

A detailed 3D rendering of a biological structure, possibly a plant stem or root, showing a central axis with numerous small, rounded, purple and blue cells. The structure is surrounded by a network of thin, yellow and red fibers. The background is dark with some blurred light spots.

Kameliya Petrunova

**BIOLOGÍA
Y EDUCACIÓN
SANITARIA**

10^o

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ПРОГРАМА

„Разработване на учебни помагала за обучение по общообразователни учебни предмети на чужд език, оценяване и одобряване на проекти на учебни помагала за подпомагане на обучението, организирано в чужбина, на проекти на учебници и на проекти на учебни комплекти“

МОДУЛ

„Разработване на учебни помагала за обучение по общообразователни учебни предмети на чужд език“

10.
КЛАС

**Биология
и здравно
образование**

Учебно помагало

Разработено от авторски екип
към 164. гимназия с преподаване
на испански език „Мигел де Сервантес“ – София

АЗ.БУКИ

Национално издателство за образование и наука

Биология и здравно образование за 10. клас на испански език

Учебно помагало, разработено от авторски екип към 164. гимназия с преподаване на испански език „Мигел де Сервантес“ – София, 2021 г.

Автор на текста: Камелия Спасова Петрунова, 2021 г.

Езиков консултант: Мария Нончева Папазова 2021 г.

Графичен дизайн: Доротея Миланова, 2021 г.

Автор на илюстрациите: Доротея Йорданова Миланова, 2021 г.

Автор на корицата: Доротея Миланова, 2021 г.

Национално издателство за образование и наука „Аз-буки“

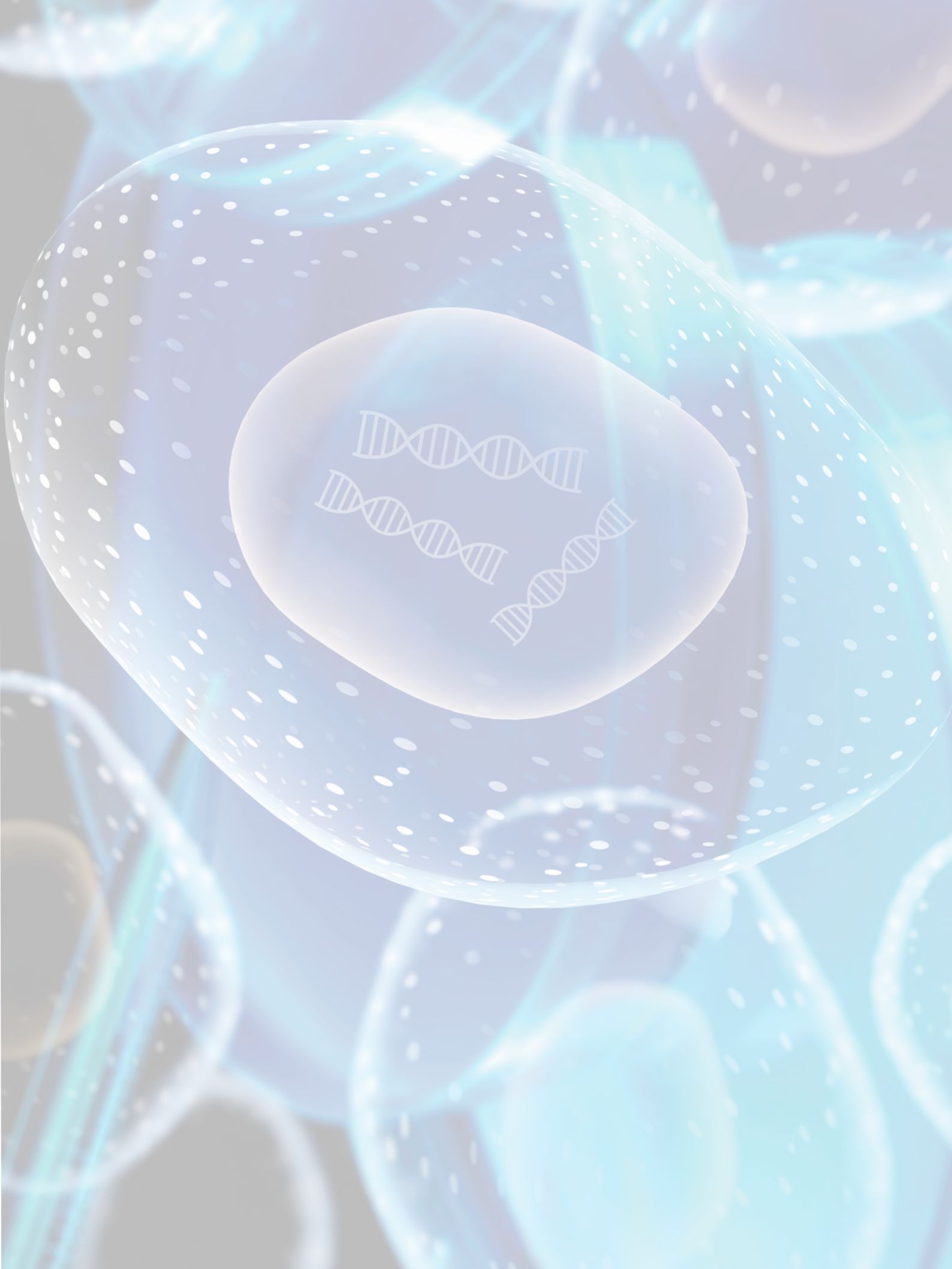
1113 София, бул. „Цариградско шосе“ 125, бл. 5,

тел. 02/4250470; E-mail: azbuki@mon.bg; web: www.azbuki.bg; www.azbuki.eu

Първо издание, 2021 г.

