

# Tema 13

# Genética de poblaciones



Mutaciones y evolución

## ÍNDICE de CONTENIDOS

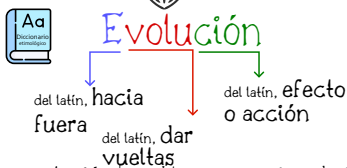
1. Las mutaciones
2. Cáncer y mutaciones
3. Evolución
4. Parentesco evolutivo y árboles filogenéticos
5. Las pruebas de la evolución
6. Teorías evolutivas
7. Especiación

## CRITERIOS de EVALUACIÓN

- B.3.11. Diferenciar distintas evidencias del proceso evolutivo.
- B.3.12. Reconocer, diferenciar y distinguir los principios de la teoría darwinista y neodarwinista.
- B.3.13. Relacionar genotipo y frecuencias génicas con la genética de poblaciones y su influencia en la evolución.
- B.3.15. Analizar los factores que incrementan la biodiversidad y su influencia en el proceso de especiación.

### Evolución

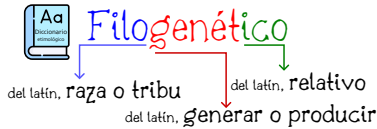
"Cambios en el fenotipo y genotipo de las poblaciones a lo largo del tiempo"



La evolución [vocablo ex, que quiere decir 'hacia fuera', con la conjugación del verbo volver, que quiere decir 'dar vueltas' y el sufijo -ito, que significa acción y efecto] es el proceso de cambio de formas simples a formas complejas

### Árbol filogenético

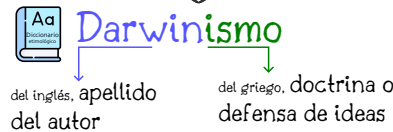
"Representación gráfica del parentesco evolutivo de las especies"



Filogenético [componentes léxicos son filo= 'raza o tribu', gen= producir o generar y -tico= relativo a] relativo al estudio del origen y desarrollo de los grupos taxonómicos

### Darwinismo

"Teoría evolutiva gradual y lenta debida a la selección natural"



El darwinismo [Darwin = apellido del autor, -ismo = doctrina] es el conjunto de ideas que establecen que los individuos cambian por selección natural

### Selección natural

"Mecanismo evolutivo llevado a cabo por la naturaleza, que beneficia a los mejores adaptados"



La selección [del latín selectio, formado del prefijo separativo \*se- (separar), lectus (escogido) y el sufijo -tio (-ción = acción y efecto)]. Se refiere a la acción y efecto (-ción) de separar (se-) lo elegido (lectus).

## 0. Introducción 🐾

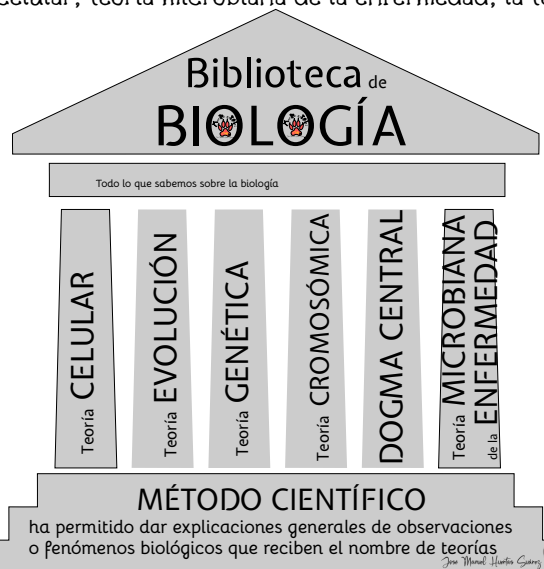
La biología está constituida sobre el conjunto de grandes ideas: teoría celular, teoría microbiana de la enfermedad, la teoría cromosómica y la teoría de la evolución.

- la teoría celular que concibe a la célula como la unidad viva autónoma más pequeña de la que están hechos todos los organismos y responde a la pregunta ¿de qué están hechos los organismos? Todos los organismos vivos tiene como unidad fundamental la célula
- la teoría cromosómica que pone de manifiesto que los genes se encuentra en los cromosomas y responde a la pregunta ¿por qué los descendientes se parecen a sus progenitores? Porque los progenitores tienen información genética de sus padres y la expresan
- la teoría microbiana de la enfermedad establece que los enfermedades infecciosas son provocadas por microorganismos específicos y responde a la pregunta ¿una amplia grupo de enfermedades son causas por microorganismos? Sí, la mayoría de las enfermedades son causadas por microorganismo
- la teoría de la evolución que tiene como objetivo aclarar ¿por qué las especies cambian con el tiempo y contesta a la pregunta ¿de dónde vinieron las especies? La respuesta la encontrarás dentro de este tema

email: [maestrodnaturales@gmail](mailto:maestrodnaturales@gmail)

José Manuel Huertas Suárez

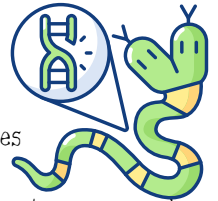
web: [maestrodnaturales.webador.es](http://maestrodnaturales.webador.es)



Todo lo que sabemos de la biología se recoge en seis teorías (explicación general de una observación o fenómeno) que reciben el nombre pilares fundamentales de la biología

# 1. La mutaciones 🐾

Las **mutaciones** son cambios azarosos y permanentes en la secuencia de ADN de un organismo, ya sea en una célula o en una población de células. ¿Cuáles son sus causas y efectos?



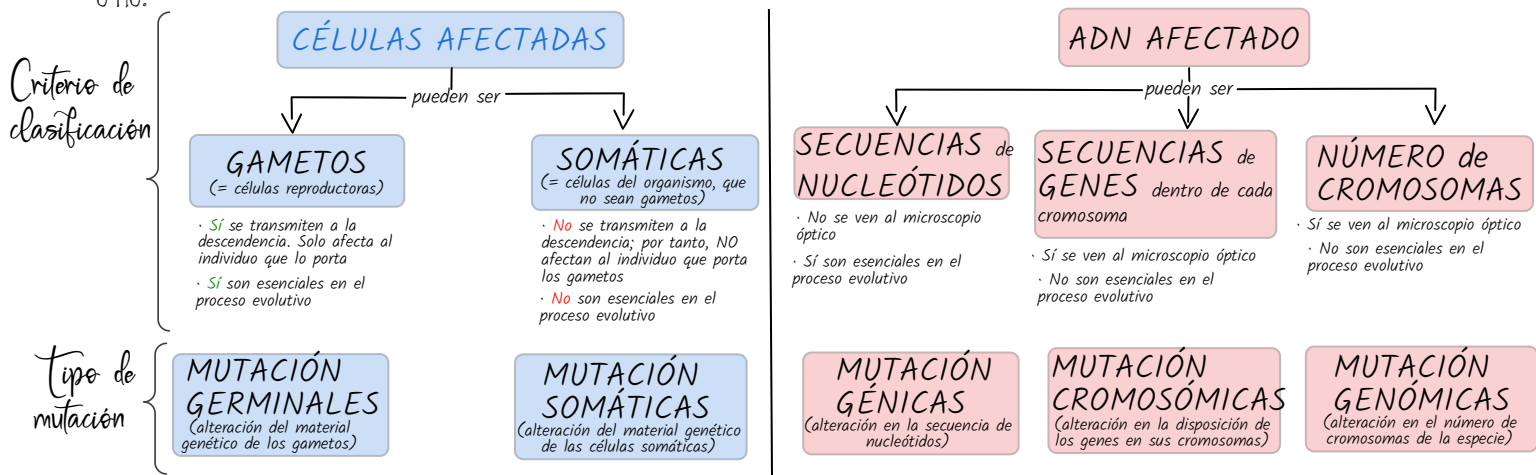
Las mutaciones pueden ser debidas a causas naturales o inducidas por las exposición a determinados agentes externos como la exposición a sustancias químicas, radiación, virus u otros agentes mutagénicos.

Las consecuencias de estas mutaciones pueden ser beneficiosas, neutras o perjudiciales. A corto plazo, las mutaciones pueden parecer perjudiciales, pero a largo plazo son esenciales para nuestra existencia. Sin mutación no habría cambio y sin cambio la vida no podría evolucionar. Las mutaciones son el origen de la diversidad genética y la evolución.

- 😊 ✓ Las **consecuencias beneficiosas** de las mutaciones es que sin mutación no habría cambio y sin cambio la vida no podría evolucionar. Las mutaciones son el origen de la diversidad genética y la evolución.
- 😐 ❓ Las **consecuencias neutras** es que los cambios no aportan beneficios ni perjuicios al individuo.
- 😞 ✗ Las **consecuencias perjudiciales** es que puede generar cánceres y disfunciones celulares, lo que puede ocasionar la muerte del organismo.

## 1.1 Clasificación de las mutaciones

Las mutaciones se pueden clasificar según distintos criterios de clasificación como el tipo de células que afecta, al nivel estructural del ADN que afecte (dicho de otra manera, a la extensión del ADN que resulta afectada), a sus causas, a sus efectos o sean heredables o no.



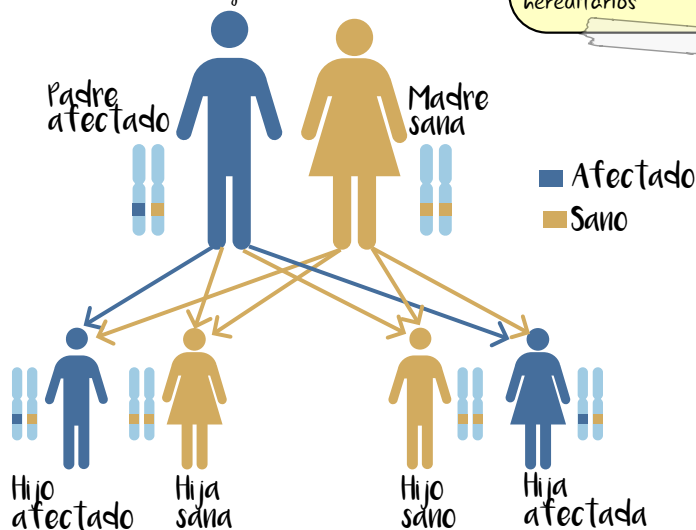
Las mutaciones pueden ocurrir en cualquier célula somática o reproductiva del organismo.

- Si ocurre en una células somáticas (no reproductiva), la mutación solo se transmitirá a las células hijas de esta célula y desaparecerá con la muerte de la célula o del organismo. Sin embargo estas células pueden producir tumores. Aunque no son esenciales en el proceso evolutivo.
- Si se produce en células reproductivas (en los gametos), la mutación se transmitirá de generación en generación con la reproducción; por tanto, son esenciales en el proceso evolutivo.

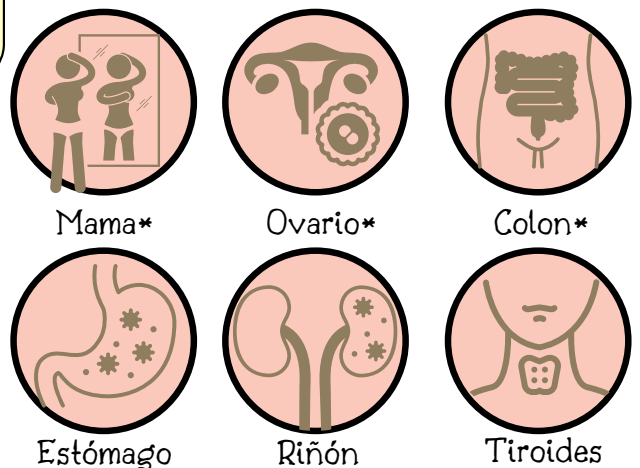
### ¿Qué es el cáncer hereditario?

Son tipos de tumores malignos que se ven asociadas a variantes o mutaciones genéticas heredadas.

Entre el 5 y 10 % de todos los tumores son hereditarios



### Los órganos más propensos son:



Algunas leucemias

\* Tipos de cáncer más frecuentes y más analizados.



## MUTACIONES GÉNICAS

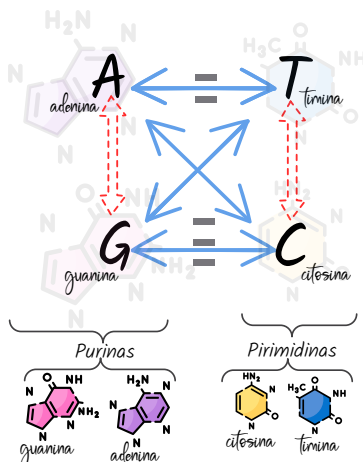
Las **mutaciones génicas** o **moleculares** afectan a uno o varios nucleótidos del ADN cuando se sustituyen unas bases por otras, se quitan o añaden nucleótidos.

### Mutaciones por sustitución de bases nitrogenadas

Las **mutaciones por sustitución** de bases nitrogenadas ocurre cuando cambiamos una base por otra. Hay dos tipos de sustituciones: transiciones y las transversiones.

Las **transversiones** cuando se sustituye una base púrica (dos anillos) por una base pirimidínica (un anillo) y viceversa. Se representa en forma de esque de esta manera:  $(A \leftrightarrow G \leftrightarrow T)$

Las **transiciones** cuando se sustituye una base púrica (dos anillos) por otra púrica (dos anillos) ( $A \leftrightarrow G$ ); o bien, una base pirimidínica (un anillo) por otra pirimidínica (un anillo) ( $C \leftrightarrow T$ ).

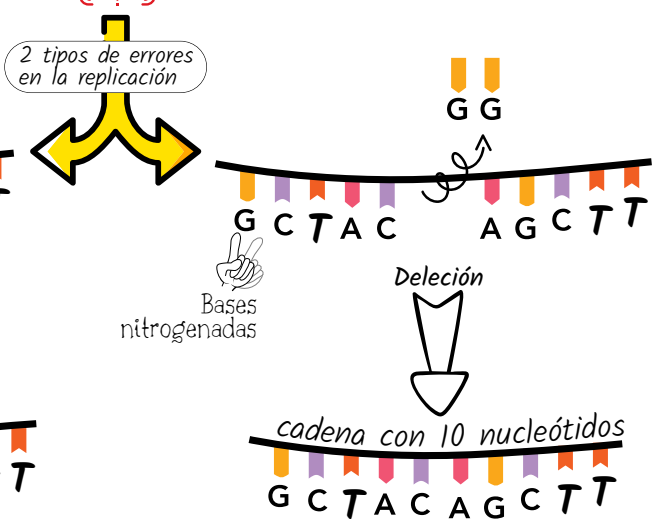
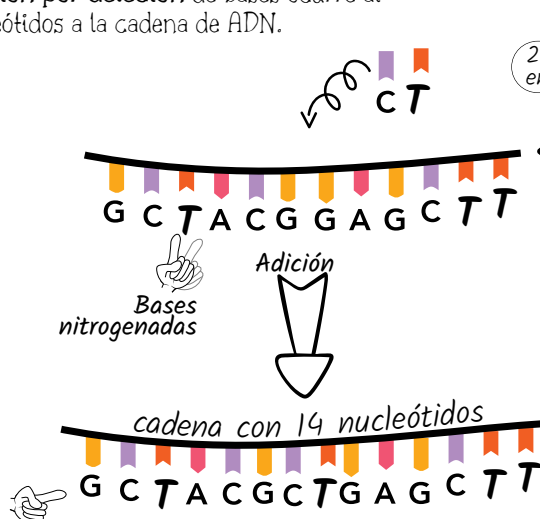


### Mutaciones por adición y por delección de bases nitrogenadas

Las **mutaciones por adición** o **delección** de bases nitrogenadas ocurre cuando añadimos o quitamos bases nitrogenadas. Esto altera la longitud de la cadena de ADN y, por tanto, altera a la secuencia de cadena de polipéptidos que se genere y a su estructura terciaria.

La **mutación por adición** de bases ocurre al agregar nucleótidos a la cadena de ADN.

La **mutación por delección** de bases ocurre al quitar nucleótidos a la cadena de ADN.



## MUTACIONES CROMOSÓMICAS

Las mutaciones cromosómicas afectan a la estructura de los cromosomas.

## Mutación cromosómica

### Mutaciones por deleción

Las mutaciones por deleción consiste en la pérdida de un fragmento de cromosoma y, por tanto, una pérdida de genes contenidos en ese segmento perdido.

### Mutaciones por duplicación

Las mutaciones por duplicación consiste en repetición de un fragmento de cromosoma y, por tanto, una repetición de genes contenidos en ese segmento repetido.

### Mutaciones por inversión

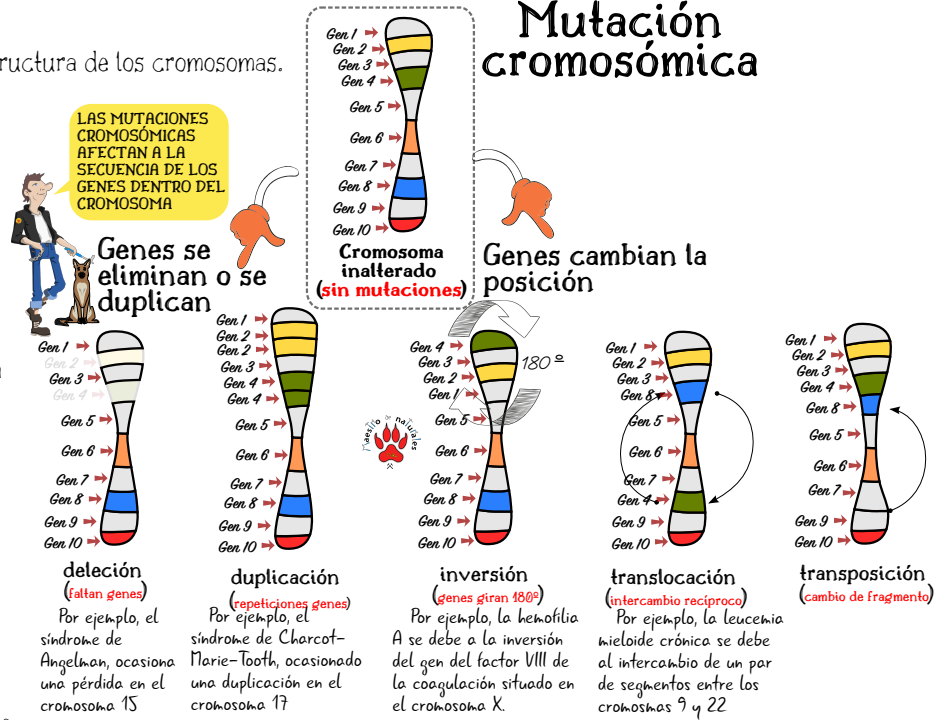
Las mutaciones por inversión afectan a la secuencia de genes dentro del cromosoma, la cual queda invertida con respecto a un cromosoma inalterado

### Mutaciones por translocación

Las mutaciones por translocación consiste en intercambiar fragmentos de cromosomas de manera recíproca.

