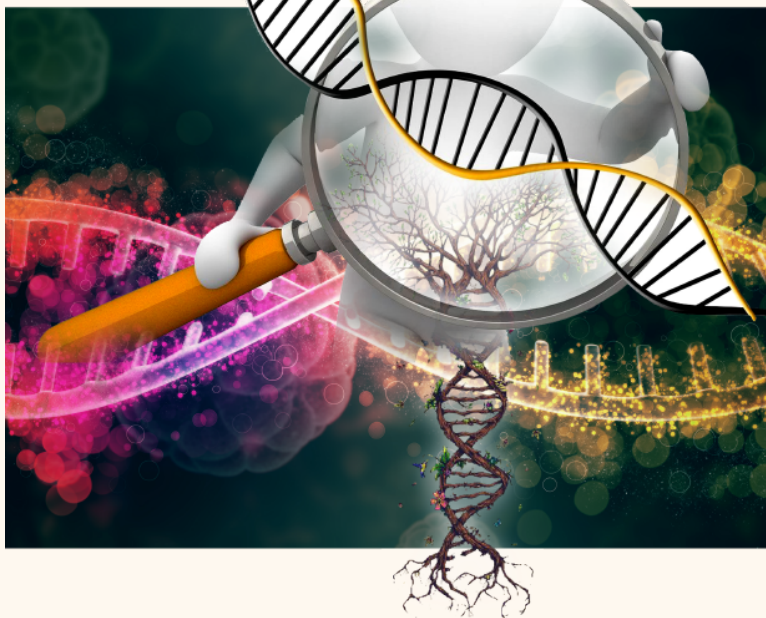


Alelo b; cromosoma Y



Nota para el docente:

Este anexo contiene todos los recursos necesarios para la **Actividad Integradora: Síntesis de Variación Genética**. Se recomienda hacer suficientes copias para que los estudiantes puedan manipular los materiales durante la simulación.



Evolución en acción

Guía de actividades para introducirse a la genética de poblaciones

María Selene Babini, Julián Alonso Valetti
y Héctor Hugo Varela

La enseñanza de la evolución y la genética de poblaciones en el nivel secundario presenta desafíos significativos, entre ellos, la escasez de materiales adecuados para su abordaje didáctico. Evolución en acción: Guía de actividades para introducirse a la genética de poblaciones constituye una propuesta innovadora desarrollada por integrantes de la Orientación Genética de Poblaciones de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto. La obra ofrece una secuencia de actividades diseñadas específicamente para el ámbito escolar, con un enfoque centrado en la experimentación, la simulación y el trabajo activo en el aula.

Organizada en torno a los conceptos de variación genética, selección natural y deriva génica, la guía incorpora herramientas lúdicas y modelos didácticos que permiten visualizar los procesos evolutivos y vincularlos con problemáticas actuales como la conservación de especies o la evolución de enfermedades. De este modo, se constituye en un recurso accesible tanto para docentes como para estudiantes, y promueve una comprensión integral de los mecanismos evolutivos, alejándose de enfoques reduccionistas.



9 789876 886185