Формат: 210x280 мм; 176 страници

ISBN: 978-619-7667-07-3



Autor:
Kameliya Petrunova

Consultora de lengua:
Mariya Papazova

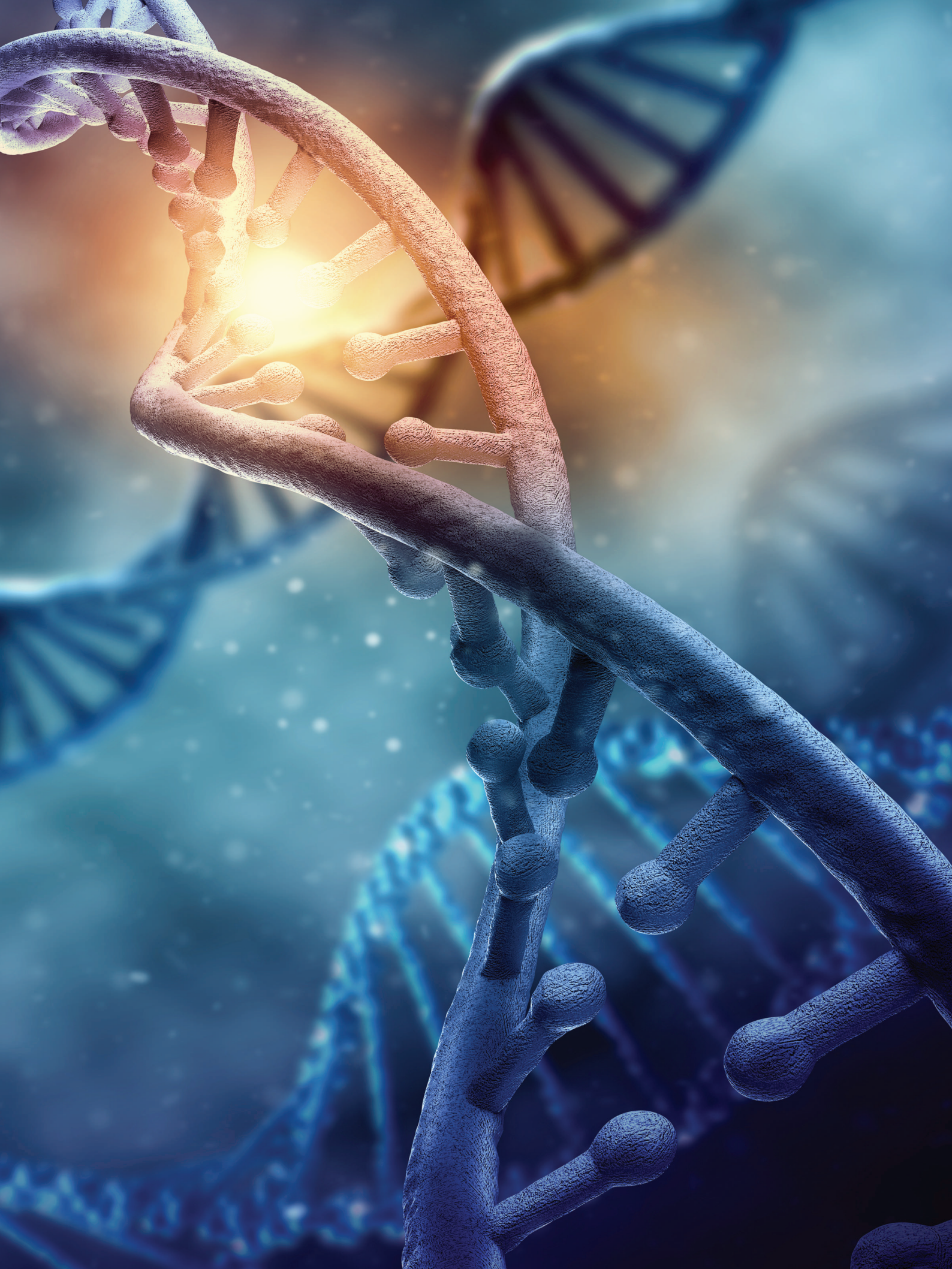
Diseño gráfico:
Dorotea Milanova

10^o

C O N T E N I D O


I. ORGANISMO MULTICELULAR.....	7
Herencia y variabilidad.....	8
1. La genética como ciencia biológica.	
Conceptos básicos de la genética.....	8
2. Cruzamiento monohíbrido. Primera y segunda ley de Mendel.....	12
3. Cruzamiento dihíbrido. Tercera ley de Mendel.....	16
4. Interacciones genéticas. Interacciones alélicas.....	18
5. Interacciones no alélicas.....	20
6. Determinación del sexo.....	24
7. Variabilidad. Variabilidad fenotípica (modificaciones).....	28
8. Variabilidad genotípica. Mutaciones.....	30
9. Genética humana. Métodos en la genética humana.....	34
10. Enfermedades humanas hereditarias.....	38
11. Herencia y variabilidad. Control y evaluación.....	42
Reproducción, crecimiento y desarrollo individual.....	46
12. Reproducción en animales.....	46
13. Procesos sexuales en animales y humanos.	
Gametogénesis y fecundación.....	50
14. Desarrollo individual de animales y humanos. Desarrollo embrionario.....	54
15. Desarrollo postembrionario de animales y humanos.....	58
16. Reproducción, crecimiento y desarrollo individual.	
Control y evaluación.....	62
II. BIOSFERA.....	69
Población, biocenosis, ecosistema.....	70
17. Naturaleza de la ecología. Niveles de organización de la materia viva.....	70
18. Población: tipos, composición y estructura.....	74
19. Biocenosis: tipos y composición.....	78
20. Estructura de la biocenosis. Nicho ecológico.....	80
21. Ecosistema: tipos y productividad.....	84

22. Desarrollo del ecosistema.....	86
23. Ciclos biogeoquímicos y flujo de energía.....	90
24. Biosfera.....	94
25. Población, biocenosis , ecosistema, biosfera. Control y evaluación.....	98
Factores ecológicos.....	102
26. Hábitat y factores ecológicos.....	102
27. Factores abióticos: luz, temperatura y aire.....	104
28. Factores abióticos: agua y suelo.....	108
29. Factores bióticos.	
Relaciones entre las poblaciones de las diferentes especies.....	112
30. Factores antropogénicos.....	116
III. EVOLUCIÓN BIOLÓGICA.....	121
Origen y desarrollo de la materia viva.....	122
31. Hipótesis sobre el origen de la vida.....	122
32. Desarrollo de la idea evolutiva.....	125
33. Teoría de la evolución de Darwin.....	128
34. Teoría moderna de la evolución. Microevolución.....	130
35. Selección natural.....	132
36. Especie. Criterios de especie.....	134
37. Formación de las especies.....	136
38. Macroevolución.....	140
39. Direcciones básicas y caminos del proceso evolutivo.....	144
40. Origen y desarrollo de la materia viva. Control y evaluación.....	146
Origen y desarrollo del ser humano.....	150
41. Origen y evolución del ser humano.....	150
42. Historia paleontológica del ser humano.....	154
43. Razas humanas.....	160
Evidencias de la evolución biológica.....	162
44. Evidencias paleontológicas de la evolución.....	162
45. Evidencias anatómicas, evidencias fisiológicas, evidencias embriológicas, evidencias moleculares de la evolución.....	166
Glosario.....	172
Fuentes de información y recursos utilizados en el libro.....	174



ORGANISMO MULTICELULAR

 **HERENCIA Y VARIABILIDAD**

 **REPRODUCCIÓN,
CRECIMIENTO Y
DESARROLLO INDIVIDUAL**

1

Las bases de la genética como ciencia fueron sentadas en la segunda mitad del siglo XIX por Gregor Mendel quien, al estudiar las plantas de guisantes, descubrió cierta regularidad en la herencia de los caracteres en la descendencia.

El desarrollo de la genética se divide en tres etapas: la primera etapa es la clásica y tiene su inicio en el año 1900. Las conclusiones, sacadas por Mendel, se redescubren y confirman más tarde. La segunda etapa está relacionada con la creación de la teoría cromosómica de la herencia, definida por Thomas Morgan. Esta teoría prueba que los cromosomas contienen los portadores de la herencia, es decir, los genes. La tercera etapa es la moderna y se relaciona con el estudio de los ácidos nucleicos como estructuras responsables de la conservación, la transmisión y la realización de la información hereditaria en los organismos vivos.

Sujeto de la genética

La genética es una ciencia que estudia las propiedades de la herencia y la variabilidad de los organismos.

La herencia es la propiedad de los organismos a través de la cual los caracteres hereditarios se conservan y se transmiten de generación en generación.

La variabilidad es la propiedad de los organismos de cambiar sus caracteres, dentro de ciertos límites, como también de propiciar la aparición de nuevos caracteres.

La variabilidad y la herencia son propiedades inseparables. Debido a la variabilidad, existe a nuestro alrededor una diversidad de organismos vivos y el mundo biológico está en constante evolución. Debido a la herencia, existe una relativa inmutabilidad de las especies.

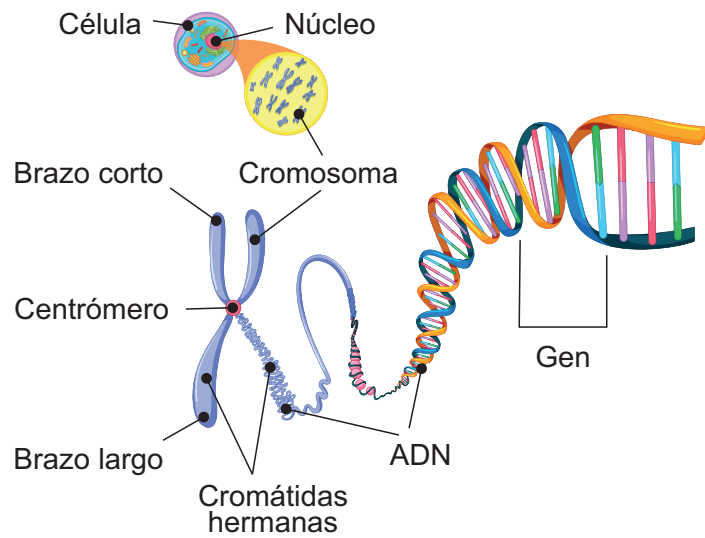
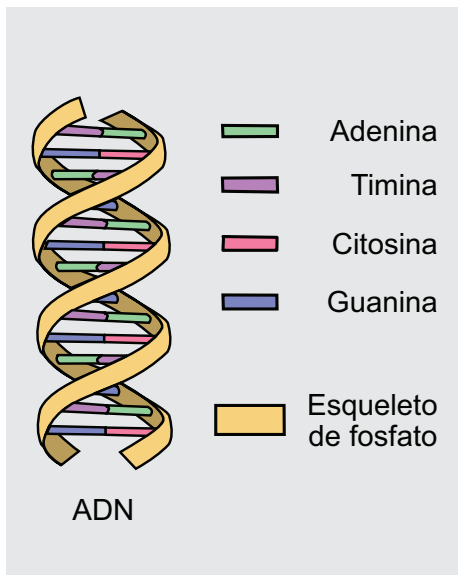
La genética es esta parte de la biología que estudia los genes y los mecanismos que rigen la transmisión de los caracteres hereditarios de una generación a otra, así como todos los factores relacionados con este proceso.

Conceptos básicos de la genética

1. GEN: Fig. 1.

El gen es un segmento del ácido desoxirribonucleico (ADN) con una específica secuencia de nucleótidos que contiene la información





sobre la construcción de una o más cadenas polipeptídicas (proteína) o sobre una molécula del ARN. El gen es la unidad funcional más pequeña de la herencia que pasa de generación en generación. El gen es el factor hereditario que controla un carácter del individuo.