### Mutaciones por transposición

Las mutaciones por transposición consiste en colocar un fragmento de cromosoma en otro sitio del cromosoma.



## MUTACIONES GENÓMICAS o CARIOTÍPICAS

Las mutaciones genómicas o cariotípicas afectan al número de los cromosomas propio de cada especie. Las causas se deben a la segregación anormal durante la meiosis. Las mutaciones genómicas se clasifican, según afecte o no al juego completo de cromosomas, en: euploidías y aneuploidías

Las **euploidías** son alteraciones en el número de juegos completos de cromosomas de un organismo. La euploidías se clasifican, según el número de juegos completos, en: monoploidías (= haploides) y ploidías.

Las **monoploidías** solo existe un juego de cromosomas en las células. Hay que diferenciar las monoploidías regulares de las monoploidías accidentales.

# Las **monoploidías accidentales** se debe a una mutación que afecta a las plantas y es muy rara.

# La **monoploidía regular** ocurre

- en la meiosis (cuando se generan los gametos, meiospora) y
- en la partogénesis sexual (cuando un óvulo sin fecundar genera un macho para formar a los zánganos).

Las **ploidías** se dan cuando hay más de dos juegos de cromosomas en las células. Si hay dos juegos se llama diploide (2n), si hay 3 juegos triploide (3n), hay cuatro juegos tetraploide (4n), etc.

Las **aneuploidías** son alteraciones parciales en los juegos de los cromosomas de un organismo. La aneuploidías se clasifican, según si faltan o hay cromosomas de más en algún juegos en particular, en: disomía, nulisomía, trisomía y tetrasomía

Disomía (n+1). Cariotipos haploides que tienen una pareja de cromosomas en un juego de cromosomas.

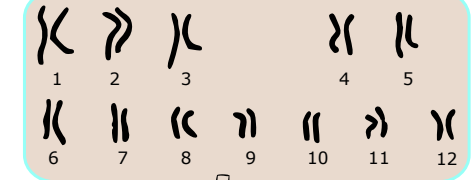
Nulisomía (2n-2). Cariotipos diploides que les falta una pareja de cromosomas en su juego de cromosomas.

Trisomía (2n+1). Cariotipos diploides que tienen un trío de cromosomas en su juego de cromosomas.

Tetrasomía (2n+2). Cariotipos diploides que tienen un cuarto de cromosomas en su juego de cromosomas.

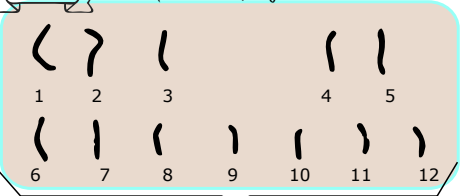
### CARIOTIPO NORMAL

2n=24 Ni falta ni sobra cromosomas



### CARIOTIPO MONOPOIDÍA ACCIDENTAL

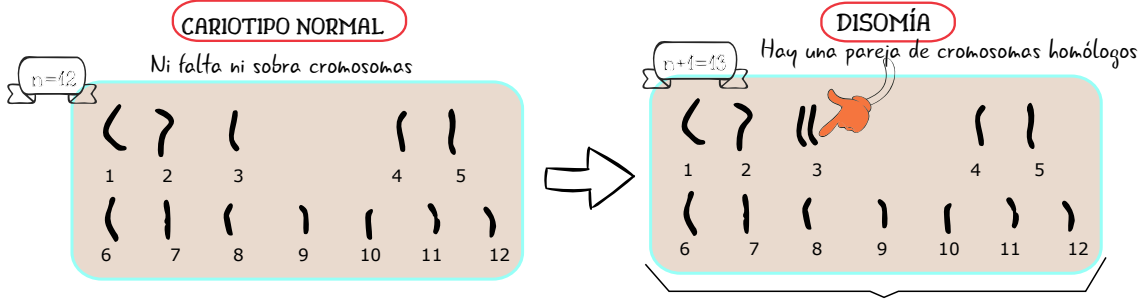
n=12 Solo hay un solo juego de cromosomas



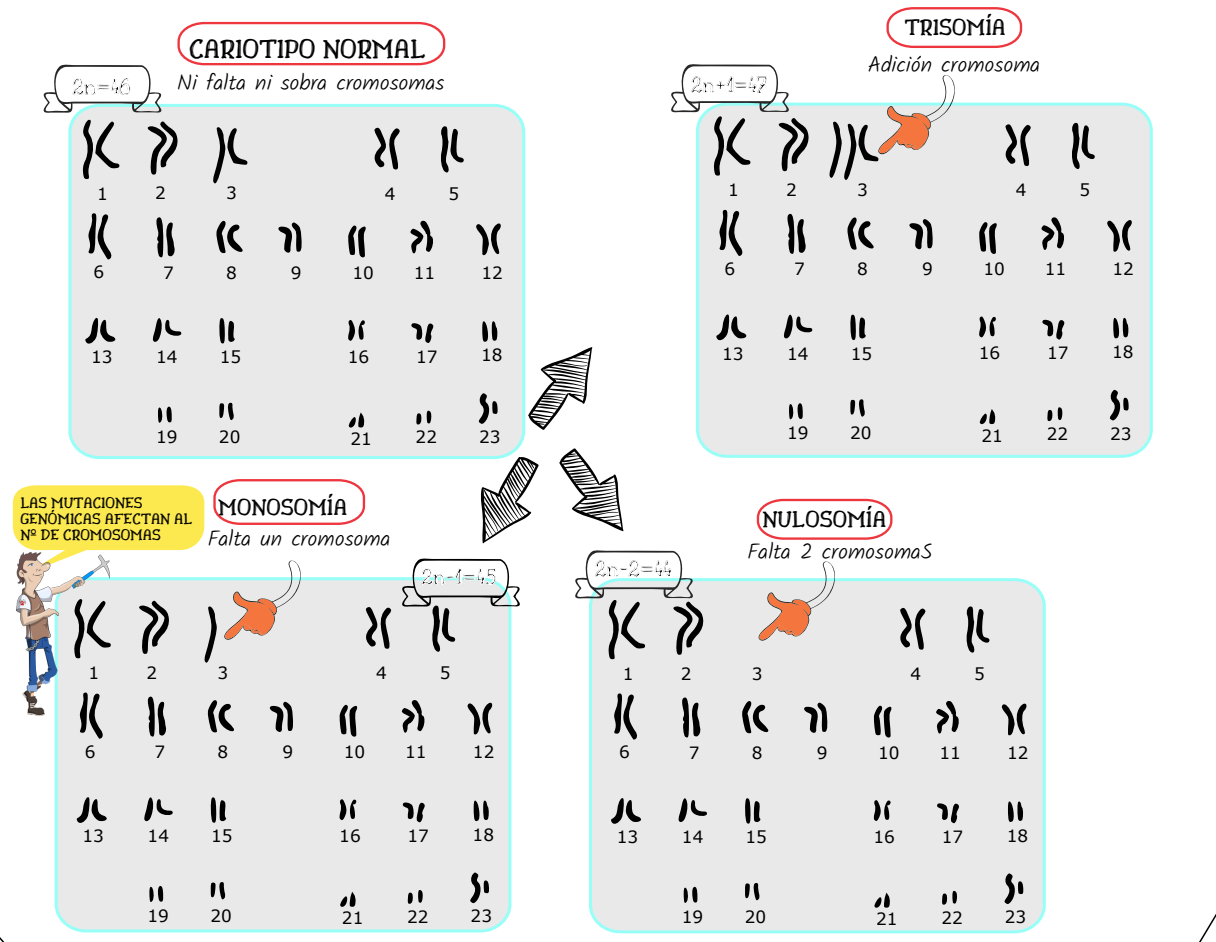
### EUPLOIDE



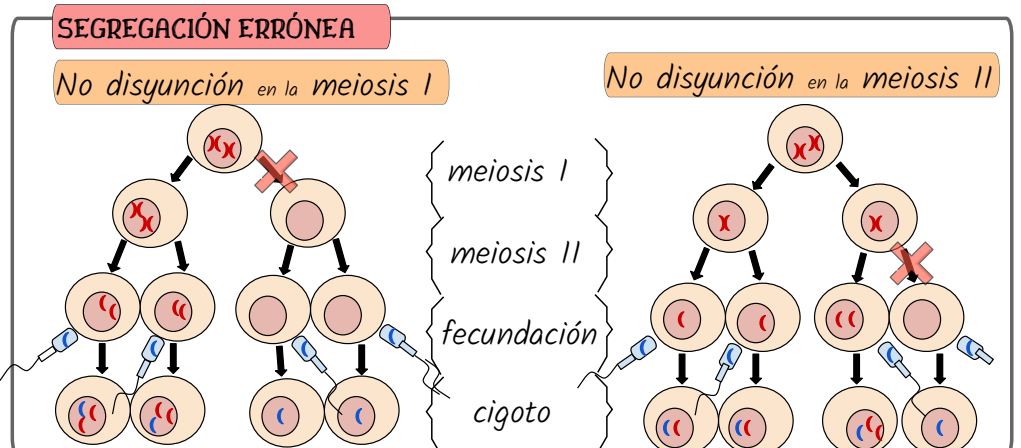
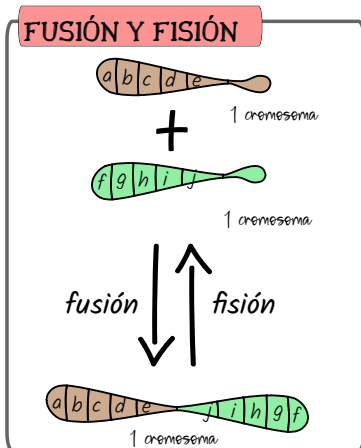
Ejemplo # 1. Organismo haploide, una bacteria



Ejemplo # 2. Organismo diploide, Homo sapiens



Las causas de las aneuploidías se explican según tres mecanismos: fusión céntrica, fisión céntrica y segregación errónea durante la meiosis



1 cromosoma + 1 cromosoma = 1 cromosoma  
 email: [maestrodennaturales@gmail.com](mailto:maestrodennaturales@gmail.com)

## 1.2 Causas de las mutaciones

Las mutaciones pueden ser debidas a **causas naturales** o **inducidas por las exposición a determinados agentes**. Gran parte de las mutaciones se producen de manera espontánea; es decir, por causas naturales debido a errores de lectura en la duplicación del ADN, cambios químicos espontáneos en los nucleótidos, secuencias transponibles y agentes mutágenos

### ERRORES DE LECTURA EN LA DUPLICACIÓN DEL ADN

Los emparejamientos erróneos durante la replicación del ADN se producen de forma aleatoria  $1/1.000.0000.000$ .

### SECUENCIAS TRANSPONIBLES O TRANSPOSONES

Son fracciones de ADN que cambian de lugar espontáneamente

### CAMBIOS QUÍMICOS ESPONTÁNEOS EN LOS NUCLEÓTIDOS

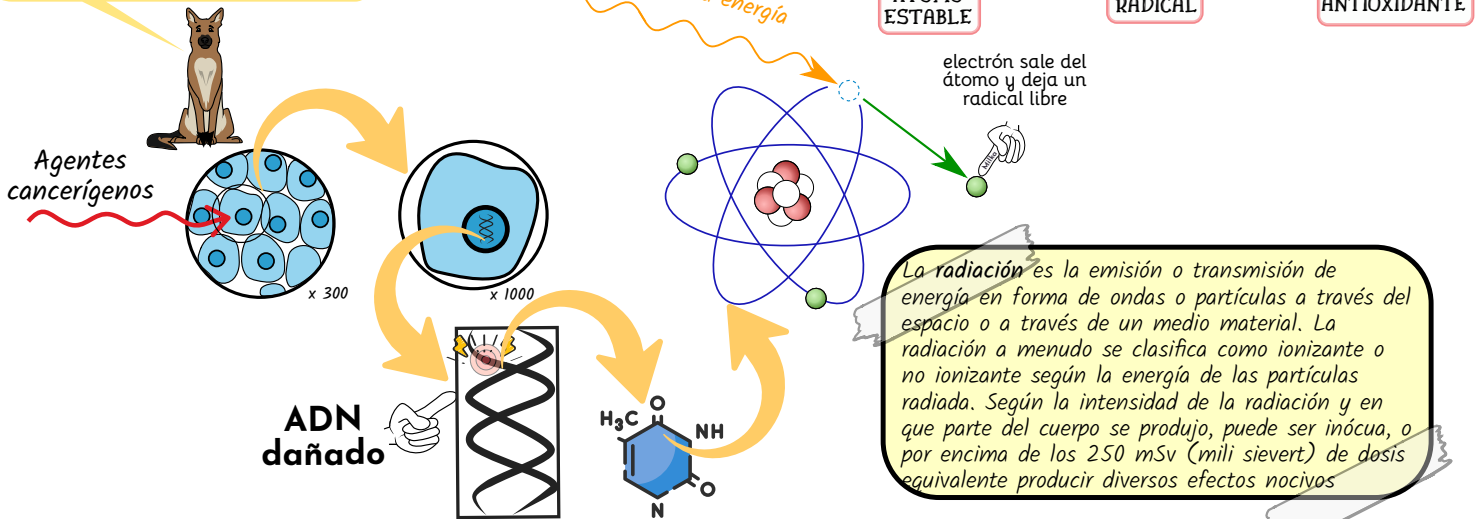
Algunas veces se producen cambios químicos espontáneos en los nucleótidos. Los más frecuentes son: desaminación, despurinización y dimimerización de la timina

- **Desaminación** Pérdida de grupos amino en las bases nitrogenadas. Por ejemplo, el ácido nitroso hace que la base nitrogenada citosina se transforme en uracilo. Esto provoca una mutación por sustitución de bases de tipo transición durante la replicación.
- **Despurinación** Pérdida de bases púricas por ruptura del enlace entre éstas y las desoxirribosas
- **Dimerización de la timina** El ADN absorbe la luz ultravioleta, que induce el establecimiento de enlaces covalentes entre dos pirimidinas contiguas, de modo que se forman dímeros de timina.

### AGENTES MUTÁGENOS DE NATURALEZA FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA

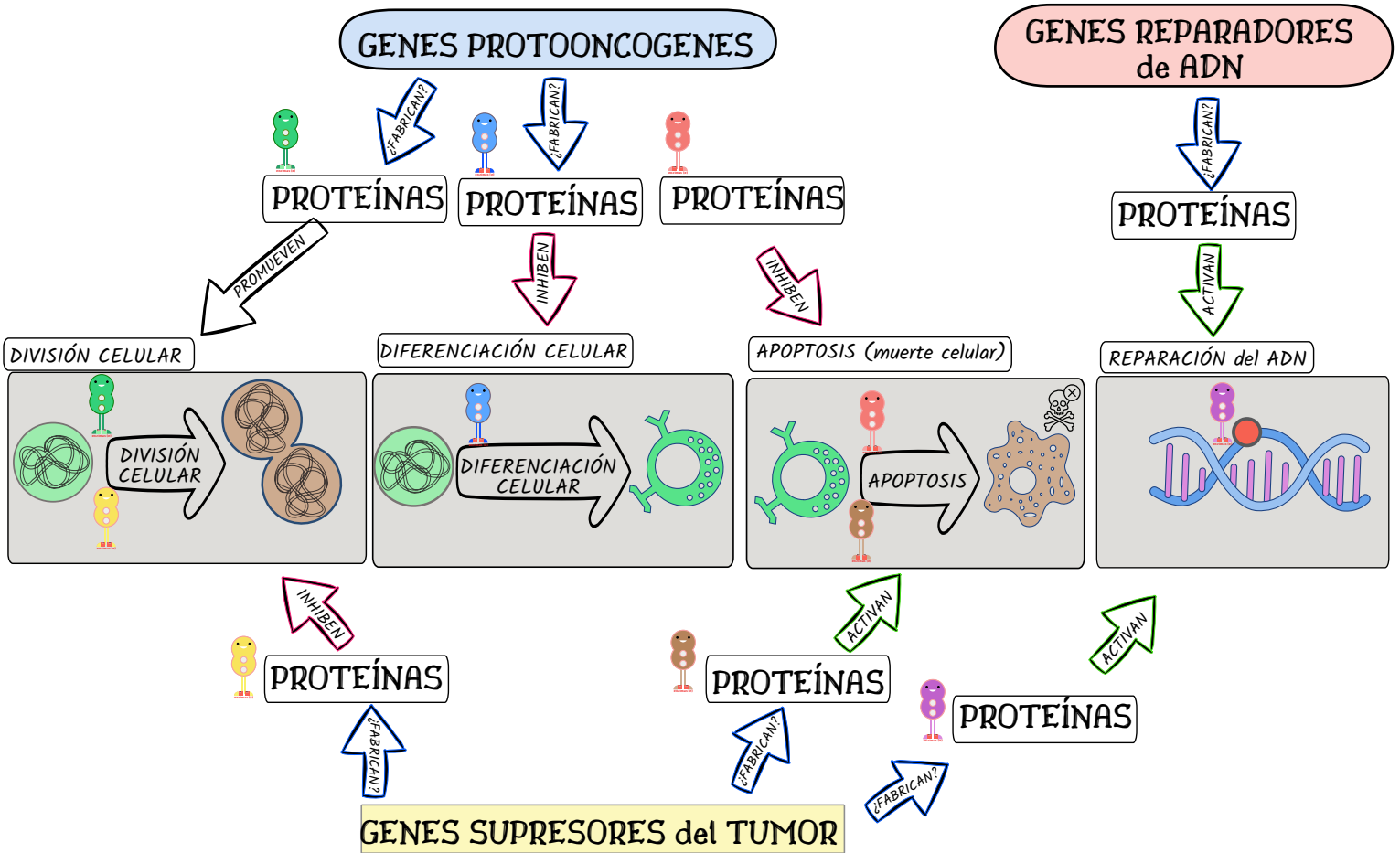
- **Agentes mutágenos de naturaleza biológica** Algunos virus pueden aumentar la frecuencia de apariciones génicas.
- **Agentes mutágenos de naturaleza química** Muchas sustancias químicas reaccionan con el ADN como los colorantes empleados en la industria, pesticidas. Estas sustancias al reaccionar con el ADN provocan una serie de alteraciones como: modificaciones de las bases nitrogenadas, sustitución de una base por otra análoga e intercalar moléculas.
- **Agentes mutágenos de naturaleza física** Es el caso de las radiaciones, como los rayos X, la luz ultravioleta o la radiación atómica.