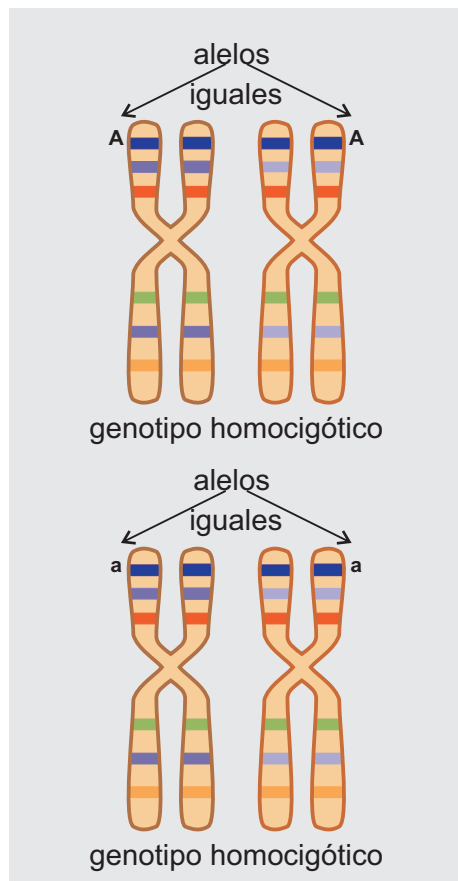
2. LOCUS: es el lugar especial del cromosoma donde se sitúa el gen de cada carácter.

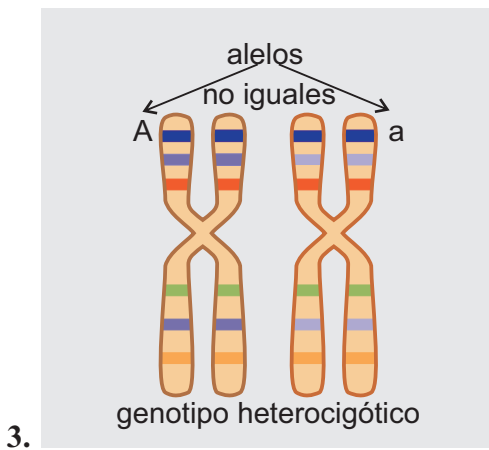
3. ALELOS: son estados estructurales de un gen que difieren en su secuencia de nucleótidos, lo que determina las características alternativas y específicas de un carácter. Los alelos surgen como resultado de mutaciones. Por ejemplo, el gen que regula el color de las semillas de guisantes tiene dos alelos: uno que determina el color verde y otro que determina el color amarillo. En los organismos diploides, resultantes de la fusión de dos gametos, un gen tiene dos alelos, uno del óvulo y otro del espermatozoide. Por lo tanto, cada carácter suele estar representado por dos alelos. Dependiendo de su expresión en el fenotipo, los alelos se pueden dividir en:

Alelos dominantes: se representan con letras mayúsculas **A, B**. Aparecen fenotípicamente tanto en estado homocigoto **AA, BB** como en estado heterocigoto **Aa, Bb**.

Alelos recesivos: se representan con letras minúsculas **a, b**. Aparecen en el fenotipo solo en ausencia de alelos dominantes. Por lo tanto, aparecen fenotípicamente solo en un estado homocigoto **aa, bb**.

4. ORGANISMO HOMOCIGÓTICO: tiene dos alelos iguales de un gen para un carácter determinado. **Fig. 2.**





5. ORGANISMO HETEROCIGÓTICO: tiene dos alelos distintos de un gen para un carácter determinado. **Fig. 3.**

6. LÍNEA PURA: es el individuo que mantiene la misma característica constante y es homocigoto **AA** o **aa**.

7. GENOTIPO: es el conjunto de genes, dominantes y recesivos, de un individuo, heredado de sus progenitores.

8. FENOTIPO: es el conjunto de los caracteres manifestados de un individuo. El fenotipo es resultado del genotipo y de los factores externos que influyen en su manifestación.

9. ALELISMO MÚLTIPLE: es un estado en que un gen está representado por más de dos alelos. Por ejemplo, los grupos sanguíneos AB0 del ser humano se determinan por tres alelos de un gen.

10. HIBRIDACIÓN: es el cruzamiento por reproducción sexual de dos organismos de la misma especie que difieren en uno o más caracteres. La descendencia se denomina híbrida.

11. MUTACIÓN: es un cambio espontáneo e impredecible en la secuencia de los nucleótidos del ADN, que provoca un cambio respectivo en las características de un organismo, cuya transmisión a la descendencia no es obligatoria.

12. AUTOSOMA: es cualquier cromosoma somático que no sea sexual.

13. CROMOSOMAS HOMÓLOGOS: es un par de cromosomas, proporcionados por los padres que son idénticos en cuanto a su tamaño, forma y contenido genético.

14. HETEROCROMOSOMAS: son los cromosomas en los que la estructura y las manifestaciones genéticas son diferentes. Desempeñan una función específica al definir las características físicas y funcionales del individuo. Por ejemplo, cromosomas sexuales que son responsables de la determinación del sexo (XX en la mujer, XY en el hombre).

15. GENOMA: es un conjunto de cromosomas en las células haploides en el que hay un cromosoma de todos los pares de cromosomas homólogos.

ACTIVIDADES

1. Expliquen la diferencia entre un gen y un alelo.
2. Expliquen el concepto de fenotipo.
3. Expliquen cuáles son los factores que afectan al genotipo y al fenotipo.
4. Escriban las palabras que faltan en el texto para obtener una afirmación correcta:

El gen es una parte del _____, con una secuencia específica de nucleótidos, que contiene información sobre la síntesis de _____.

Los alelos surgen como resultado de _____

La condición, en la que un gen está representado por tres, cuatro o más alelos, se llama _____.

5. Hagan un estudio de la aplicación práctica de la genética moderna.

2

cruzamiento recíproco, proporción genotípica, proporción fenotípica, cruzamiento prueba

Mendel, al estudiar las plantas de guisantes, descubre y explica los patrones en la herencia de ciertos caracteres como, por ejemplo, la coloración de las semillas, la forma de su vaina (la superficie de las semillas), el color de las flores, etc. Formula tres leyes genéticas que siguen siendo vigentes hasta la actualidad. **Fig. 1.**















A fin de representar los resultados, obtenidos del cruzamiento, se utilizan los siguientes símbolos: los padres se designan con la letra latina P, el individuo femenino se coloca primero, seguido por el individuo masculino. Entre el individuo por línea materna y línea paterna se coloca un signo de cruce – x. Los gametos de las formas parentales se indican con la letra latina G. Las generaciones derivadas se señalan con la letra latina F. El orden de la generación híbrida viene marcado mediante un índice numérico: F₁, F₂, F₃, etc.

Cruzamiento monohíbrido. Primera y segunda ley de Mendel

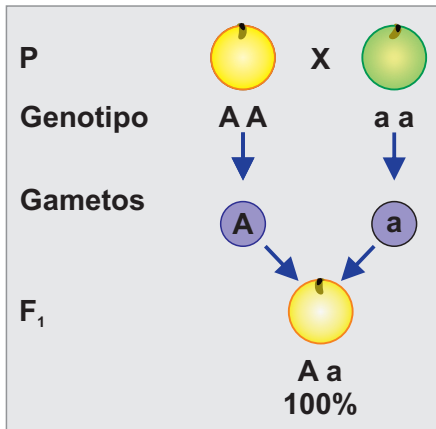
Cruzamiento monohíbrido

Cruzamiento, en el que se rastrea la herencia de un par de caracteres alternativos, se denomina monohíbrido.

Mendel inició sus experimentos rastreando la herencia de un carácter – el color de las semillas. Él cruza dos plantas homocigotas de guisantes (líneas puras) que difieren en el color de las semillas.

Semilla		Flor	Vaina		Tallo	
Forma	Cotiledones	Color	Forma	Color	Lugar	Tamaño
						
Gris y Redonda	Amarilla	Blanco	Llena	Amarillo	Vainas axilares. Las flores crecen a los lados.	Largo (~3m)
						
Blanca y Arrugada	Verde	Violeta	Constreñida	Verde	Vainas terminales. Las flores crecen en la cúspide	Corto (~30cm)
1	2	3	4	5	6	7

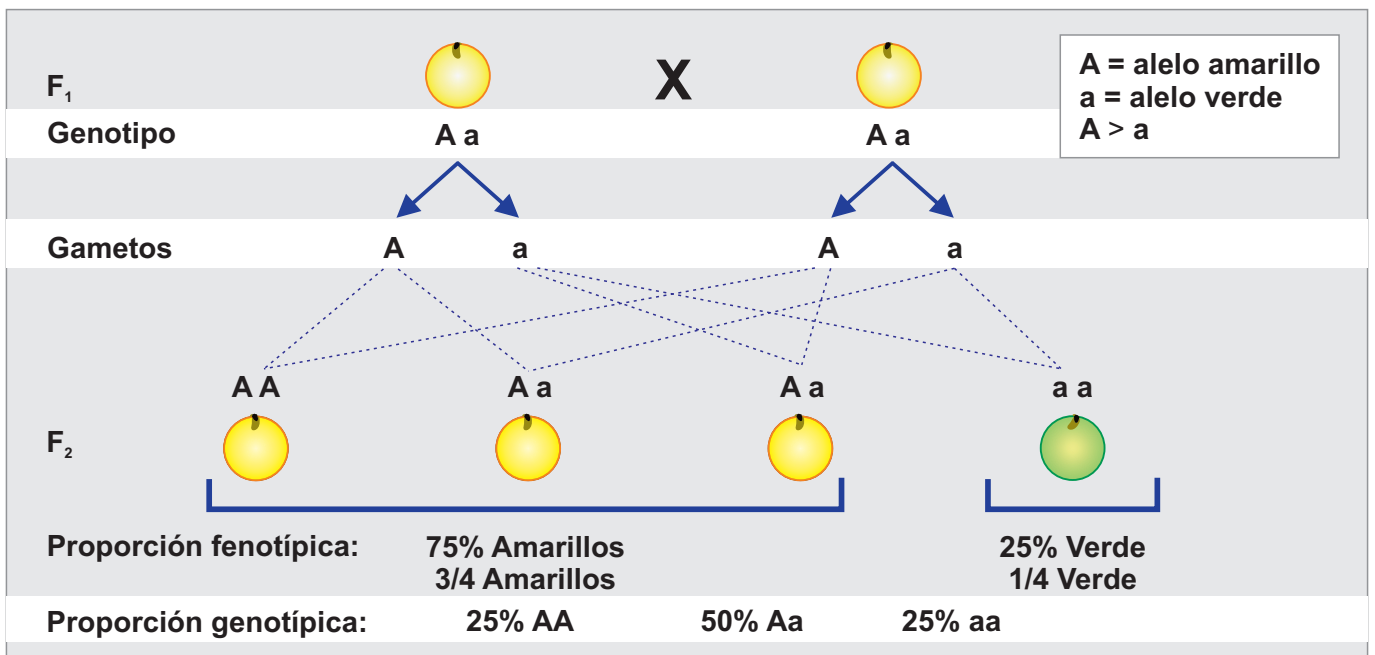
Una planta produce semillas amarillas – carácter dominante (AA) y la otra – semillas verdes – carácter recesivo (aa). Estas plantas son progenitoras (P). Todos los individuos de F₁ son heterocigotos (Aa) y tienen semillas de color amarillo. Mendel denominó este carácter dominante.



Mendel también realizó un cruzamiento recíproco. En el primer intento, el carácter dominante – el color amarillo de las semillas – es introducido por el gameto de la madre y, en el segundo intento, el carácter dominante es introducido por el gameto del padre. El resultado es siempre el mismo. Todos los individuos de la primera generación son iguales entre sí – tienen semillas amarillas de guisantes. Esto es posible solo si los organismos parentales son líneas puras (AA y aa en este caso) y forman un tipo de gametos. Fig. 2.

Primera ley de Mendel o la ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial

Luego de la autopolinización de las plantas F₁, que son individuos heterocigotos (diploides con dos alelos diferentes del mismo gen: Aa), Mendel observa el siguiente resultado. En F₂ hay plantas con semillas tanto amarillas como verdes en una proporción cuantitativa de 3:1, es decir, el fenotipo de 3/4 partes de las plantas son



semillas amarillas, pero 1/4 parte de ellas tienen genotipo AA y 2/4 partes – Aa. El fenotipo de 1/4 parte de las plantas son semillas verdes y su genotipo es aa. También aparece el segundo carácter que él denomina recesivo. **Fig. 3.** En F₂ la segregación por fenotipo está en la proporción de 3:1 y por genotipo – de 1:2:1.

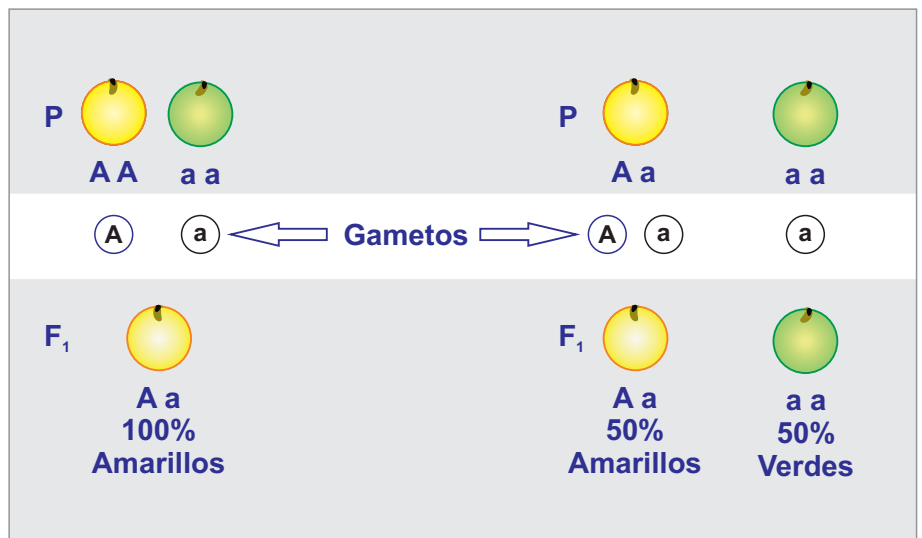
Esta regularidad se conoce como **Segunda ley de Mendel o la ley de la segregación de la segunda generación filial.**

La ley establece que:

1. Cada gameto contiene un solo alelo por gen.
2. Cada carácter del cuerpo está determinado por dos alelos, uno de cada progenitor, que pueden ser homocigotos o heterocigotos.
3. Esto permite que los alelos materno y paterno se combinen en la descendencia, proporcionando diversidad.

Cruzamiento prueba

El cruzamiento prueba se realiza entre dos individuos. Uno de ellos tiene carácter dominante, pero su genotipo debe determinarse (o es Aa heterocigoto o es AA homocigoto), y el otro individuo es homocigoto de carácter recesivo. Si el individuo con un genotipo indeterminado es heterocigoto – Aa, la proporción fenotípica de la descendencia será del 50% al 50%. Si el individuo con un genotipo indeterminado es homocigoto – AA, el 100% de la descendencia tendrá un fenotipo dominante. El cruzamiento prueba se utiliza para determinar el genotipo de individuos con caracteres dominantes. **Fig. 4.**



ACTIVIDADES

1. Expliquen el cruzamiento monohíbrido:

a/ al definir el proceso.

b/ al comparar los individuos de F_1 y F_2 según su fenotipo y genotipo.

c/ al explicar por qué en F_2 los caracteres se manifiestan.

2. ¿Cuáles serán los posibles genotipos de los hijos de padres de ojos marrones (carácter dominante) que son heterocigotos para este carácter? Marquen en un esquema el cruzamiento, los genotipos de los padres, sus gametos y los genotipos de los hijos.

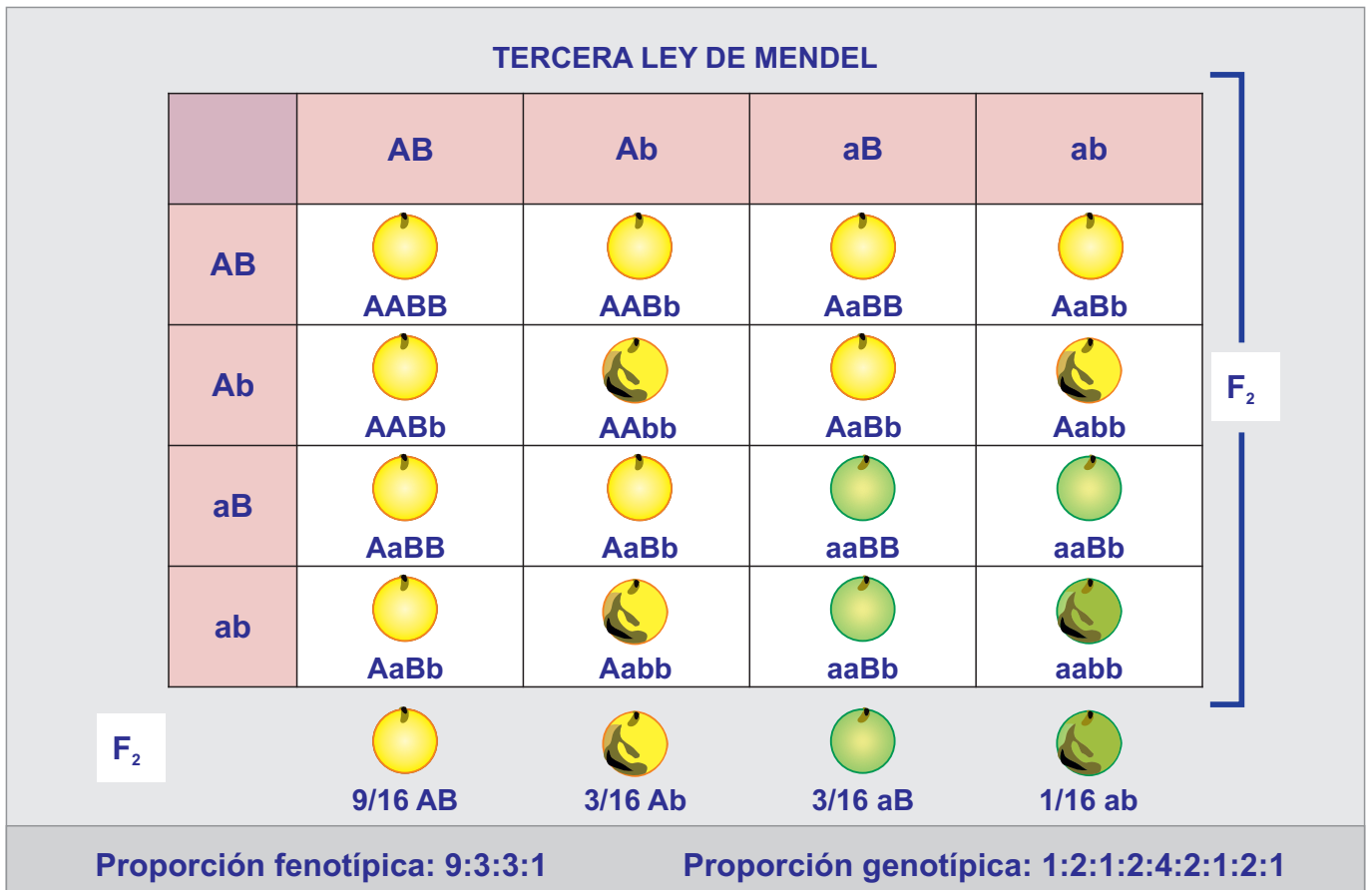
3. Investiguen la aplicación y la importancia del cruzamiento prueba en la agricultura. Escriban un texto breve.