LA RADIACIÓN IONIZANTES (COMO alfa, beta, gamma, X Y DE NEUTRONES) PRESENTA UNA ENERGÍA ELEVADA QUE LE PERMITE ROMPER ENLACES QUÍMICOS E IONIZAR ÁTOMOS Y MOLÉCULAS CUANDO ATRAVIESA LA MATERIA.



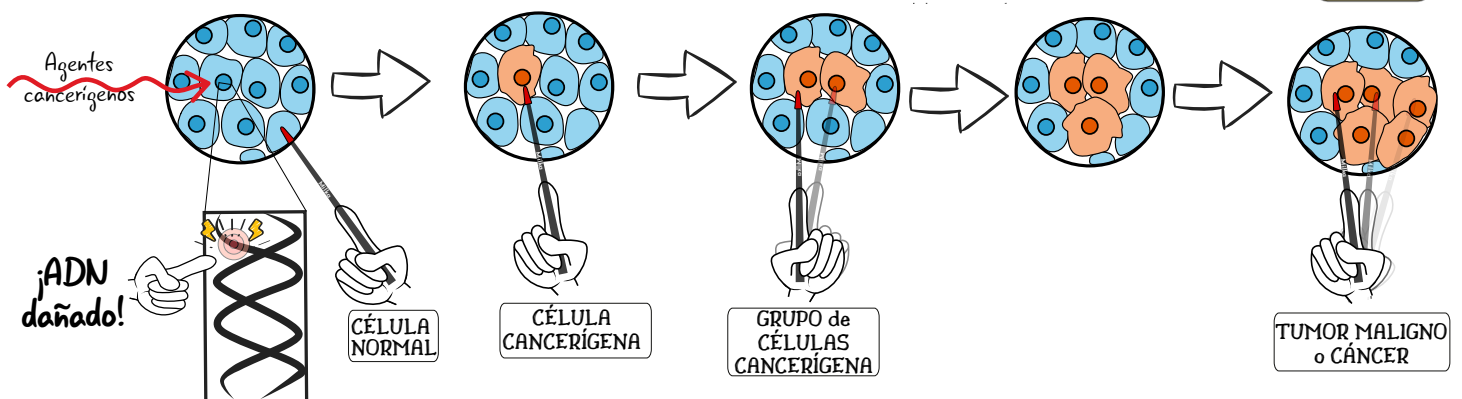
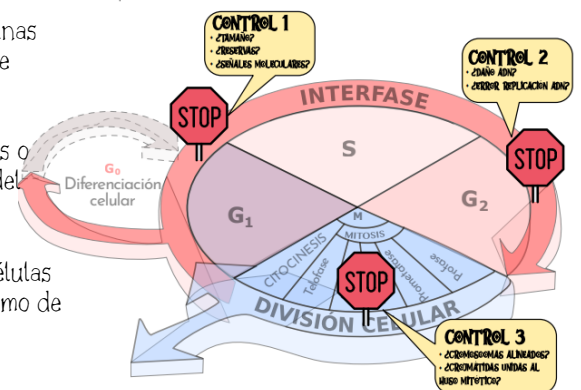
# 2. Cáncer y mutaciones

El cáncer es una enfermedad genética causada por alteraciones en los genes responsables del crecimiento y la función celular. Estos genes son de tres tipos principales: protooncogenes, genes supresores de tumores y genes de reparación del ADN

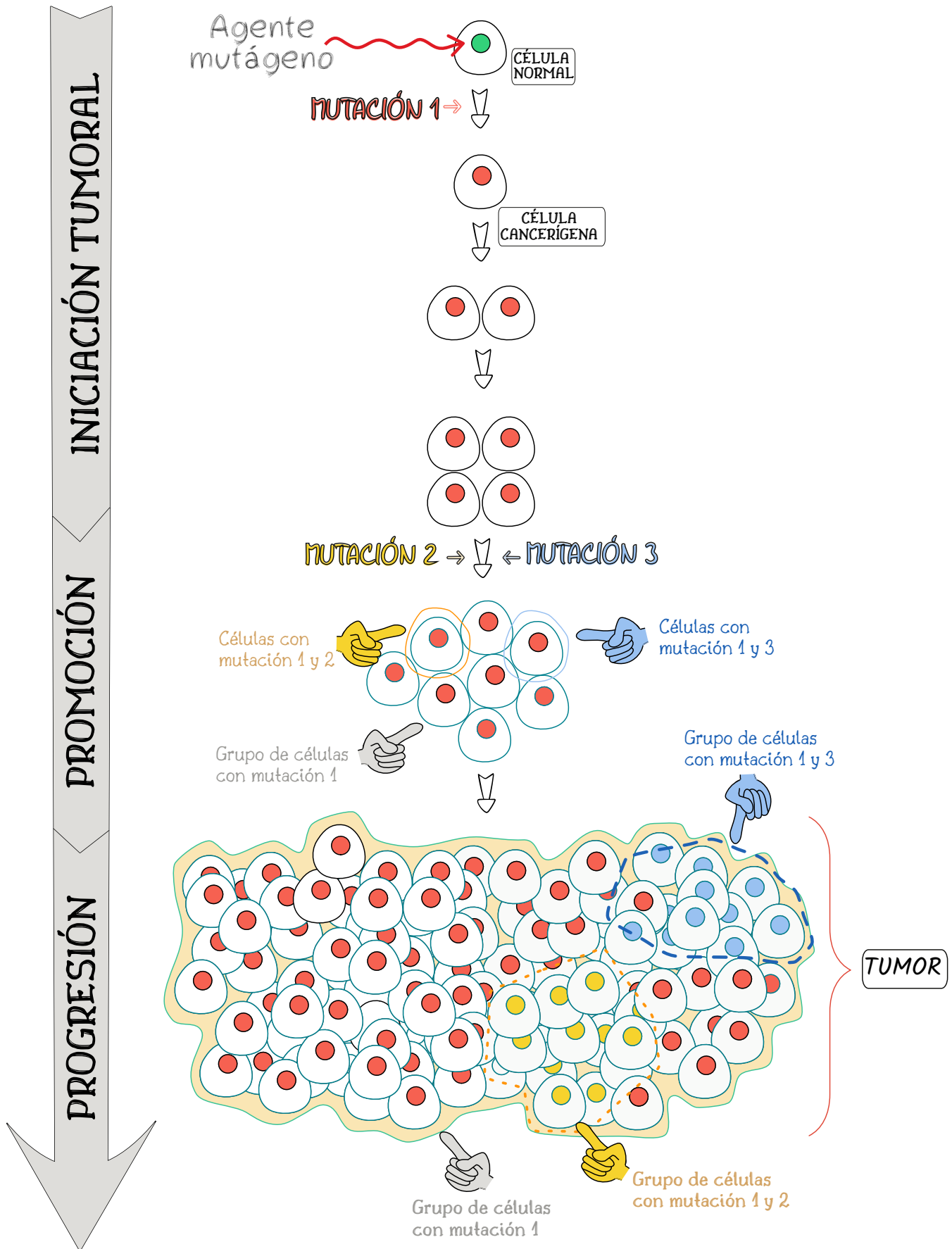


Los protooncogenes son genes que contienen la información para fabricar proteínas que regulan el crecimiento y la división celular. Si uno o más de un protooncogen sufre una alteración en sus secuencia de nucleótidos, entonces generaran proteínas cuyo funcionamiento es anormal. Cuando un protooncogen está alterado o se expresa incorrectamente pasa a denominarse oncógen (gen que causa cáncer). Esas alteraciones o mutaciones suelen deberse a los agentes carcinógenos (como el benzopireno del humo del tabaco, radiaciones ionizantes, virus del papiloma humano, etc.).

El cáncer se origina cuando faltan los mecanismos de control de la mitosis en la células normales y éstas empiezan a multiplicarse descontroladamente. Recuerda que los mecanismo de control de la mitosis lo dimos en el tema 7 El núcleo.



La **carcinogénesis** es el mecanismo de formación y desarrollo de un cáncer. Para una mejor estudio y comprensión se divide en tres fases: iniciación, promoción y progresión.





### 3. La evolución 🐾

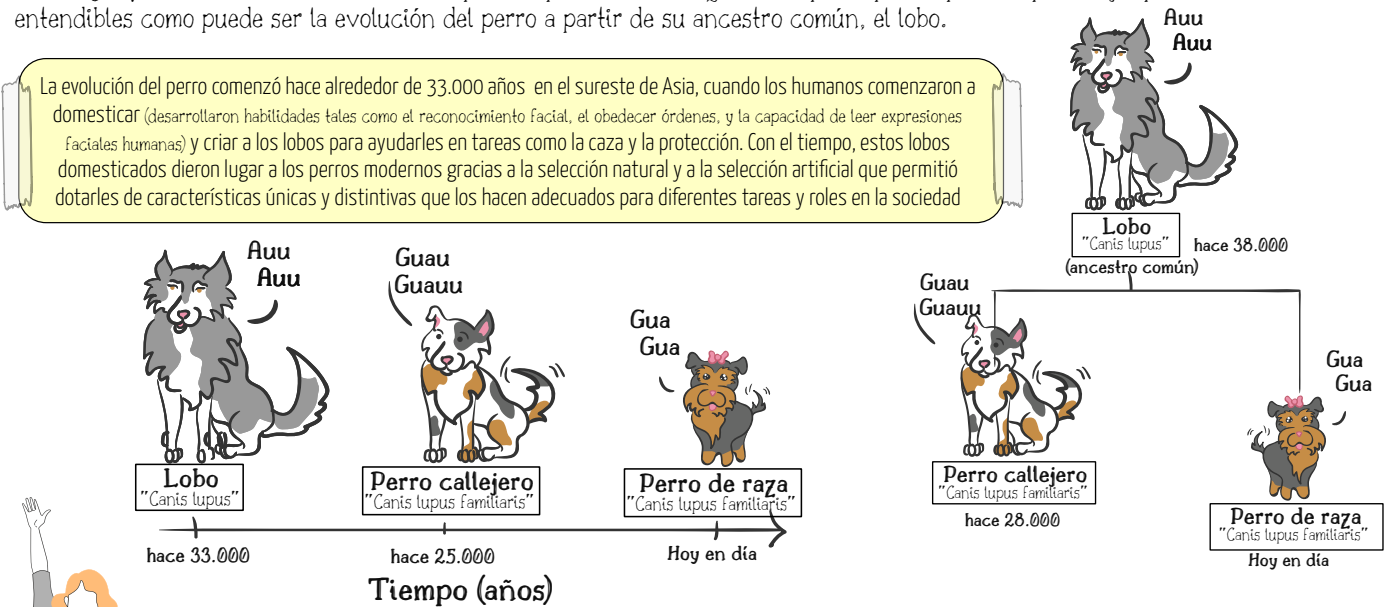
"La **evolución biológica** es el conjunto de **transformaciones** fenotípicas (= características observables) y genotípicas (= genes o material genético) que han experimentado una población de organismos a lo largo de las generaciones, a partir de un ancestro común"

Muchos libros de texto modifican la definición dada (¡ que por cierto, es la correcta!) por esta otra, ¿a ver si sabes dónde está la diferencia?

"La **evolución biológica** es el conjunto de **transformaciones** fenotípicas (= características observables) y genotípicas (= genes o material genético) que han experimentado las especies a lo largo de las generaciones, a partir de un ancestro común"

¿A qué se debe esto? Al sustituir la palabra población de organismos por especies permite poner ejemplos fácilmente entendibles como puede ser la evolución del perro a partir de su ancestro común, el lobo.

La evolución del perro comenzó hace alrededor de 33.000 años en el sureste de Asia, cuando los humanos comenzaron a domesticar (desarrollaron habilidades tales como el reconocimiento facial, el obedecer órdenes, y la capacidad de leer expresiones faciales humanas) y criar a los lobos para ayudarles en tareas como la caza y la protección. Con el tiempo, estos lobos domesticados dieron lugar a los perros modernos gracias a la selección natural y a la selección artificial que permitió dotarles de características únicas y distintivas que los hacen adecuados para diferentes tareas y roles en la sociedad



Te preguntarán "Entonces **¿cuál me tengo que estudiar, maestro?**", Te tienes que estudiar la primera definición dada, la que hace referencia a la población. El motivo se debe a que lo que evoluciona es la población y no el individuo (ya lo entenderás en los próximos capítulos ¿o creías que te iba a explicar la evolución en tres párrafos, bro?)

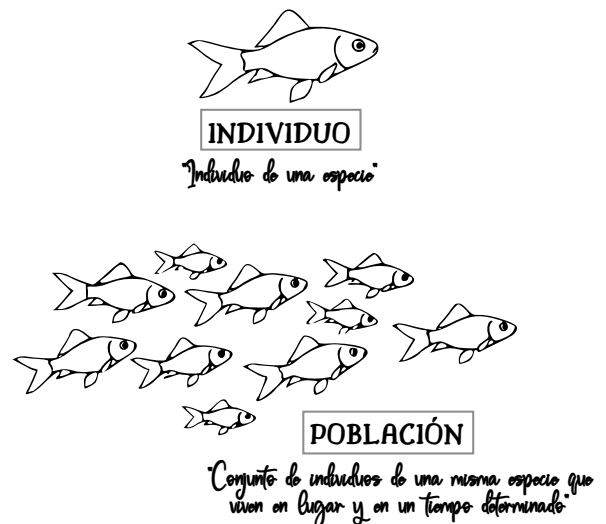
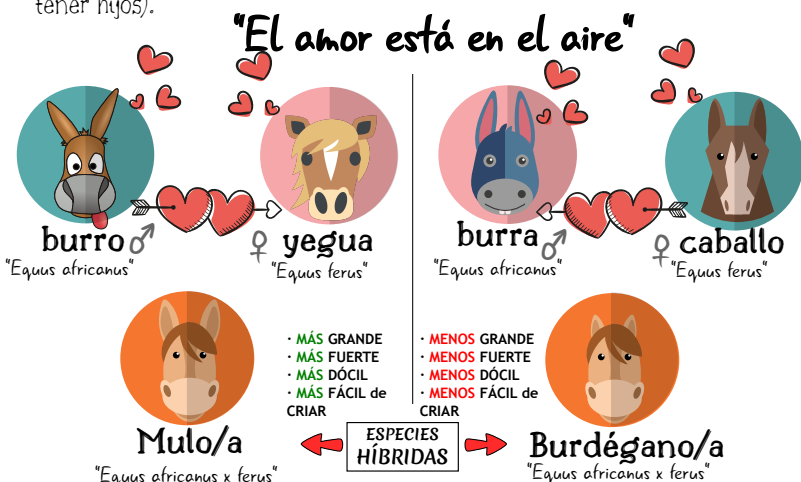
### 3.1 Concepto de especie y población

A continuación, te explico el concepto de especie y población **especie biológica** es el conjunto de organismos que (1) presentan características semejantes (morfológicas, fisiológicas y

La **especie biológica** es el conjunto de organismos que (1) presentan características semejantes (**morfológicas, fisiológicas y etológicas**), (2) se reproducen entre sí y (3) tienen descendencia fértil.

La **población biológica** es el conjunto de organismos que (1) pertenecen a una misma especie, (2) interactúan entre sí, y hacen vida en un área geográfica y tiempo determinado el conjunto de la misma especie que (3) habitan un área geográfica en un tiempo determinado.

Así pues, si no cumple con alguna de las tres características; entonces son especies distintas. Por ejemplo, el burro ("Equus asinus") y el caballo ("Equus caballus") son especies distintas, porque al cruzarlos entre sí su descendencia es infértil (no pueden tener hijos).



# 4. Parentesco evolutivo y árboles filogenéticos 🐾

Todos los seres vivos comparten un **antepasado común** (= ancestro) y, por lo tanto, tienen cierto grado de parentesco evolutivo. La medida del parentesco evolutivo se basa en la similitud de los rasgos físicos, bioquímicos o genéticos de los organismos.

## 4.1 Parentesco evolutivo

El **parentesco evolutivo** es el grado de semejanzas/ diferencias en los rasgos anatómicos, fisiológicos y genéticos entre dos organismos. Nos vamos a centrar en las semejanzas y vamos a razonar de este modo: causa → efecto

A **mayor grado de semejanzas** de las rasgos anatómicos, fisiológicos y genéticos entre dos organismos, **mayor parentesco evolutivo**. Así pues, las especies emparentadas (especies próximas), comparten un ancestro común reciente.