3

**cuadro de Punnett, cromosomas homólogos,
cromosomas heterólogos**

Cruzamiento, en el que se rastrea la herencia de dos pares de caracteres alternativos, se llama dihíbrido. Los híbridos resultantes se denominan dihíbridos.

Para explicar las regularidades del cruzamiento dihíbrido, Mendel examina dos pares de caracteres alternativos en las plantas de guisantes: color de la semilla: amarillo dominante – **A** y verde recesivo – **a**; superficie de la semilla: lisa dominante – **B** y arrugada recesiva – **b**. Cruza líneas puras (homocigotas) parentales: una con semillas amarillas y lisas – **AABB** y la otra con semillas verdes y arrugadas – **aabb**. Todos los individuos de F_1 son diheterocigotos con caracteres dominantes – **AaBb**, tienen semillas amarillas y lisas y forman cuatro tipos de gametos con las siguientes combinaciones de alelos de los dos genes: **AB**, **Ab**, **aB** y **ab**. Después de la autopolinización y la fecundación se obtienen los siguientes resultados en F_2 que se indican en el cuadro de Punnett. **Fig. 1.**



1.

Puesto que los alelos dominantes prevalecen sobre los recesivos, existen cuatro clases fenotípicas: $9/16(A_B_)$ son semillas amarillas y lisas, $3/16(A_bb)$ son amarillas y arrugadas, $3/16(aaB_)$ son verdes y lisas y $1/16(aabb)$ es verde de superficie arrugada. La proporción fenotípica es de: 9:3:3:1.

La superficie de la semilla se hereda independientemente de su color. El cruzamiento dihíbrido se puede considerar como dos cruzamientos monohíbridos. La proporción cuantitativa de la manifestación de los caracteres en F_2 en el cruzamiento dihíbrido es resultado, obtenido por la interacción entre las proporciones de manifestación de los dos caracteres por separado $(3:1) \times (3:1) = 9:3:3:1$.

Tercera ley de Mendel o ley de la transmisión independiente de los caracteres

Los alelos de los genes se combinan en los gametos de los individuos de diferentes formas y los caracteres se heredan independientemente el uno del otro.

Esta ley es válida solo cuando los genes, que determinan los caracteres, se encuentran en diferentes cromosomas (no homólogos).

ACTIVIDADES

1. Definan las leyes de Mendel. _____

2. Escriban los gametos que forman individuos con los siguientes genotipos: $PPrr$, $ppRr$, $Pprr$, $pprr$. _____

3. Escriban la proporción genotípica de los caracteres por cruzamiento dihíbrido.

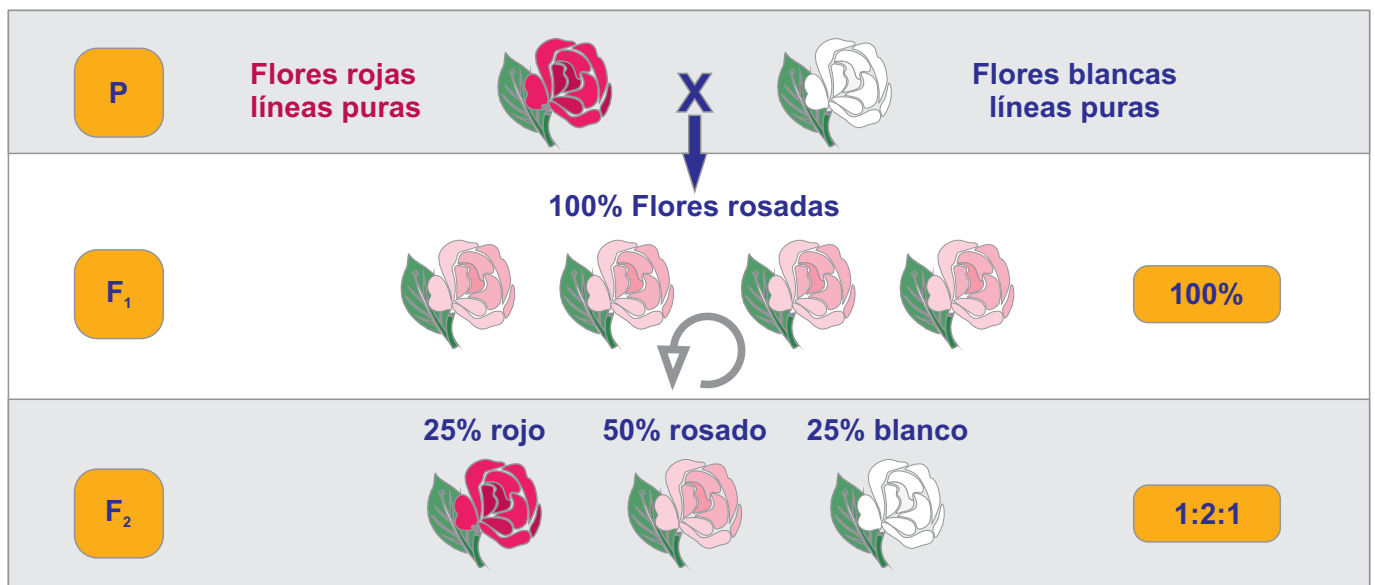
4

El genotipo es un conjunto de genes que interactúan entre sí de forma indirecta a través de las proteínas de cuyas síntesis son responsables. Hay dos tipos de interacciones genéticas: interacción entre dos alelos del mismo gen – interacciones alélicas e interacción entre alelos de diferentes genes – interacciones no alélicas.

Interacciones alélicas:

Dominancia completa: la forma más frecuente de interacción alélica. El alelo dominante reprime por completo la manifestación fenotípica del alelo recesivo. Codifica un producto funcional (proteína) y, en este caso, el alelo recesivo no se manifiesta. Los experimentos con plantas de guisantes, que prueban la Primera ley de Mendel, son ejemplos elocuentes de esta interacción. El resultado es que en F_1 los individuos son iguales entre sí y en F_2 la proporción fenotípica es de 3:1, mientras que la proporción genotípica es de 1:2:1.

Dominancia incompleta (intermedia): interacción alélica en la que ningún alelo es dominante sobre el otro. Al cruzar una planta con flores rojas, es decir, variedad roja homocigótica (R^1R^1), con variedad blanca homocigótica (R^2R^2), las plantas heterocigotas en F_1 (R^1R^2) tendrán solo flores rosadas (valor medio del carácter – fenotipo intermedio). Si cruzamos plantas con flores rosadas, en F_2 obtendremos proporción genotípica y proporción fenotípica de 1:2:1. **Fig. 1.**



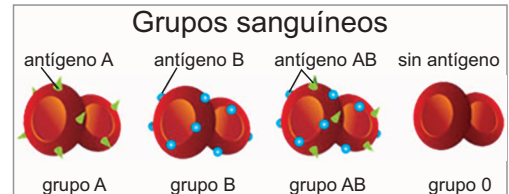
1.

Alelos múltiples Grupo sanguíneo humano	
Grupo sanguíneo	Genotipos posibles
A	A A, A 0
B	B B, B 0
AB	A B
O	0 0

2.

Codominancia: interacción alélica en la que en individuos heterocigotos los dos alelos dominantes de un gen (I^A y I^B), cuando están en un genotipo común, se manifiestan fenotípicamente de forma completamente independiente. Por ejemplo, en los humanos existe un gen con tres alelos que determinan los grupos sanguíneos.