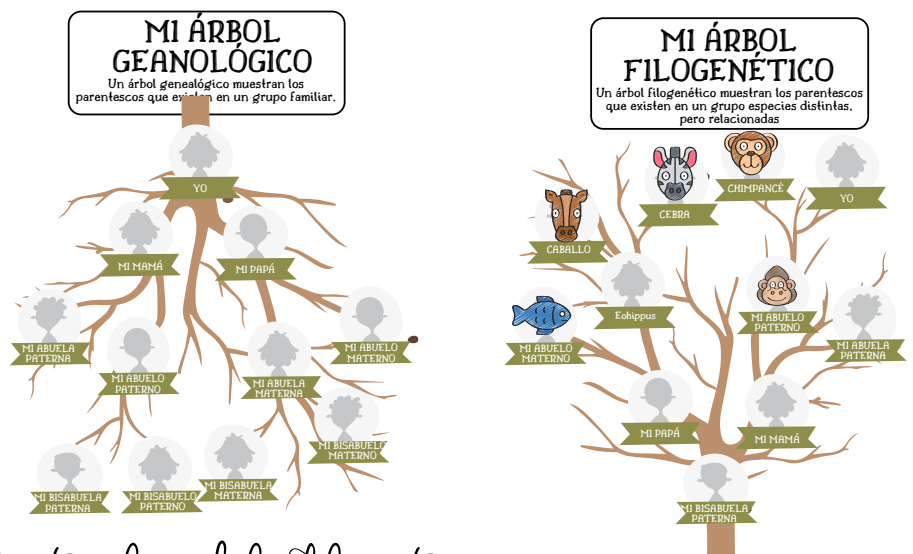
A **menor grado de semejanzas** de las rasgos anatómicos, fisiológicos y genéticos entre dos organismos, **menor parentesco evolutivo**. Así pues, las especies **no** emparentadas (especies alejadas), comparten un ancestro común, pero más alejado.

## 4.2 Árboles filogenéticos

Los **árboles filogenéticos** son representaciones gráficas, en forma de árbol, del parentesco evolutivo entre diferentes especies (pasadas y presentes); por tanto, se usan para mostrar el grado de parentesco evolutivo entre las diferentes especies.

Hay que entender que los **árboles filogenéticos** son las mejores hipótesis posibles (y no hechos definitivos) del grado de parentesco entre las especies, pues la ciencia cada día avanza y los nuevos datos pueden incorporar nuevas especies.

En resumen, el **parentesco evolutivo** es el grado de semejanza entre dos organismos y se puede determinar a través del estudio del ADN (medir la cantidad de ADN compartido por los dos organismos) y de la observación de características anatómicas y fisiológicas.

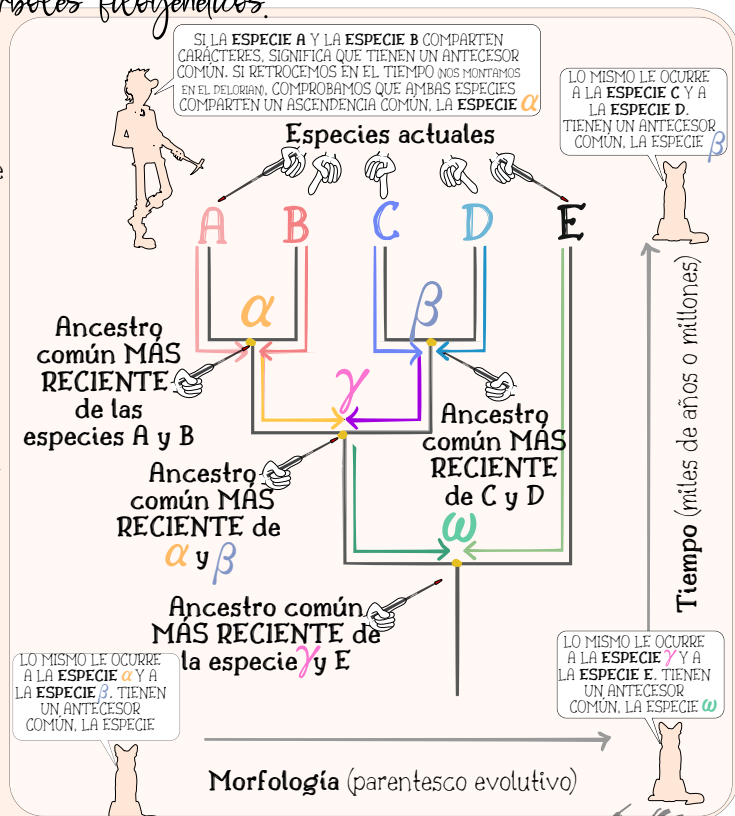


### Cómo se interpretan los árboles filogenéticos.

Los árboles filogenéticos son representaciones gráficas de la evolución de un grupo de especies y está compuesto por líneas rectas o curvas, puntos de intersección y vocablos que indican las características más relevantes. En el eje de abscisas o eje X, se representa cambios en la morfología y en el eje de ordenadas o eje Y, se representa el tiempo expresado en millones de años o miles de años. Las especies o grupos de interés se encuentran en los extremos de las líneas a las que consideramos las ramas del árbol. Por ejemplo, el árbol filogenético siguiente representa las relaciones entre cinco especies A, B, C, D y E, las cuales se ubican en las puntas de las ramas.

En cada punto de ramificación se encuentra el ancestro común más reciente de todos los grupos que descienden de esa ramificación y representa un evento de divergencia o separación de un grupo en dos grupos descendientes. Por ejemplo, en el punto de ramificación que conduce a las especies A y B, encontraríamos al ancestro común más reciente de esas dos especies. En el punto de ramificación que se encuentra justo por arriba de la raíz del árbol, encontraríamos al ancestro común más reciente de todas las especies en el árbol (A, B, C, D y E).

El árbol filogenéticos que representa a **todas las especies vivas y pasadas** se le conoce como **árbol de la vida**.



# 5. Las pruebas de la evolución

Las **pruebas de la evolución** son todos aquellos hechos e indicios en que sustenta la idea de evolución biológica y provienen de muchas áreas diferentes de la ciencia, pero fundamentalmente de la biología y la geología. Cada una de las pruebas de la evolución aporta su grano de arena para confirmar que la evolución es un hecho irrefutable. ¿Cuáles son esas pruebas? Son las pruebas anatómicas, pruebas paleontológicas, pruebas biogeográficas, pruebas embriológicas y pruebas moleculares.


## 5.1 Pruebas anatómicas (= comparación de órganos) Las especies que está relacionados por un ancestro común presentan muchas estructuras anatómicas similares

Las **pruebas anatómicas** son evidencias de la evolución que comparan los órganos, tanto la estructura como la función, entre distintas especies. ¿En qué se fijan para comparar? El tamaño y forma de los órganos, la posición de los mismos, su estructura interna, y su función. Estas pruebas permiten establecer relaciones entre las especies extintas y actuales de la siguiente manera:

A **mayor grado de semejanzas** de las rasgos anatómicas y fisiológicas entre dos organismos, **mayor parentesco evolutivo**. Así pues, las especies emparentadas (especies próximas), comparten un ancestro común reciente.

A **menor grado de semejanzas** de las rasgos anatómicas y fisiológicas entre dos organismos, **menor parentesco evolutivo**. Así pues, las especies **no** emparentadas (especies alejadas), comparten un ancestro común, pero más alejado.

Hay tres tipos de órganos que se comparan: homólogos, análogos y vestigiales

 **Los órganos homólogos** son aquellos órganos que presentan una misma estructura interna, pero una forma distinta que le permite realizar una función distinta (nadar, trotar, andar o volar). Del estudio de los órganos homólogo podemos inferir su grado de parentesco y cómo evolucionaron.

### GRADO de PARENTESCO


A **mayor grado de semejanzas** de las rasgos anatómicas y fisiológicas entre dos organismos, **mayor parentesco evolutivo**. Así pues, las especies emparentadas (especies próximas), comparten un ancestro común reciente

Por ejemplo, las extremidades de los tetrápodos son órganos homólogos pues presentan una misma estructura interna, pero con una forma distinta según la función que realiza (nadar, andar o volar). Soluciones óptimas distintas

A **menor grado de semejanzas** de las rasgos anatómicas y fisiológicas entre dos organismos, **menor parentesco evolutivo**. Así pues, las especies **no** emparentadas (especies alejadas), comparten un ancestro común, pero más alejado

### TIPO de EVOLUCIÓN

La presencia de órganos homólogos en especies emparentadas, apoya la idea de evolución por divergencia adaptativa, según la cual un órgano primitivo modifica su morfología para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales. Digamos que la naturaleza adopta distinta soluciones, ante distintos tipos de circunstancias ambientales; es decir, los organismos evolucionan hacia formas distintas en respuesta a los distintos cambios en el medio ambiente

 **Los órganos análogos** son aquellos órganos que presentan una distinta estructura interna, pero una misma forma que le permite realizar una misma función (volar). De su estudio, podemos comprender cómo han evolucionado con el tiempo (convergencia o divergencia evolutiva)

### TIPO de EVOLUCIÓN

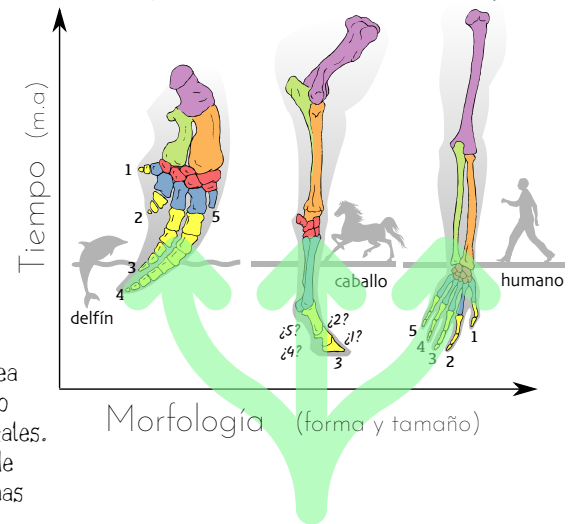
La presencia de órganos análogos en especies no emparentadas, sugiere que organismos diferentes pueden desarrollar estructuras distintas, pero con la misma forma en respuesta a presiones ambientales similares, aunque los ancestros de los organismos no tenían formas similares.

Por ejemplo, las alas de los animales son órganos análogos pues presentan una distinta estructura interna, pero con una misma forma que le permite volar (realizar una misma la función). Los pájaros y los murciélagos tienen alas que les permiten volar, pero estas estructuras no se desarrollaron a partir de un ancestro común con alas. En cambio, los pájaros y los murciélagos desarrollaron alas por separado en respuesta a las presiones evolutivas para la adaptación al vuelo. Digamos que la naturaleza adopta mismas soluciones ante mismo tipo de circunstancias ambientales; es decir, los organismos evolucionan hacia formas iguales en respuesta a iguales cambios en el medio ambiente

Otro ejemplo, los órganos análogos en los mamíferos pueden ser los ojos, que comparten características similares pero que han evolucionado de manera diferente en cada especie. Nuevamente tenemos soluciones óptimas similares ante mismas condiciones.

## ÓRGANOS HOMÓLOGOS

Órganos con misma estructura interna (huesos extremidades), pero distinta forma externa pues realizan funciones distintas (nadar, andar y volar).



## ÓRGANOS ANÁLOGOS

Órganos con una parecida forma externa pues realizan mismas funciones distintas (volar).

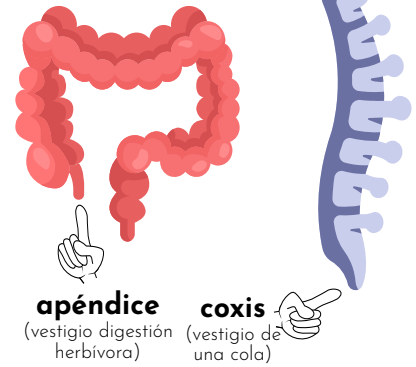




Los **órganos vestigiales** son aquellos órganos que han perdido su función a medida que la especie ha evolucionado, Dan pistas de su origen evolutivo.

**ÓRGANOS VESTIGIALES**

Órganos que han perdido su función original a medida que la especie ha evolucionado

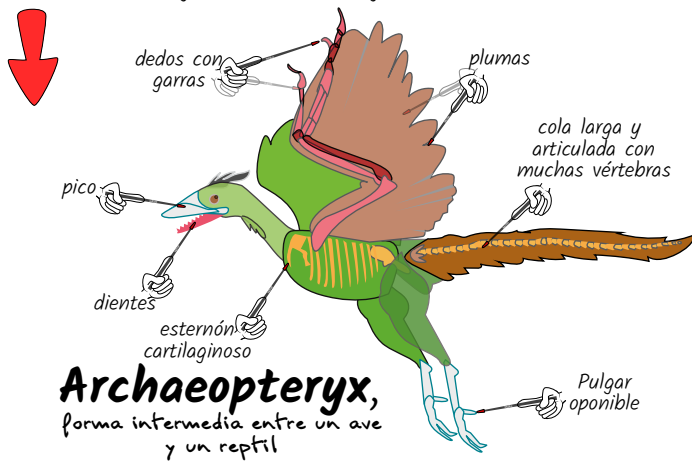


**5.2 Pruebas paleontológica (= comparación de los fósiles)**

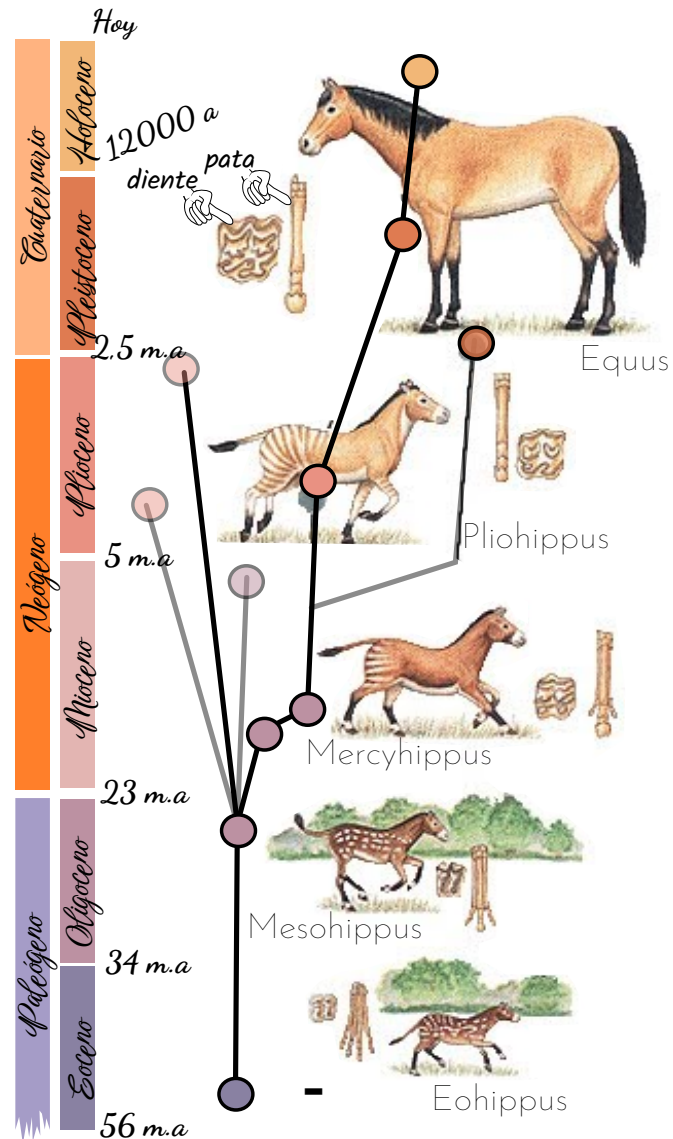
Las **pruebas paleontológicas** son evidencias de la evolución que comparan los fósiles entre distintas especies extintas o extintas y las actuales. Permiten establecer grados de parentesco entre las especies extintas y actuales, pero además nos dice qué especies cambian, cuándo se produjeron las especies a lo largo del tiempo geológico, cómo evolucionaron y qué tipo de relación de parentesco evolutivo hay entre las especies fósiles.

Así pues, del estudio del registro fósil se ha llegado a dos conclusiones: la primera es que las especies cambian y la segunda es que las especies cambian de manera progresiva

¿Por qué sabemos que la especies cambian? Porque en el registro fósil hemos encontrado especies con formas intermedias entre dos especies distintas. Por ejemplo, el *Archaeopteryx* (del griego *archaeo*= antiguo y *pteryx* = ala o pluma) es un fósil que posee características intermedias de los reptiles (dientes en el pico y una cola articulada) y de las aves (plumas y alas).



¿Cómo cambian especies? En el registro fósil hemos encontrado muchas especies fósiles que muestran cambios progresivos en una característica. Por ejemplo, se supone que del *Hyratherium*, (un pequeño mamífero herbívoro que vivió durante el Eoceno, hace cincuenta y cinco millones de años, en América del Norte) descienden todos los equinos posteriores. Al estudiar todos los fósiles de los antecesores de los caballos actuales se observa una tendencia evolutiva a la reducción de dedos.



### 5.3 Pruebas embrilógicas (=comparación de los embriones)

Las **pruebas embrilógicas** son evidencias de la evolución comparan los embriones de distintas especies en sus distintos estadios ¿En qué se fijan para comparar? Se fijan en las semejanzas y diferencias del desarrollo del embrión en su distintos estadios.

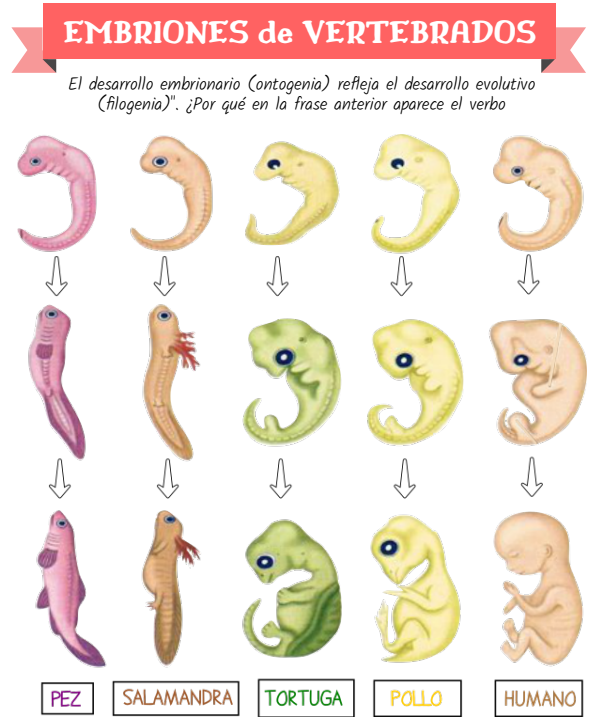
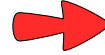
Se ha comprobado que los embriones de especies distintas comienzan pareciéndose mucho y van diferenciándose cada vez más a medida que el embrión se va desarrollando. Así pues, cuando comparamos dos embriones podemos llegar a una de estas dos conclusiones:

Cuanto más tarde en aparecer las diferencias, mayor será el parentesco evolutivo (mayores semejanzas).

Cuanto más temprano en aparecer las diferencias, menor será el parentesco evolutivo (menores semejanzas).

Por ejemplo, todos los embriones de vertebrados (incluyendo a los humanos) comienzan pareciéndose mucho entre sí (todos tienen cola, hendiduras branquiales y faringéas) y van diferenciándose en fases más tardías (las hendiduras branquiales se transformaran en branquias en los peces, pero el resto de vertebrados en pulmones).

Esto pone de manifiesto que los vertebrados tiene un antecesor común y que mamíferos, anfibios, reptiles y aves provienen de los peces. Todo lo dicho lo resumió Haeckel diciendo que "el desarrollo embrionario (ontogenia) refleja el desarrollo evolutivo (filogenia)". ¿Por qué en la frase anterior aparece el verbo "refleja" y no el verbo "es igual que"? Porque el desarrollo embrionario está influenciado por el factor ambiente



### 5.4 Pruebas biogeográficas (= comparación lugar donde viven)

Las **pruebas biogeográficas** son evidencias de la evolución que comparan las áreas geográficas de las especies a través del tiempo de tal manera que las especies son tanto más parecidas cuanto más cerca viven de sus ancestros, y al revés. Estas pruebas se basan en el hecho de que los organismos que comparten un ancestro común tienden a vivir en lugares similares

Estas pruebas se basan en dos principios:

Primer principio: en un área geográfica cercana, los organismos tendrán una relación más cercana entre sí que en áreas más distantes. Esto se debe a que los organismos que se encuentran en áreas cercanas comparten un ancestro común, mientras que los organismos de áreas más distantes no lo hacen. Por lo tanto, la distribución de una especie puede proporcionar información sobre su historia evolutiva.

Segundo principio: existen especies similares en continentes hoy separados, pero unidos en el pasado. Esto sugiere un ancestro común. Por ejemplo, la flama de América del Sur, el dromedario de África y el camello de Asia.

Las pruebas biogeográficas permiten establecer grados de parentesco entre las especies extintas y actuales, pero además establecer la historia evolutiva de una especie a partir de otra y comprender el origen y la extensión de los patrones de distribución geográfica,

A medida que nos alejamos de la región de donde vive el ancestros, las especies están menos emparentadas

Con el paso del tiempo, los organismos aislados geográficamente, evolucionan de forma distinta originando especies nuevas

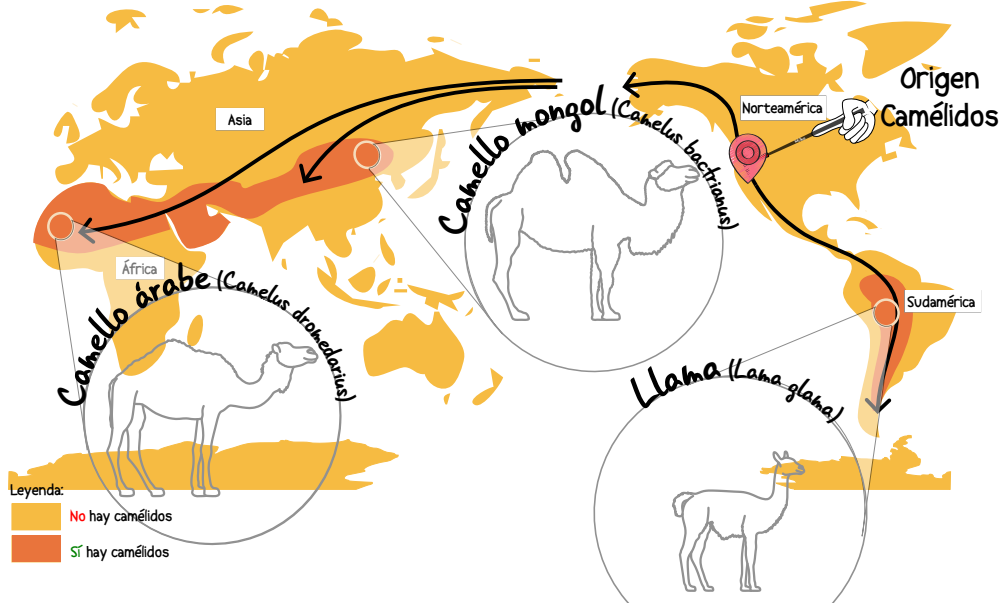
# Pruebas biogeográficas

## Distribución de los camélidos

En Norteamérica hace ¿? m.a aparecen primeros ancestros de los camellos (grupo camélidos).

Un grupo de camélidos emigraron hacia Alaska, atravesaron el estrecho de Bering llegando a Asia. Hubo un momento donde se grupo se separo en dos: uno se quedo en Mongolia y el otro tomó rumbo a Oriente Medio y, por fin, a África.

Otro grupo se dirigió hacia el sur pasando por México, Centroamérica hasta llegar a Sudamérica

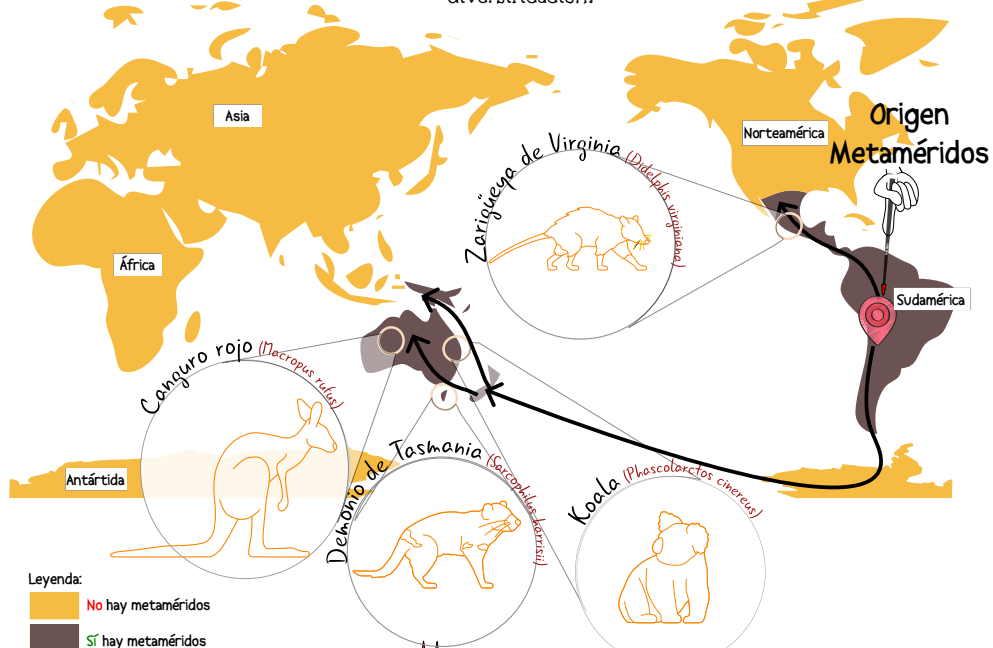


## Distribución de los metaméridos

En Chile hace 65 m.a aparecen los primeros ancestros de los marsupiales (grupo metatheria).

Un pequeño grupo se extendió hacia el norte llegando al norte de Venezuela (pues, por aquel entonces, Norteamérica y Suramérica estaban separadas). Hace 2 m.a se forma el puente del Istmo de Panamá y los marsupiales viajan hacia Norteamérica llegando hasta México.

Otro pequeño grupo se dirigió hacia el sur llegando a la Antártida y Australia (pues, por aquel entonces, Sur América-Antártida y Australia estaban juntas). Pero hace 50 m.a, algo ocurrió: Australia se separa de Antártida quedándose aislada. Los marsupiales australianos, al no tener competencia de mamíferos placentarios, se extendieron a todos los ecosistemas y permitió su gran diversificación.



### 5.5 Pruebas moleculares (= comparación de las moléculas)

Las **pruebas moleculares** son evidencias de la evolución que comparan ciertas moléculas (como el ADN - sus nucleótidos- y las proteínas -sus aminoácidos-) que se encuentran en todos los seres vivos. Estas moléculas son tanto más parecidas cuanto menores son las diferencias evolutivas entre los organismos que las poseen y viceversa.

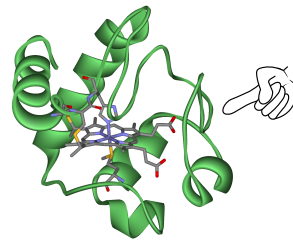
El **ADN** y las **proteínas** son elegidas como moléculas comparativas porque **se encuentran en todos los seres vivos**. Debido a esta universalidad, es posible comparar estas moléculas entre distintas especies, lo que permite a los científicos estudiar la evolución de los seres vivos y establecer relaciones entre ellos.

# Pruebas moleculares

## Pruebas proteínas

Si comparamos la proteína (su secuencia de aminoácidos) del citocromo c entre especies, encontramos diferencias entre ellos. Y podemos concluir que:  
 A **menor** número de diferencias, **mayor** parentesco evolutivo.  
 A **mayor** número de diferencias, **menor** parentesco evolutivo.

El citocromo humano y el del chimpancé se parecen un 99.9%.  
 ¡Sólo nos diferenciamos un 0.1%!.



Proteína del citocromo c con 104 aminoácidos

0																					
1	0																				
10	9	0																			
12	11	3	0																		
11	10	3	6	0																	
9	8	4	6	5	0																
10	11	6	7	7	6	0															
11	12	9	11	10	8	12	0														
11	10	8	10	8	6	10	3	0													
11	15	20	22	21	18	21	19	17	0												
15	14	9	11	9	9	11	8	7	22	0											
21	21	17	19	18	17	18	17	17	26	18	0										
45	45	45	46	45	45	46	46	46	47	49	47	0									
0													0								
0														0							
0															0						
0																0					
0																	0				
0																		0			
0																			0		
0																				0	
0																					0



Humano



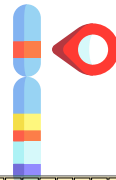
Chimpancé

G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T			
V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K		
T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A	N	K	N	K	G	I	T	W	K	
E	E	T	L	M	E	Y	L	E	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A
G	I	K	K	K	T	E	R	E	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E	
G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T			
V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	Y	H	G	L	F	G	R	K		
T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A	N	K	N	K	G	I	T	W	K	
E	E	T	L	M	E	Y	L	E	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A
G	I	K	K	K	T	E	R	E	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E	

## Pruebas ADN

Si comparamos el **gen** (su secuencia de nucleótidos) que codifica la hormona leptina del ser humano y el chimpancé, encontramos sólo cinco diferencias en 250 nucleótidos.

La leptina humana y la del chimpancé se parecen un 98%.  
 ¡Sólo nos diferenciamos un 2%!



Gen de la leptina con 250 nucleótidos

GTG	CCC	CAT	CCAAA	AGT	CC	A	G	A	T	G	A	C	ACC	AAAA	CC	C	T	C	A	T	C	A	A	G	A	C	A	A	T	T	G	T	C	A	C	C	A	G	G																			
A	T	C	A	A	T	G	A	C	A	T	T	T	C	A	C	A	C	A	C	G	C	A	G	T	C	A	G	T	C	T	C	C	T	C	C	A	A	A	C	A	G	A	A	G	T	C	A	C	C	G	G	T	T	G	G	A	C	
T	T	C	A	T	T	C	C	T	G	G	G	C	T	C	C	A	C	C	C	A	T	C	C	T	T	A	T	C	C	A	A	G	A	T	G	G	A	C	A	C	A	C	A	C	T	G	G	C	A	G	T	C						
T	A	C	C	A	A	C	A	G	A	T	C	C	T	C	A	C	C	A	G	T	A	T	G	C	C	T	T	C	C	A	G	A	A	A	C	A	T	G	A	T	C	C	A	A	A	T	A	T	C	C	A	A	C	G	A	C	T	G
G	A	G	A	A	C	C	T	C	C	G	G	G	A	T	C	T	T	T	C	T	T	C	A	G	G	T	G	C	T	T	C	T	C	T	A	A	G	A	G	A	C	T	T	G	C	C	A	C	T	T	G	C	C	T	G	G		
G	T	G	CCC	CAT	CCAAA	AGT	CC	G	A	T	G	A	C	ACC	AAAA	CC	C	T	C	A	T	C	A	A	G	A	C	A	A	T	T	G	T	C	A	C	C	A	G	G																		
A	T	C	A	A	T	G	A	C	A	T	T	T	C	A	C	A	C	A	C	G	C	A	G	T	C	A	G	T	C	T	C	C	T	C	C	A	A	A	C	A	G	A	A	G	T	C	A	C	C	G	G	T	T	G	G	A	C	
T	T	C	A	T	T	C	C	T	G	G	G	C	T	C	C	A	C	C	C	A	T	C	C	T	T	A	T	C	C	A	A	G	A	T	G	G	A	C	A	C	A	C	A	C	T	G	G	C	A	G	T	C						
T	A	C	C	A	A	C	A	G	A	T	C	C	T	C	A	C	C	A	G	T	A	T	G	C	C	T	T	C	C	A	G	A	A	A	C	A	T	G	A	T	C	C	A	A	A	T	A	T	C	C	A	A	C	G	A	C	T	G
G	A	G	A	A	C	C	T	C	C	G	G	G	A	T	C	T	T	T	C	T	T	C	T	A	A	G	A	G	A	C	T	T	G	C	C	A	C	T	T	G	C	C	C	T	T	G	C	C	T	G	G							

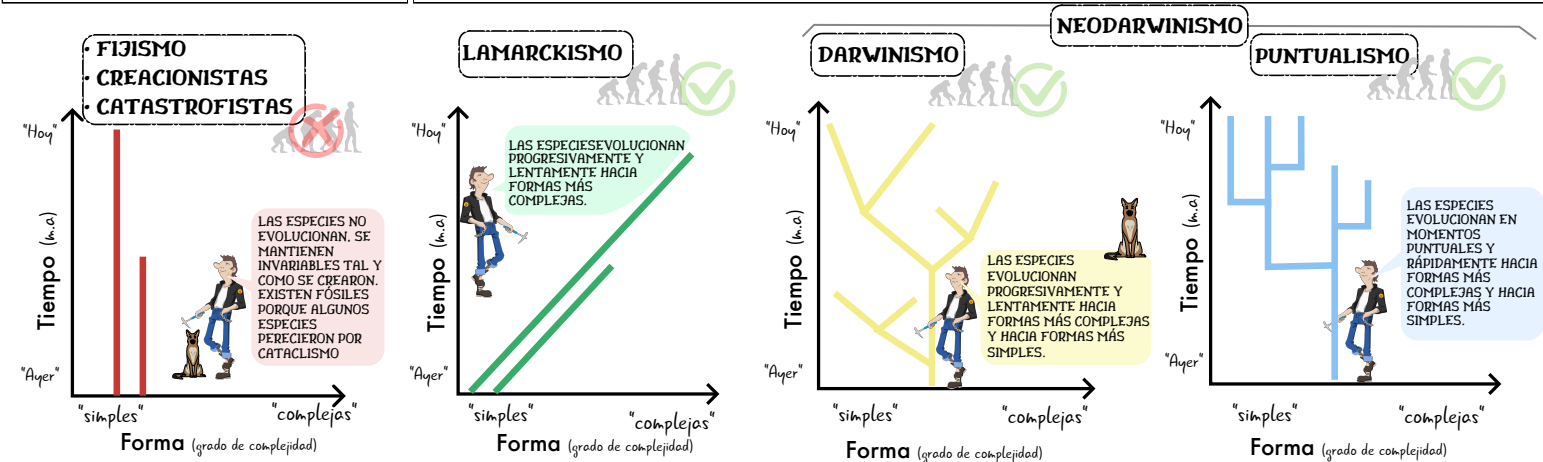
# 6. Teorías evolucionistas 🐾

Recordemos la definición de evolución. "La **evolución biológica** es el conjunto de **cambios** en la forma y en la conducta de las especies a lo largo de las generaciones, a partir de un ancestro común."

La palabra clave de la definición anterior es "cambios". Pues bien, antiguamente había dos bandos: los **no evolucionistas** (que estaban a favor de la idea de que las especies no cambian a lo largo de tiempo) y los **evolucionistas** (que estaban a favor de la idea de que las especies sí cambian a lo largo de tiempo).

## NO EVOLUCIONISTAS

## SÍ EVOLUCIONISTAS



### 6.1 Teorías no evolucionistas (NO EXISTEN CAMBIOS)

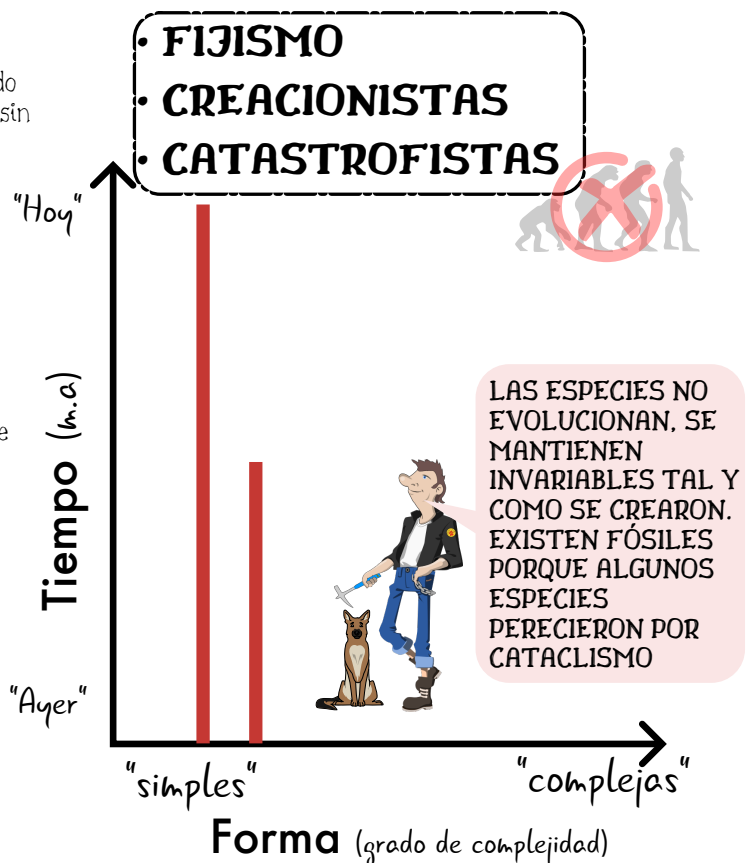
Las **teorías no evolucionistas** defienden que las **especies son inalterables**, es decir, que han no sufrido cambios a lo largo del tiempo.