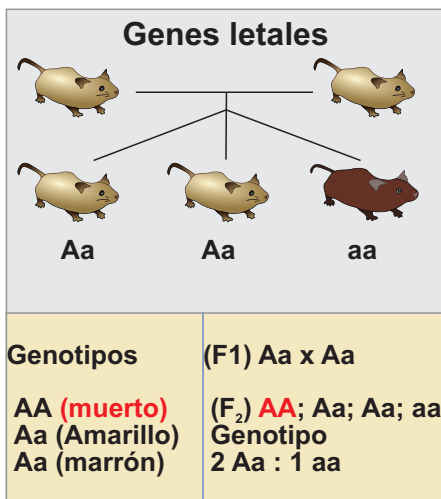
alelo I^A (dominante)
alelo I^B (dominante)
alelo I^O (recesivo)



Los alelos I^A y I^B son codominantes entre sí y su principal característica consiste en codificar la síntesis de las diferentes proteínas en la sangre. El alelo I^O es recesivo y no tiene manifestación fenotípica. **Fig. 2.**

Letalidad (Interacción letal): interacción alélica que, en un estado homocigoto (AA o aa), conduce a una disminución de la vitalidad o a la muerte de los individuos.

Un ejemplo de alelo, que afecta la supervivencia en ratones, es el alelo dominante letal (A) que determina el color amarillo de su pelaje. Cuando ratones amarillos (Aa) se cruzan con ratones normales (marrones – aa), la mitad de la descendencia es de color amarillo y el color de la otra mitad es marrón. Al cruzar dos ratones amarillos heterocigotos, nacen ratones amarillos y marrones en una proporción fenotípica de 2:1 en lugar de 3:1. La proporción genotípica también se transforma de 1:2:1 en 2:1. Este es un ejemplo de letalidad en el que un determinado genotipo (AA) hace que el organismo no pueda sobrevivir. **Fig. 3.**



3.

ACTIVIDADES

- La manifestación de caracteres por fenotipo en F_2 en cruzamientos monohíbridos con dominancia completa está en la proporción: _____
- En la familia nace un niño con grupo sanguíneo A. Determinen el posible genotipo de los padres.
a/ $I^A I^A \times I^A I^O$ b/ $I^A I^O \times I^A I^B$ c/ $I^A I^O \times I^O I^O$ d/ $I^A I^A \times I^B I^O$
- En qué interacciones alélicas hay coincidencia tanto en el fenotipo como en el genotipo. Den ejemplos específicos y escríbanlos.
- Encuentren ejemplos de interacción letal, tanto dominante como recesiva, en humanos.

5

La interacción no alélica es la interacción entre alelos de diferentes genes, lo que provoca un efecto inesperado, es decir, la aparición de un nuevo carácter. Las interacciones más frecuentes entre alelos de diferentes genes son: complementarias, epistáticas (supresoras) y poligénicas (sumatorias).

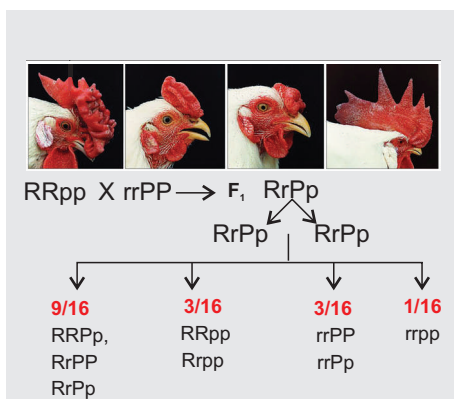
Interacción complementaria: interacción en la que los alelos dominantes de dos genes diferentes en un genotipo común se complementan, conduciendo a la aparición de un nuevo fenotipo (manifestación de un nuevo carácter) en la generación híbrida, que es diferente al fenotipo de los padres.

En la interacción complementaria, la proporción fenotípica de 9:3:3:1 se puede encontrar en otras variantes como: 9:7; 9:6:1; 9:3:4.

Un ejemplo de interacción complementaria es la herencia de la forma de la cresta de los gallos y las gallinas (cresta en forma de nuez, de rosa, de guisante y de hoja – simple) al cruzar diferentes razas de gallinas. Dos genes afectan a este carácter. El alelo dominante de un gen (**R**) determina la forma de rosa de la cresta y el alelo dominante del otro gen (**P**), determina la forma de guisante. Los alelos recesivos de los dos genes (**r** y **p**) no tienen expresión. Al cruzar gallinas de línea pura, que tienen cresta en forma de rosa, (RRpp) con gallos de línea pura con cresta en forma de guisante (rrPP), los híbridos F₁ tendrán cresta de nuez (RrPp). Los individuos de F₁ son diheterocigotos y forman cuatro tipos de gametos. Cuando se cruzan en F₂, aparecen cuatro formas fenotípicas de la cresta: nuez (R_P_), rosa (R_pp), guisante (ggP_) y hoja – simple, (ggrr) en una proporción fenotípica de 9:3:3:1.

Este resultado evidencia que la forma de la cresta está determinada por combinaciones de alelos de dos genes diferentes. Cuando los alelos dominantes de los dos genes, en el estado homocigoto o heterocigoto, están en un genotipo común, se complementan entre sí y originan un nuevo carácter: la cresta de nuez (R_P_). La combinación homocigótica de alelos recesivos de ambos genes determina la aparición de la cresta en forma de hoja – simple (ggrr). **Fig. 1.**

1.

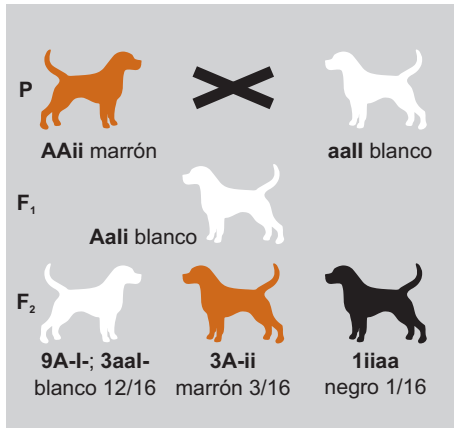


Interacción epistática (supresora): interacción en la que un gen, a través de sus alelos, inhibe la expresión fenotípica de los alelos

de otro gen. Este gen se llama inhibidor. Cuando su alelo dominante en un estado homocigótico (II) o en un estado heterocigótico (Ii) inhibe los alelos de otro gen, la epistasis es dominante. Cuando su alelo recesivo está en un estado homocigótico (ii) e inhibe los alelos de otro gen, entonces la epistasis es recesiva.

Un ejemplo de **epistasis dominante** es la herencia del color del pelaje en algunas razas de perros. El alelo dominante del gen del color del pelaje determina el marrón (A) y su alelo recesivo – el negro (a). El alelo dominante de otro gen no permite la expresión del primer gen. Cuando se cruzan perros de raza línea pura de pelaje marrón (AAii) con perros de pelaje blanco (aaII), en la primera generación todos los individuos tienen pelaje blanco (AaIi) y en F₂ la proporción fenotípica cambia a 12:3:1 – 9(A_I_) y 3(aaI_) = 12 perros de pelaje blanco; – 3(A_ii) perros de pelaje marrón; – 1(aaii) un perro de pelaje negro, porque se manifiesta el alelo recesivo en el estado homocigoto del gen del color del pelaje. **Fig. 2.**

2.










La herencia de las plumas en algunas razas de gallinas también se asocia con la epistasis dominante. En F₂, la proporción de 9:3:3:1 cambia a 13:3. Cuando la epistasis es recesiva, porque el alelo recesivo está en un estado homocigótico (ii), inhibe la expresión de alelos de otro gen y en F₂ la proporción fenotípica es de 9:3:4.

Interacción poligénica: interacción entre dos o más genes en los que sus alelos dominantes, agrupados en un genotipo común, tienen el mismo efecto sobre la formación del carácter. Estos genes se denominan poligénicos y se escriben con la misma letra, pero con diferente índice: A₁, A₂, A₃, etc. La interacción poligénica de los genes es de dos tipos:

Acumulativa: a través de esta interacción se heredan caracteres cuantitativos, como la pigmentación de la piel humana. Cuanto mayor sea el número de alelos dominantes en un genotipo, mayor será la probabilidad de manifestación del carácter. De padres de piel negra (A₁A₁A₂A₂) y piel blanca, (a₁a₁a₂a₂) los niños serán mulatos (A₁a₁A₂a₂) con pigmentación de piel morena. De padres mulatos (A₁a₁A₂a₂) en F₂ nacen niños de diferente tonalidad de piel oscura, así como niños de piel blanca. Se obtienen cinco clases fenotípicas, ya que la proporción fenotípica es de 1:4:6:4:1. **Fig. 3.**

HERENCIA POLIGÉNICA O CUANTITATIVA

A: piel oscura a: piel clara B: piel oscura b: piel clara A > a B > b	Progenitores (P)	$A_1a_1 A_2a_2$  mulato		X	$A_1a_1 A_2a_2$  mulata	
	Gametos	A_1A_2 A_1a_2 a_1A_2 a_1a_2			A_1A_2 A_1a_2 a_1A_2 a_1a_2	
	Descendencia (F₁)	1 $A_1A_1A_2A_2$	2 $A_1a_1A_2A_2$ 2 $A_1A_1a_2a_2$	4 $A_1a_1A_2a_2$ 1 $A_1A_1a_2a_2$ 1 $a_1a_1A_2A_2$	2 $A_1a_1a_2a_2$ 2 $a_1a_1A_2a_2$	1 $a_1a_1a_2a_2$
	Fenotipo	 negro	 moreno	 mulato	 mulato claro	 claro
	n° de alelos dominantes	4	3	2	1	0

3.