A lo largo de la historia se han sucedido distintas teorías no evolucionistas que en orden cronológico son las que a continuación se despachan. Toda teoría no evolucionista debe explicar la causa de la no evolución y no quedarse en el efecto que es la propia evolución.

**Fijistas**  
La teoría fijista defiende que las especies se han mantenido siempre y tal cual las conocemos en la actualidad, invariables, sin experimentar ningún cambio a lo largo del tiempo.

**Creacionistas**  
La teoría creacionista defiende que las especies son inalterables, pues Dios las creó así y así se han mantenido a lo largo del tiempo.

**Catastrofistas**  
La teoría catastrofistas defienden que las especies son inalterables y que la presencia de fósiles de animales extintos se debe a catástrofes naturales





## 6.1 Teorías evolucionistas (SI EXISTEN CAMBIOS)

Las **teorías evolucionistas** defienden que las **especies son alterables**, es decir, que han sufrido cambios a lo largo del tiempo.

A lo largo de la historia se han sucedido distintas teorías que en orden cronológico son las que a continuación se despañan. Toda teoría evolucionista debe explicar la causa de la evolución y no quedarse en el efecto que es la propia evolución. Te voy a explicar las tres teorías en "plan viñeta" y luego te las redacto en "plan formal"

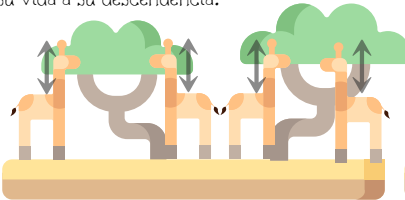
### Lamarckismo

Para Lamarck, lo que evoluciona es el individuo

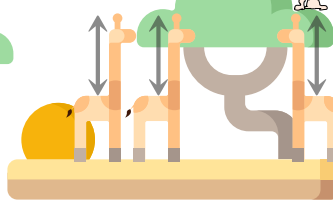
Teoría evolutiva propuesta por Lamarck según la cual las especies evolucionan a lo largo del tiempo mediante un proceso conocido **herencia de caracteres adquiridos**, lo que significa que un organismo puede transmitir caracteres que ha adquirido por la ley del uso-desuso durante su vida a su descendencia.



El ancestro de las jirafas presenta cuellos cortos. En una época de sequía los árboles más altos al tener las raíces más profundas no se secan. Las jirafas, para llegar a las hojas de los árboles altos, tienen que estirar el cuello y lo desarrollan (alargándose sus vértebras y músculos).



La siguiente generación presentan cuellos ligeramente más largos (herencia de los caracteres adquiridos) debido a que sus padres lo estiraban (ley del uso-desuso) para alcanzar las hojas de los árboles más grandes. Sigue habiendo sequía y esta población de jirafas hará lo mismo que sus padres



La sequía se acentuó y solo sobreviven los árboles más altos. A lo largo de muchas generaciones, las jirafas seguían estirando el cuello. Llegó un momento en que se creó una especie nueva

SEGÚN LA TEORÍA DEL LAMARCKISMO, LAS ESPECIES EVOLUCIONAN DEBIDO A LA HERENCIA DE CARÁCTERES ADQUIRIDOS, LO QUE SIGNIFICA

LOS INDIVIDUOS PUEDEN TRANSMITIR LOS CARÁCTERES QUE HAN ADQUIRIDO DURANTE SU VIDA A SU DESCENDENCIA GRACIAS A LA LEY DEL USO-DESUSO: SI LO USAS SE DESARROLLA Y SI NO LO USAS SE ATROFIA O DESAPARECE

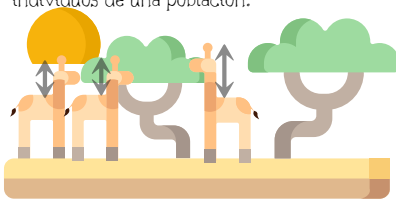
SI UNA JIRAFRA ESTIRA SU CUELLO PARA ALCANZAR RAMAS MÁS ALTAS, SU CUELLO SE ALARGA MÁS DEBIDO A SU USO CONSTANTE. SU DESCENDENCIA HEREDARÁ EL CUELLO LARGO FRUTO DEL TRABAJO REALIZADO POR LOS PROGENITORES.

ESTOS CAMBIOS SE ACUMULAN Y PUEDEN DAR LUGAR AL SURGIMIENTO DE NUEVAS ESPECIES

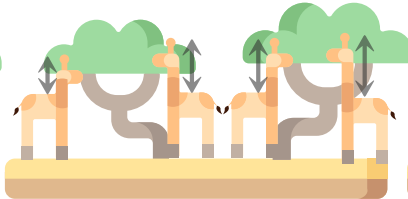
### Darwinismo

Para Darwin, lo que evoluciona es el individuo

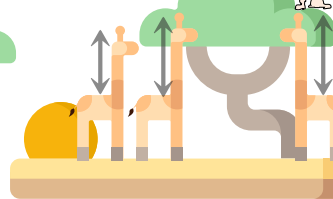
Teoría evolutiva propuesta por Darwin y Wallace según la cual las especies evolucionan a lo largo del tiempo mediante un proceso conocido como **selección natural**, que es el resultado de la competencia por recursos limitados entre individuos de una población.



En la población de jirafas ancestrales de cuello corto, hay muchos individuos con el cuello corto y pocos individuos con el cuello un poco más largo.



Los individuos con el cuello un poco más largo se alimentan mejor; por tanto, están más fuertes y tienen mayor probabilidades de supervivencia y de reproducción. Ergo, dejan mayor descendencia con cuellos algo más largos. Esto provocó que los cuellos más largos se volvieran cada vez más comunes en la población del ancestro de las jirafas.



La sequía se acentuó y solo sobreviven los árboles más altos. Generaciones más tardes se repite el proceso antes explicado y dió lugar a las jirafas actuales que tienen el cuello largo.

SEGÚN LA TEORÍA DEL DARWINISMO, LAS ESPECIES EVOLUCIONAN DEBIDO A LOS PROCESOS DE VARIACIÓN DE UN MISMO CARÁCTER, SELECCIÓN NATURAL Y LA HERENCIA DE LOS RASGOS FAVORABLES, LO QUE SIGNIFICA

LOS INDIVIDUOS CON CARÁCTERES VENTAJOSOS PARA LA SUPERVIVENCIA Y REPRODUCCIÓN TIENEN MAYOR PROBABILIDAD DE SOBREVIVIR Y TRANSMITIR ESOS CARÁCTERES A LA SIGUIENTE GENERACIÓN; MIENTRAS QUE,

AQUELLOS CON CARÁCTERES MENOS VENTAJOSOS TIENDEN A SER ELIMINADOS DE LA POBLACIÓN.

CON EL TIEMPO, ESTOS CAMBIOS SE ACUMULAN Y PUEDEN DAR LUGAR AL SURGIMIENTO DE NUEVAS ESPECIES

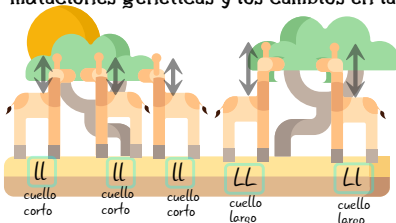
FENOTIPOS NUEVOS (= CUELLO LARGO)  
SELECCIÓN NATURAL (= LA NATURALEZA EN FORMA DE SEQUÍA Y ÁRBOLES ALTOS ESCOGE)  
HERENCIA DE CARÁCTERES FAVORABLES (= CARÁCTER CUELLO LARGO)

### Neodarwinismo

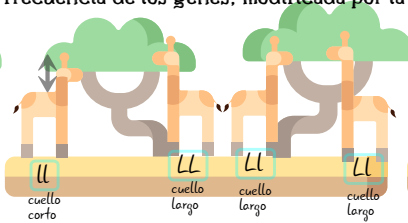
Teoría sintética de la evolución

Para comunidad científica, lo que evoluciona es la población

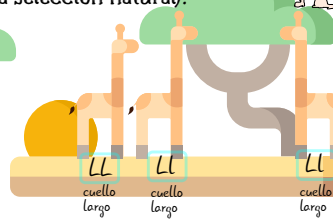
Teoría evolutiva propuesta por la comunidad científica según la cual las especies evolucionan a lo largo del tiempo debido a la selección natural de Darwin y a lo que sabemos de la **genética moderna** (las mutaciones genéticas y los cambios en la frecuencia de los genes, modificada por la selección natural).



En la población de jirafas ancestrales de cuello corto, hay muchos individuos que tienen alelos con el cuello corto (l) y pocos individuos con alelos de cuello un poco más largo (L). Esto se debe a que el gen responsable del crecimiento del cuello corto ha sufrido una mutación, un cambio en la secuencia de nucleótidos y, por tanto, aparece un alelo nuevo (L). En resumen, cambios en la frecuencia de genes (alélica), provoca cambios en frecuencia de los fenotipos.



Un época de sequía los árboles pequeños se secan y solo quedan árboles altos. Los individuos con el cuello un poco más largo se alimentan mejor, están más fuertes y tienen mayor probabilidades de supervivencia y de reproducción; por tanto, los individuos con cuellos más largos transmitieron sus genes a la siguiente generación. Esto provocó que los genotipos de cuello un poco más largo se volvieran cada vez más comunes en la población de jirafas. En resumen, la selección natural cambia la frecuencia fenotípica y genotípica de la población.



La sequía se acentuó y solo sobreviven los árboles más altos. Generaciones más tardes se repite el proceso antes explicado y dió lugar a las jirafas actuales que tienen el cuello largo.

SEGÚN LA TEORÍA DEL NEODARWINISMO, LAS ESPECIES EVOLUCIONAN DEBIDO A LOS PROCESOS DE VARIACIÓN DE UN MISMO CARÁCTER DEBIDO A MUTACIONES, SELECCIÓN NATURAL Y LA HERENCIA DE LOS GENOTIPOS FAVORABLES, LO QUE SIGNIFICA

LOS INDIVIDUOS CON GENOTIPOS VENTAJOSOS PARA LA SUPERVIVENCIA Y REPRODUCCIÓN TIENEN MAYOR PROBABILIDAD DE SOBREVIVIR Y TRANSMITIR ESOS GENOTIPOS A LA SIGUIENTE GENERACIÓN; MIENTRAS QUE,

AQUELLOS CON GENOTIPOS MENOS VENTAJOSAS TIENDEN A SER ELIMINADOS DE LA POBLACIÓN.

CON EL TIEMPO, ESTOS CAMBIOS SE ACUMULAN Y PUEDEN DAR LUGAR AL SURGIMIENTO DE NUEVAS ESPECIES

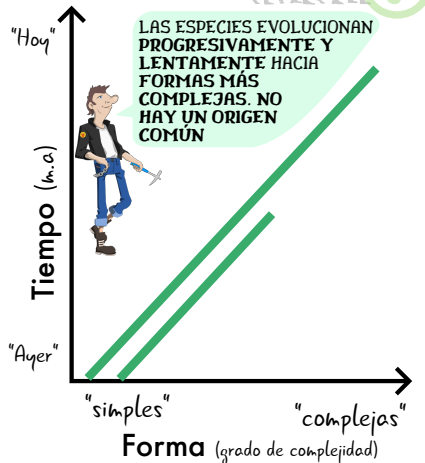
GENOTIPOS NUEVOS (= ALELO CUELLO LARGO)  
SELECCIÓN NATURAL (= LA NATURALEZA EN FORMA DE SEQUÍA Y ÁRBOLES ALTOS ESCOGE)  
HERENCIA DE GENOTIPO FAVORABLES (=ALELO CUELLO LARGO)

**Lamarckismo**

La teoría lamarckista defienden que las **especies** son alterables, es decir, que han sufrido cambios progresivos y lentos hacia formas complejas a lo largo del tiempo. El lamarckismo se basa en varios principios que son:

1. La transformación de una especie en otras es fruto de la naturaleza y no de un creador
2. Los seres vivos evolucionan desde la formas simples a las más complejas (la tendencia hacia la complejidad). Así que, a lo largo de generaciones, los sucesivos descendientes de un mismo linaje son progresivamente mejores.
3. Cada uno de los individuos de una misma especie **NO** presenta variaciones fenotípicas que los diferencia de los demás individuos.
4. Los **órganos se desarrollan con el uso**, y todo órgano que no se usa se elimina de manera gradual o se atrofia ("Ley del uso-desuso").
5. Las variaciones obtenidas mediante el uso o desuso de los órganos pueden pasar a la descendencia; es decir, son heredables ("la herencia de los caracteres adquiridos"). Según Lamarck, una pareja que vaya todos los días al gimnasio y se "ponga cachas" y deciden tener un hijo, el hijo "saldrá cachas" sin ir al gimnasio.

**LAMARCKISMO**



Esta idea se ilustra con la evolución del cuello de la jirafa. (1) En el entorno donde vivían el antecesor de las jirafas sufrió una sequía, (2) las jirafas necesitan comer de las ramas más altas para sobrevivir, por lo que estiran los cuellos; (3) el esfuerzo repetido de

estirar el cuello va alargando la longitud de sus vértebras y (4) gracias al esfuerzo de las repetidas generaciones, las jirafas tendrán el cuello largo. Según la teoría de Lamarck, las primeras jirafas, al estirar continuamente su cuello por la forma de conseguir el alimento, llegaban a alargarlo, engendrando posteriormente descendientes con el cuello un poco más largo.



Las características que un individuo adquiere cuando se adapta al medio la hereda sus descendientes



El ancestro de las jirafas presenta cuellos cortos. Para llegar a las hojas altas estiran el cuello ...

.. su descendencia heredó los cuellos estirados

as jirafas seguían estirando su cuello

¿En qué acertó esta teoría? Introdujo el concepto de adaptación como mecanismo potencial de los seres vivos para resistir variaciones del medio en el que viven.

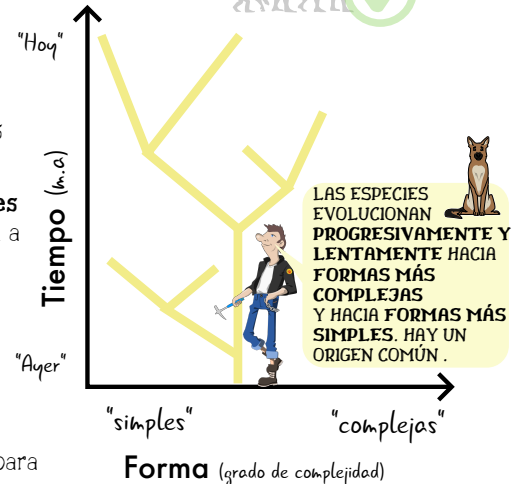
¿En qué fallaba esta teoría? La comunidad científica aplicada el método científico (observación → pregunta → hipótesis → experimentación → teoría) y su teoría no soportaba la comprobación experimental.

**Darwinismo**

La teoría darwinista defienden que las especies son alterables, es decir, que han sufrido cambios graduales y muy lentos a lo largo del tiempo y que todas las especies tienen un antecesor común. El darwinismo se basa en varios principios que son:

1. La transformación de una especie en otras es fruto de la naturaleza y no de un creador
2. Los **seres vivos evolucionan gradualmente** (no necesariamente a mejor como Lamarck proponía) y **muy lentamente** (son necesario miles de años para que se originen nuevas especies).
3. Las **especies están emparentadas**, aunque en grados distintos, y en último término, todas las especies tienen su origen común en un remoto antepasado común único. Propuso que la historia evolutiva de las formas de vida es como un árbol ramificado con muchos niveles, en el que todas las especies pueden remontarse a un antiguo antepasado común.
4. Cada uno de los individuos de una misma especie **presenta variaciones fenotípicas que los diferencia de los demás individuos**. No sabían a qué se debían esas variaciones y cómo se producían.
5. La alta capacidad reproductiva de una población; es decir, nacen más individuos que los que sobreviven aunque su tamaño es constante debido a los recursos limitados.
6. La supervivencia del más apto, es decir, sobreviven y se reproducen aquellos individuos cuyos caracteres fenotípicos sean más beneficiosos para
7. El mecanismo de evolución es la selección natural, según la cual la naturaleza selecciona / escoge los caracteres que confieren una ventaja adaptativa a los individuos que los portan, permitiendo su reproducción y su transmisión a la siguiente generación.