No acumulativa: está asociada con la herencia de caracteres cualitativos. La manifestación de un carácter no depende del número de alelos dominantes en un genotipo. Solo un alelo dominante, de cualquiera de los genes del poligeno, es suficiente para dar lugar al carácter. Cuando se cruzan individuos diheterocigotos de carácter manifestado ($A_1a_1A_2a_2$) en F₂, la proporción fenotípica es de 15:1. Este tipo de herencia es característico de la forma del fruto de la planta *Capsella bursa-pastoris*, así como de las plumas en las patas de algunas razas de gallinas.

4.



Pleiotropía: acción en la que un gen controla la expresión de varios caracteres fenotípicos. Ocurre tanto en animales como en humanos. Ejemplos:

Los gatos blancos de ojos azules nacen sordos. Un gen afecta a tres caracteres. **Fig. 4.**

En los ratones un gen determina el color amarillo del pelaje, pero ejerce un efecto negativo sobre el metabolismo, ya que provoca obesidad, reduce su fertilidad y favorece la formación de tumores.

5.



En los seres humanos el gen del pelo rojo se asocia con la aparición de pecas y con la piel clara. **Fig. 5.**

ACTIVIDADES

1. Un ejemplo de interacción poligénica acumulativa es la herencia del carácter del “color del grano de trigo”. ¿Cuántas clases fenotípicas se obtendrán en la generación de plantas autopolinizantes del genotipo $A_1a_1A_2a_2$? Escribanlas.

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones caracteriza la interacción complementaria?

- a/ se manifiesta en las formas parentales;
- b/ los alelos de los dos genes de un genotipo común se complementan;
- c/ el valor medio del carácter aparece en F_1 .
- d/ cada uno de los dos genes, en un genotipo determinado, puede tener su propia expresión fenotípica.

3. En la *Lathyrus fragantes*, dos genes son responsables del color de las flores. El alelo dominante de un gen es responsable de la síntesis del componente 1 del color, y el alelo dominante del otro gen es responsable de la síntesis del componente 2 del color. Solo cuando los dos componentes del color se unen en un genotipo común sus colores serán de rojo púrpura.

Cuando un alelo dominante de solo uno de los dos genes está presente en el genotipo de la planta, sus colores son blancos. Al cruzar plantas de flores blancas, que difieren en el genotipo en F_1 , se obtienen plantas de flores de color rojo púrpura. Escriban los genotipos de las plantas parentales y de los individuos de F_1 . ¿Cuál será el resultado que cambiará en F_2 ? Muestran el resultado, usando de cuadro de Punnett.

6

**cariotipo, cromosomas sexuales,
sexo homogamético / heterogamético**

Los individuos de una especie tienen un cariotipo determinado. Es un carácter específico y permanente de la especie que incluye ciertas características (número, forma y tamaño) del conjunto completo de cromosomas, inherentes a los organismos de la especie. El cariotipo humano consta de 46 cromosomas; el del ratón tiene 40; en la mosca de la fruta (*Drosophila*) son 8; el chimpancé, el pimiento y las patatas tienen 48.

El cariotipo incluye dos tipos de cromosomas:

Autosomas: todos los cromosomas, a excepción de los sexuales, en organismos masculinos y femeninos que contienen genes que determinan sus características somáticas.

Cromosomas sexuales: par de cromosomas (X e Y) de diferentes formas y tamaños que contienen genes, determinantes del sexo de un individuo.

El sexo es un conjunto de caracteres y propiedades que aseguran la reproducción de la especie y la transmisión de la información hereditaria a través de las generaciones.

Determinación del sexo: se puede realizar en diferentes momentos.

En la mayoría de los casos, esto ocurre en el momento de la fecundación, ya que el cigoto contiene dos cromosomas sexuales: uno del óvulo y otro del espermatozoide. Esto es típico de mamíferos, anfibios y la mayoría de los insectos.

Rara vez ocurre antes de la fecundación. Si se fertiliza un óvulo más grande, se desarrollará un individuo hembra, y de un óvulo más pequeño se desarrollará un individuo macho. Es característico de algunos insectos (*filoxera*).

En algunos reptiles, el sexo se determina después de la fecundación y depende de la temperatura del ambiente en la que se desarrollan los huevos. En las tortugas, con temperatura entre 32°C y 34°C, se desarrollará un individuo femenino y, por debajo o por encima de esta temperatura, el individuo será masculino. En los cocodrilos es al revés.

Los cromosomas sexuales X e Y de los gametos determinan el sexo.

El sexo, cuyos individuos tienen dos cromosomas sexuales idénticos en sus células somáticas, se llama homogamético. Todos los gametos tienen el mismo cromosoma sexual.

El sexo, cuyos individuos tienen dos cromosomas sexuales diferentes en sus células somáticas, se llama heterogamético. Forma dos tipos de gametos con diferentes cromosomas sexuales, el 50% con cromosoma X y el 50% con cromosoma Y.

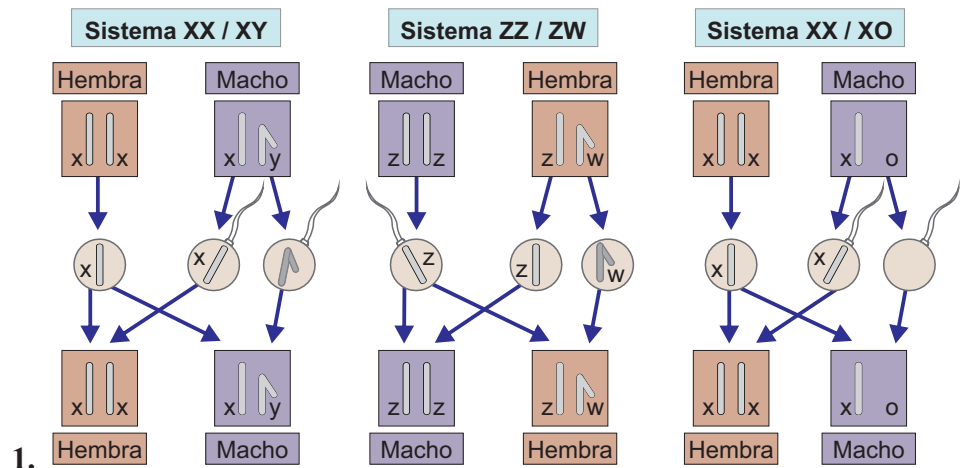
Se distinguen los siguientes sistemas heterogaméticos:

1. Hembra homogamética – XX y macho heterogamético – XY. El sistema XX/XY se encuentra en los mamíferos, como también en la mayoría de los insectos.

2. Hembra homogamética – XX y macho heterogamético – X0.

Un caso especial del sistema XX/XY es el de las hembras, que tienen dos copias del cromosoma sexual (XX), y los machos, solo una (X0). El 0 denota la ausencia del cromosoma Y. Este sistema se encuentra en varios insectos como: chinches, cucarachas, etc.

3. Hembra heterogamética – ZW y macho homogamético – ZZ. La determinación del sexo, según el sistema ZZ/ZW ocurre en aves, reptiles y mariposas. Las hembras tienen dos cromosomas sexuales diferentes (ZW), mientras que los machos tienen cromosomas iguales (ZZ). **Fig. 1.**



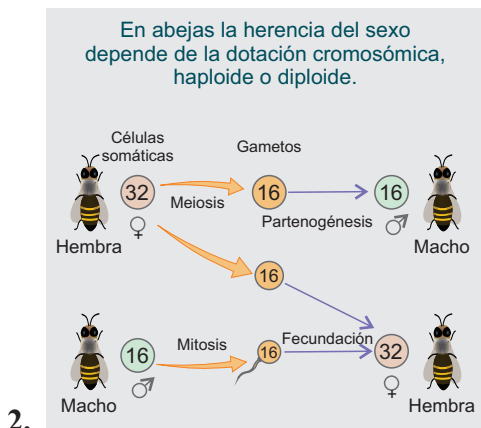
4. Determinación del sexo haplodiploide. **Fig. 2.** Esta manera de determinar el sexo se encuentra en algunos insectos como, por ejemplo, en hormigas y abejas de hembra diploide y macho haploide. Las abejas hembra tienen 32 cromosomas, porque se desarrollan a partir de huevos fertilizados, mientras que los zánganos tienen 16 cromosomas, porque se desarrollan a partir de huevos no fertilizados.