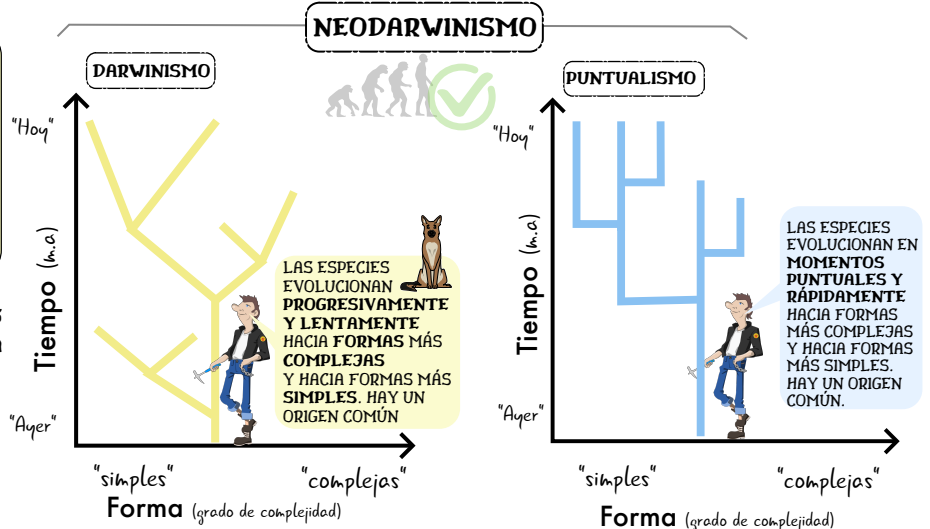
**DARWINISMO**



**Neodarwinismo**

La **teoría neodarwinista**, síntesis evolutiva moderna o teoría sintética de la evolución es un resumen, corrección y ampliación de las ideas de Darwin- Wallace; es decir, suma lo que hoy sabemos sobre evolución a las ideas del darwinismo. ¿Qué dice el neodarwinismo? La evolución es el resultado de variaciones genéticas de las poblaciones producidas por las mutaciones y la recombinación genética donde luego actúa la deriva genética, las migraciones y apareamientos no aleatorios y, en último término, interviene la selección natural.

El descubrimiento de: (1) las leyes de Mendel, (2) que los genes se encuentran en el cromosoma, (3) los procesos de mitosis y meiosis permitió explicar cómo se heredan las diferencias de los caracteres de los individuos; (4) recombinación genética durante la meiosis y combinación aleatoria de un óvulo con un espermatozoide permitió saber cuáles son las causas de las variaciones de los caracteres heredables; (5) apareamiento no aleatorio, (6) flujo genético y (7) deriva genética



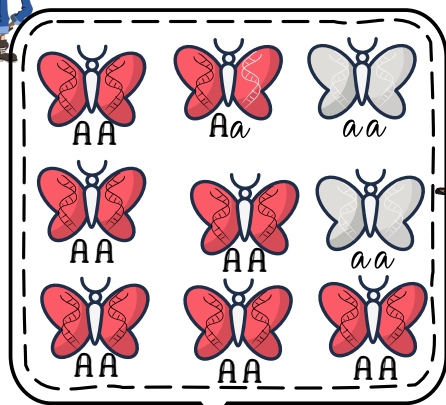
1. La transformación de una especie en otra es irreversible, afecta a la población y no al individuo y es fruto de la naturaleza
2. Las poblaciones evolucionan de manera gradual y muy lentamente (son necesario miles de años para que se originen nuevas especies).
3. Las especies están emparentadas; es decir, todas las especies tienen su origen común
4. La variabilidad fenotípica se debe a la variabilidad genética y al entorno. Lo dicho, podemos resumirlo aplicando esta simple ecuación fenotipo = genotipo + entorno. ¿qué significa esto? El fenotipo depende de lo que diga el genotipo y del entorno en el que se encuentre la población (parece ser que el entorno despierta o apaga determinados genes). Si cambiamos o alteramos el genotipo o el entorno; entonces, cambiamos el fenotipo. , cambiamos el fenotipo.
5. Pasamos de ver a las poblaciones como conjunto de individuos con variaciones fenotípicas a verlas como un conjunto de individuos con variaciones genotípicas y alélicas (= **genética de poblaciones**).

**Genética de poblaciones**

¿Cómo cambiamos el genotipo = variabilidad genética? La variabilidad genotípica surge en las poblaciones naturales por:

- (1) mutaciones, que generan nuevos alelos cuando duplicamos, eliminamos o cambiamos algunos nucleótidos de los genes,
- (2) flujo genético cuando existen migraciones entre poblaciones donde hay entrada de individuos de otra población vecina -inmigración- o salida de individuos propios -emigración-,
- (3) recombinación genética durante la meiosis en organismos sexuales cuando intercambia fragmentos de ADN y
- (4) combinación aleatoria de un óvulo con un espermatozoide -deriva genética -.

SUPONIENDO QUE EL GEN RESPONSABLE DE UN CARÁCTER (COLOR) POSEE DOS FORMAS ALÉLICAS, "A" Y "a".  
 CADA INDIVIDUO (MARIPOSA) DE LA POBLACIÓN PUEDE POSEER UNO DE LOS GENOTIPOS SIGUIENTES: AA, Aa, o aa.  
 ERGO EL ALELO A ESTÁ PRESENTE TANTO EN LOS HOMOCIGÓTICOS AA COMO EN LOS HETEROCIGÓTICOS Aa Y DEL MISMO MODO, EL ALELO "a" SE ENCUENTRA EN LOS HOMOCIGÓTICOS aa Y EN LOS HETEROCIGÓTICOS Aa.



¿CADA CUÁNTO VEMOS UN MARIPOSA ROJA Y BLANCA?  
**FRECUENCIA FENOTÍPICA:**

- Frecuencia mariposa roja= 7/9
- Frecuencia mariposa blanca= 2/9

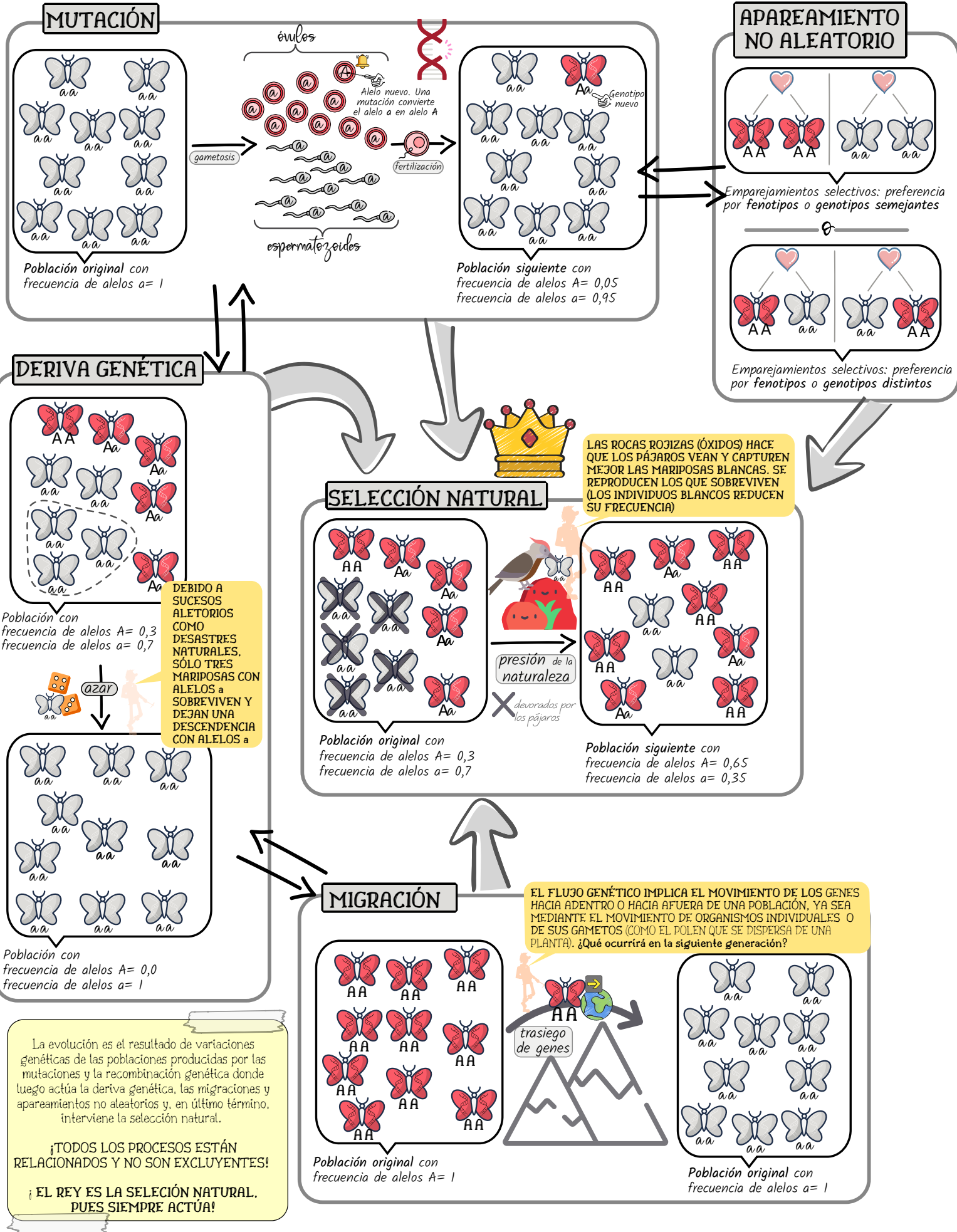
¿CADA CUÁNTO VEMOS UNA COMBINACIÓN DE ALELOS AA, Aa y aa?  
**FRECUENCIA GENOTÍPICA:**

- Frecuencia genotipo AA= 6/9
- Frecuencia genotipo Aa= 4/9
- Frecuencia genotipo aa= 2/9

¿CADA CUÁNTO VEMOS LOS ALELOS A y a?  
**FRECUENCIA ALÉLICA:**

- Frecuencia alelo A = 13/18
- Frecuencia alelo a = 5/18

5. La alta capacidad reproductiva de una población; es decir, nacen más individuos que los que sobreviven aunque su tamaño es constante debido a los recursos limitados.
6. La eficacia biológica del fenotipo hará que unas variantes alélicas sean seleccionadas o eliminadas. La supervivencia del más apto visto desde el punto de vista del genotipo. En las poblaciones hay variabilidad alélica - los alelos recesivos quedan enmascarados en los fenotipos con genotipo heterocigótico-. Un cambio en el acervo genético de la población significa un cambio en la frecuencia alélica y genotípica de la población.
7. Los mecanismos de evolución son varios: mutación, apareamiento no aleatorio, flujo genético, tamaño poblacional finito (deriva genética). Todos ellos regulados por la selección natural, según la cual la naturaleza selecciona/ escoge los caracteres que confieren una ventaja adaptativa a los individuos que los portan, permitiendo su reproducción y su transmisión a la siguiente generación.



La evolución es el resultado de variaciones genéticas de las poblaciones producidas por las mutaciones y la recombinación genética donde luego actúa la deriva genética, las migraciones y apareamientos no aleatorios y, en último término, interviene la selección natural.

¡TODOS LOS PROCESOS ESTÁN RELACIONADOS Y NO SON EXCLUYENTES!

¡EL REY ES LA SELECCIÓN NATURAL, PUES SIEMPRE ACTÚA!

# 7. Especiación (CÓMO SURGEN LAS ESPECIES)

La especiación es el proceso por el cual se forman nuevas especies. Implica la división de una población original en dos o más poblaciones reproductivamente aisladas, de modo que cada una sigue su propio camino evolutivo independiente.

La **especiación** es el proceso evolutivo mediante el cual una especie se divide en dos o más especies distintas, que se diferencian genética y morfológicamente y no pueden cruzarse de forma fértil.

Puede ocurrir por diferentes mecanismos, tales como **aislamiento geográfico** (cuando las poblaciones quedan separadas físicamente), **aislamiento reproductivo pre-copulativo** (cuando las diferencias impiden la formación de pareja) o **post-copulativo** (cuando los óvulos fertilizados no llegan a desarrollarse) y **aislamiento cuántico**.

## 7.1 Especiación por aislamiento reproductivo

La **especiación por aislamiento reproductivo** o **gradual** es el proceso evolutivo mediante el cual una especie se divide en dos o más especies diferentes a lo largo del tiempo (de ahí lo de gradual), quedando aislada reproductivamente.

Los mecanismos o maneras de conseguir el aislamiento reproductivo se suelen clasificar, según ocurran antes o después de que se forme el cigoto, en: **mecanismos reproductivos precigóticos** y **mecanismos reproductivos poscigóticos**.

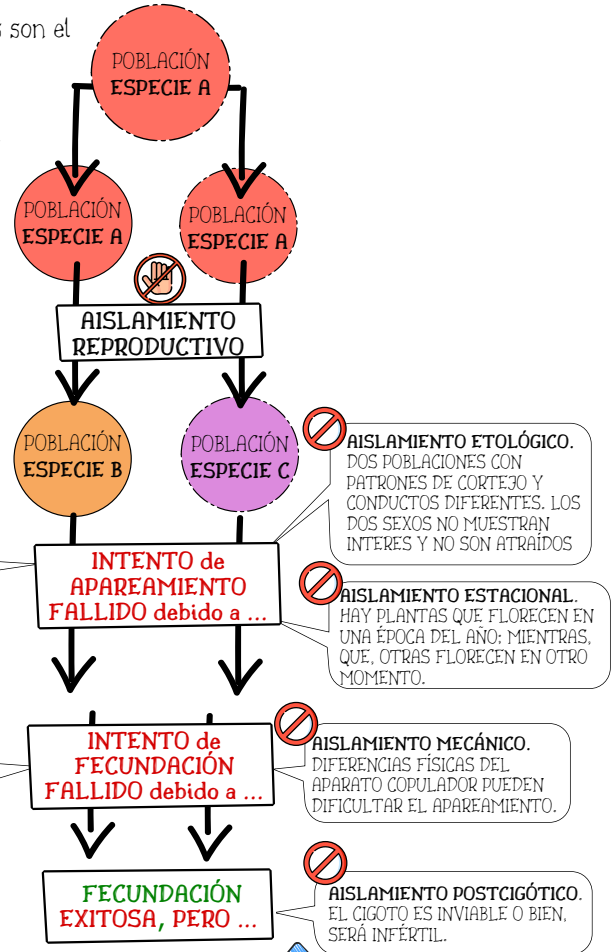
**Mecanismo reproductivo pre-copulativos** o **precigóticos** más relevantes son el aislamiento ecológico, aislamiento etológico, aislamiento estacional, aislamiento gamético y aislamiento mecánico.

**Mecanismo reproductivo post-copulativos** o **poscigóticos** más comunes son la inviabilidad del cigoto y la descendencia fértil.



**AI SLAMIENTO ECOLÓGICO.**  
DOS POBLACIONES CERCANAS QUE NO SE MEZCLAN, PORQUE HAN OCUPADO NICHOS ECOLÓGICOS DISTINTOS. POR EJEMPLO, PULGONES QUE PARASITAN ESPECIES DE PLANTAS DIFERENTES

**AI SLAMIENTO GAMÉTICO.**  
EXISTEN BARRERAS MECÁNICAS O QUÍMICAS QUE IMPIDEN QUE LOS ESPERMATOZOIDES FECUNDEN A LOS ÓVULOS.



## 7.2 Especiación por aislamiento geográfico

La **especiación por aislamiento geográfico** es el proceso evolutivo gradual mediante el cual una especie se divide en dos o más especies diferentes a lo largo del tiempo (de ahí lo de gradual) debido aislamiento geográficos.

### Tipos de especiación por aislamiento geográfico

Una población original de individuos de una especie se transforma de forma gradual a lo largo del tiempo, quedando aislada reproductivamente. Según la causa del aislamiento distinguimos distintos tipos de especiación gradual: especiación alopátrica y especiación simpátrica.

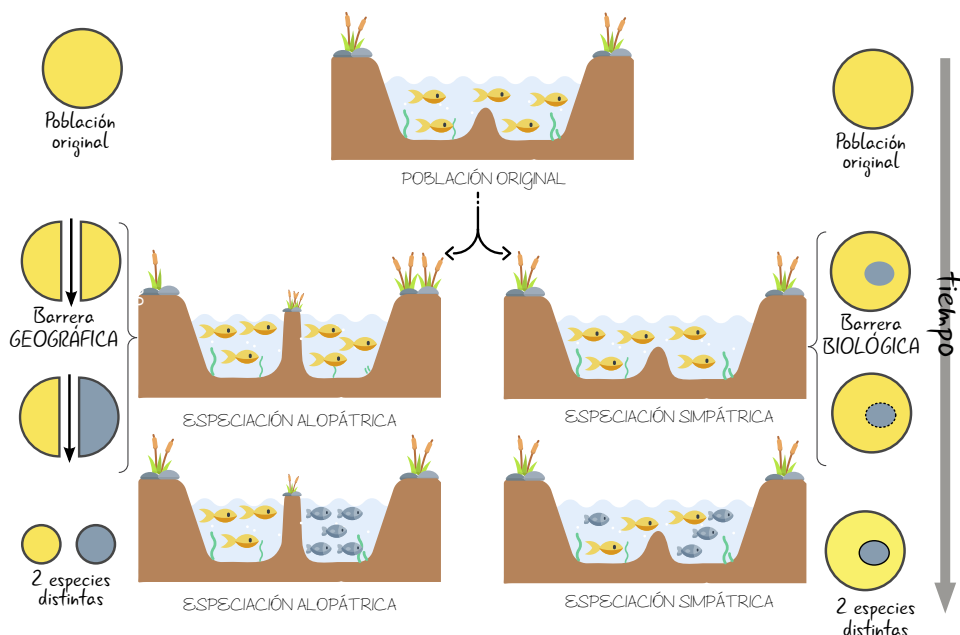
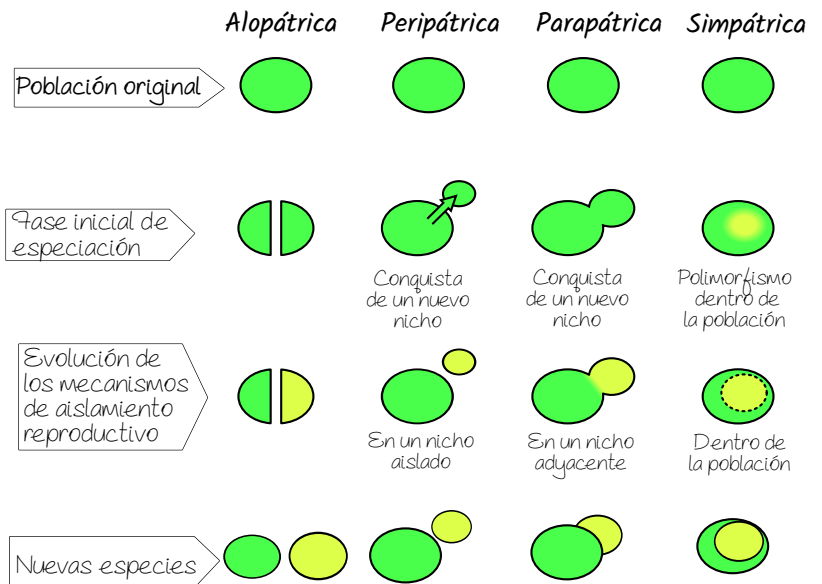
→ **especiación alopátrica** (de allos: otra, y patria: patria). Ocurre cuando la separación geográfica (como una montaña, un río, glaciar o un desierto) aísla a dos poblaciones de la misma especie, lo que impide el flujo genético y da lugar a la divergencia evolutiva

Cada subpoblación sufre unas mutaciones diferentes y se adapta al ambiente local de diferente manera. Al cabo de miles de años presentarán tantas diferencias que aunque se volvieran a poner en contacto, no serían capaces de dar descendientes diferentes. Por ejemplo, cuando una especie coloniza una isla

→ **especiación peripátrica** (de peri: el que camina alrededor de, y patria: patria). Se produce cuando las poblaciones están cercanas, pero lo suficientemente lejanas para formar especies distintas

→ **especiación parapátrica** (de para: a lo largo de, y patria: patria). Sucede cuando las poblaciones están en contacto, pero tienen diferentes nichos ecológicos que favorecen adaptaciones distintas.

→ **especiación simpátrica** (de sym: misma, y patria: patria). Tiene lugar cuando hay una subdivisión del hábitat sin barreras físicas evidentes, lo que lleva al desarrollo de diferentes estrategias reproductivas entre los individuos..



### 7.3 Especiación por aislamiento cuántica o instantánea

La **especiación cuántica, saltacionista o instantánea** es aquella en la que una población original de individuos de una especie se transforma en otra especie en una sola generación de forma instantánea (súbitamente) debido a un cambio en el número de cromosomas, quedando aislada reproductivamente. Este fenómeno contradice la teoría sintética según la cual la especiación requiere cambios graduales y continuos, por acumulación de mutaciones a lo largo del tiempo, de generación en generación.

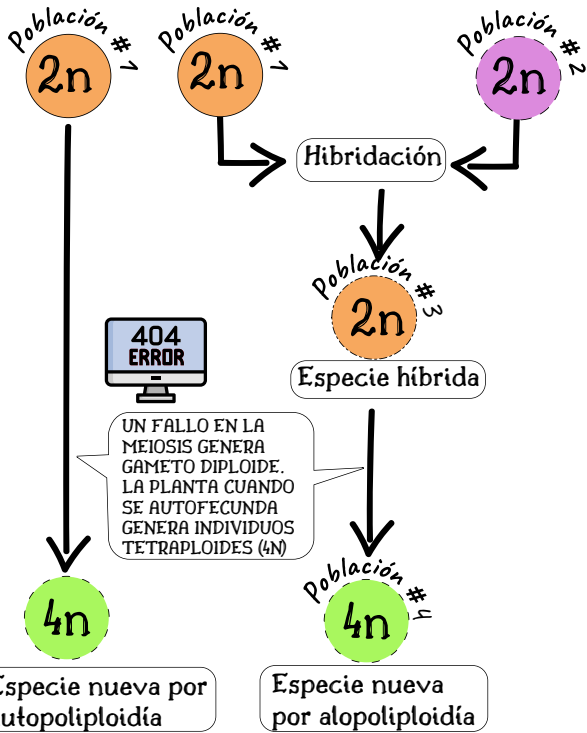
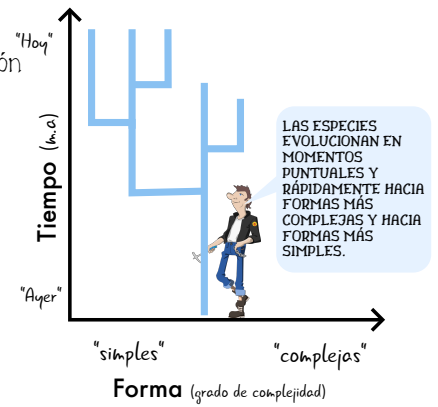
#### Tipos de especiación por aislamiento cuántico

Hay dos tipos de especiación cuántica: autopoliploidía y alopoliploidía.

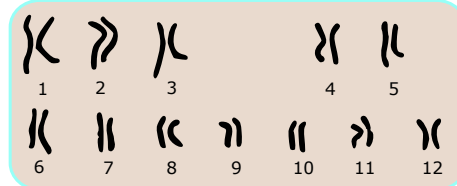
✳️ **Autopoliploidía.** Una especie genera gametos diploides ( $2n$ ) y tras la fecundación aparecen organismos tetraploides ( $4n$ ), los cuales no podrán cruzarse con las especies originales y, por tanto, constituyen especies nuevas.

✳️ **Alopoliploidía.** Dos especies distintas generan una especie híbrida, cuyos individuos generan por error en la meiosis gametos  $2n$ . Tras la fecundación aparecen organismos tetraploides ( $4n$ ), los cuales no podrán cruzarse con las especies originales y, por tanto, constituyen especies nuevas.

#### PUNTUALISMO



#### Cariotipo DIPLOIDE



( $2n = 24$ )

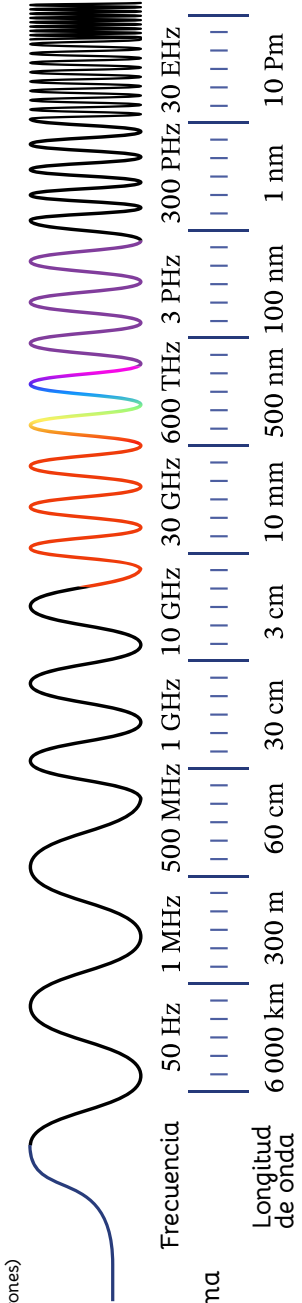


#### Cariotipo TETRAPLOIDE



( $4n = 48$ )

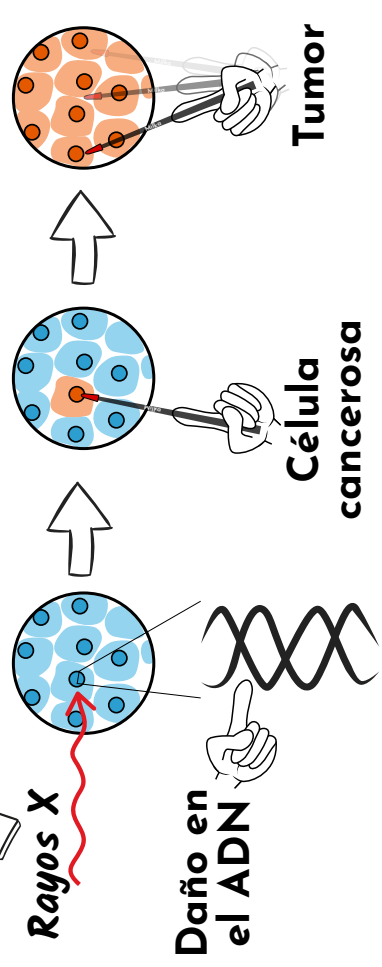
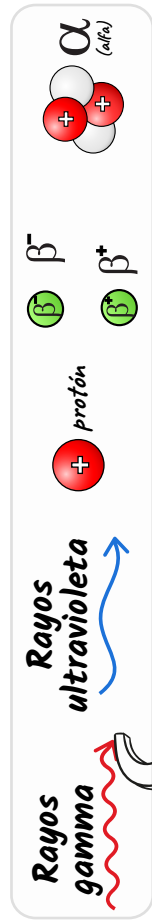
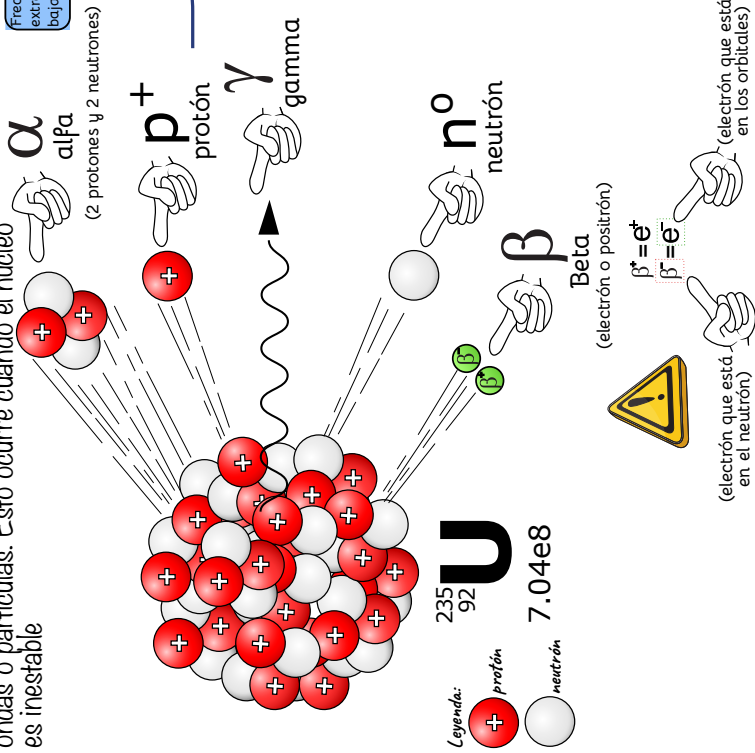
# Energía



# ANEXO I

## Radioactividad natural

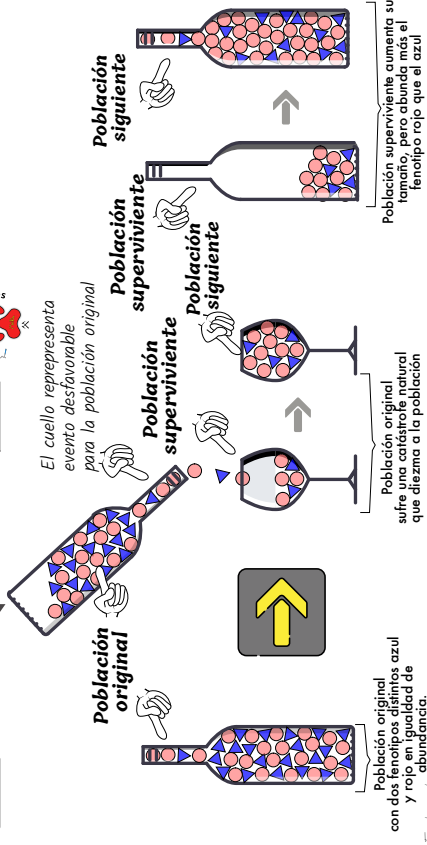
La radiación es la emisión de energía en forma de ondas o partículas. Esto ocurre cuando el núcleo es inestable





# ANEXO II

## Deriva genética: Efecto cuello de botella



El caso de la castaña de mar y la hiena marroquí sufrió el efecto botella debido a la caza excesiva.

- El fenotipo marroquí de la hiena se redujo a un 10% de su tamaño original.
- El fenotipo de la castaña de mar se redujo a un 10% de su tamaño original.
- El fenotipo de la castaña de mar se redujo a un 10% de su tamaño original.

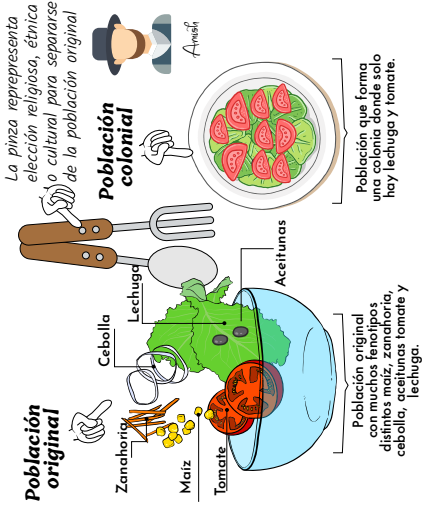
El caso de la castaña de mar y la hiena marroquí sufrió el efecto botella debido a la caza excesiva.

El fenotipo marroquí de la hiena se redujo a un 10% de su tamaño original.

El fenotipo de la castaña de mar se redujo a un 10% de su tamaño original.

El fenotipo de la castaña de mar se redujo a un 10% de su tamaño original.

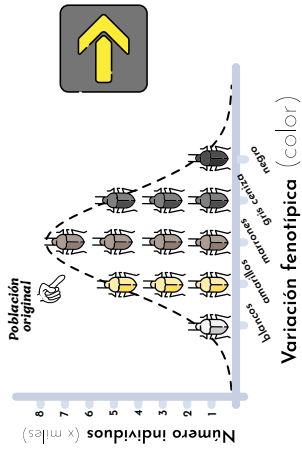
## Deriva genética: Efecto fundador



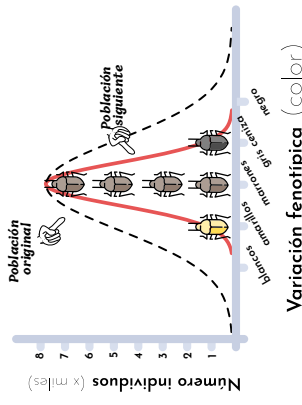
Es el caso de:

- Los inmigrantes Amish y Peshawani en EE.UU.
- Las poblaciones nativas que habitan en el NEP de los Andes con descendientes de solo 70 individuos que cruzaron el puente terrestre entre Asia y América del Norte.

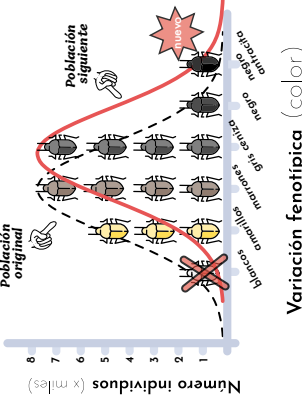
## Deriva genética: Efecto cuello de botella



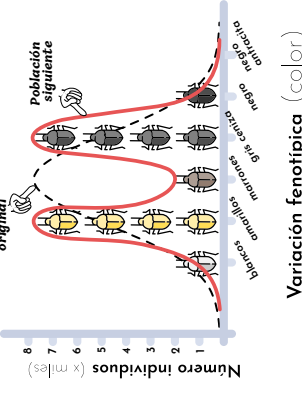
## Selección estabilizadora



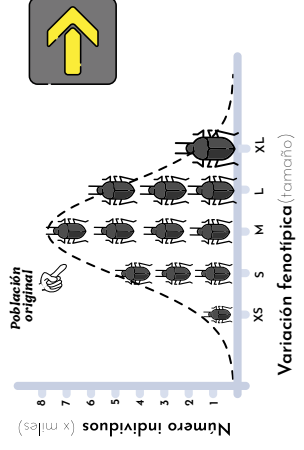
## Selección direccional



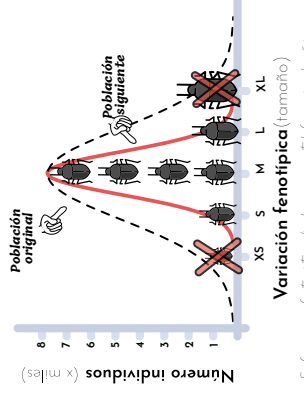
## Selección disruptiva



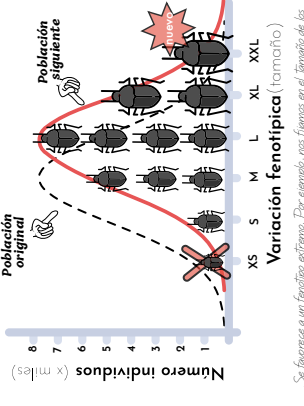
## Deriva genética: Efecto cuello de botella



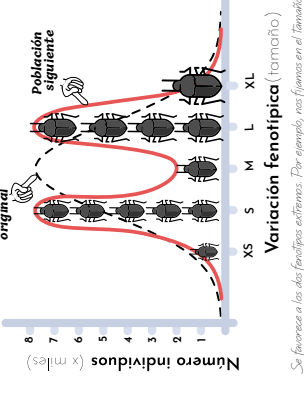
## Selección estabilizadora



## Selección direccional



## Selección disruptiva



Se favorece a un fenotipo intermedio que aumenta la frecuencia en la próxima generación. Por ejemplo, nos fijamos en el tamaño de los escarabajos. Los escarabajos de pequeño tamaño corren poco y los escarabajos de gran tamaño se comen más fácilmente por los depredadores. Los escarabajos de gran tamaño se comen más fácilmente por los depredadores.

Se favorece a un fenotipo extremo. Por ejemplo, nos fijamos en el tamaño de los escarabajos. Los escarabajos de pequeño tamaño corren poco y los escarabajos de gran tamaño se comen más fácilmente por los depredadores. Los escarabajos de gran tamaño se comen más fácilmente por los depredadores.

Se favorece a los dos fenotipos extremos. Por ejemplo, nos fijamos en el tamaño de los escarabajos. Los escarabajos de pequeño tamaño corren poco y los escarabajos de gran tamaño se comen más fácilmente por los depredadores. Los escarabajos de gran tamaño se comen más fácilmente por los depredadores.