Herencia de caracteres, relacionados con el sexo

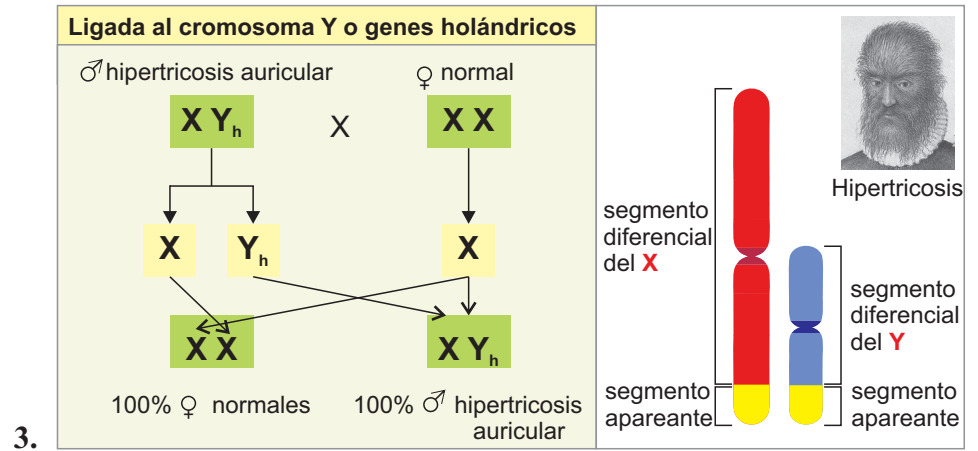
Los genes del mismo cromosoma se heredan juntos y se denominan genes ligados.

En los cromosomas sexuales X e Y, además de los genes que determinan el sexo, existen genes responsables de otros caracteres. Estos caracteres se denominan ligados al sexo.

Ligados al cromosoma Y: dado que el cromosoma Y determina el sexo masculino, los caracteres que dependen de los genes de este



cromosoma, se transmiten de padre a hijo, por ejemplo, la hipertricosis, que consiste en un exceso de vello en las orejas. **Fig. 3.**

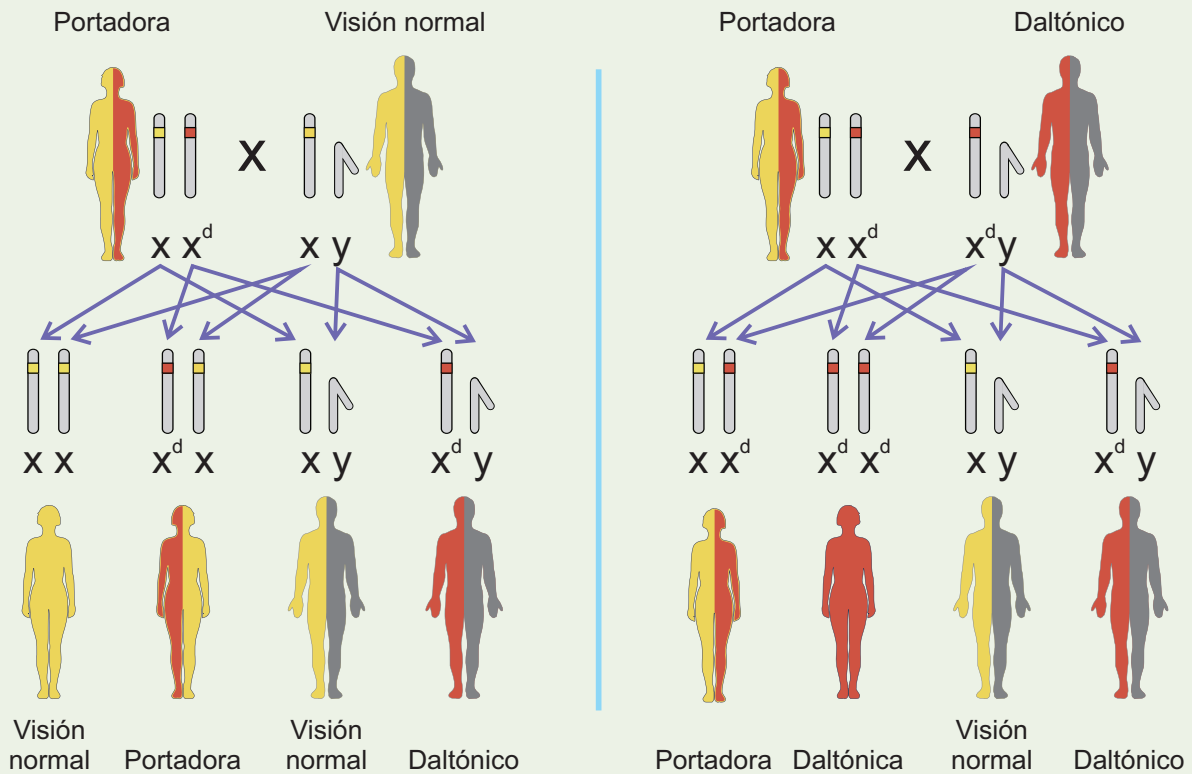


4.

Las enfermedades en humanos, ligadas al cromosoma X, son la hemofilia y el daltonismo. El daltonismo es una enfermedad hereditaria que se debe a un alelo recesivo de un gen localizado en el cromosoma X que afecta a la capacidad de distinguir los colores.

Fig. 4. y Fig. 5.

Herencia del daltonismo en la especie humana



ACTIVIDADES

1. Expliquen la diferencia entre un sexo heterogamético y un individuo heterocigótico.

2. Escriban las anotaciones que faltan en el esquema. **Fig. 6.**

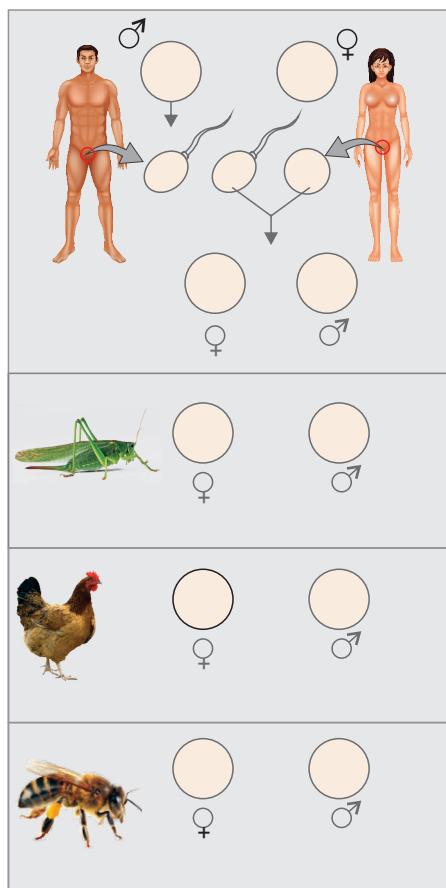
3. ¿Cuál será la manifestación del daltonismo en la descendencia de una mujer, cuyo padre es daltónico y cuya madre está sana, y un hombre de vista normal?

a/ todos los niños están fenotípicamente sanos;

b/ el 50% de los niños están sanos y el 50% son daltónicos;

c/ todas las niñas están fenotípica y genotípicamente sanas;

d/ el 50% de las niñas están fenotípica y genotípicamente sanas y el 50% son portadoras del gen del daltonismo. Escriban las afirmaciones correctas usando un esquema.



7

modificación, norma de reacción

La variabilidad en la genética es la capacidad de los organismos de cambiar sus caracteres dentro de ciertos límites, así como la aparición de nuevos caracteres.

Como resultado de la variabilidad:

- Los organismos se adaptan a las cambiantes condiciones ambientales y sobreviven.
- Existe una gran variedad de organismos.
- El mundo biológico está en constante evolución.

La variabilidad biológica es de dos tipos: hereditaria y no hereditaria.

La variabilidad no hereditaria se caracteriza por cambios fenotípicos en los organismos. Los cambios, producidos en determinados caracteres, se denominan modificaciones y son causados por factores ambientales: temperatura, luz, humedad, nutrientes.

Las modificaciones presentan las siguientes características:

1. No se heredan, ya que no afectan al genotipo de los organismos.

2. Tienen un carácter masivo. Bajo la acción de un factor determinado, un carácter específico común cambia de manera similar en todos los individuos de una especie dada. Con una dieta abundante los animales aumentan de peso.

3. Son temporales y reversibles. Desaparecen gradualmente después de que dejara de actuar el factor que las provoca. La piel humana recupera su color natural tras cesar la exposición a la radiación solar.

4. Tienen un carácter adaptativo. El engrosamiento del pelaje de los mamíferos los protege del frío. El oscurecimiento de la piel se debe al aumento de la síntesis del pigmento melanina que la protege de las quemaduras solares y reduce el riesgo de cáncer de piel.

Norma de reacción: ciertos límites, dentro de los cuales los caracteres pueden cambiar debido a las condiciones ambientales.

La norma de reacción depende de:

- el genotipo de los organismos y, en particular, de los genes poligénicos que influyen en la expresión de caracteres específicos;
- la intensidad y la duración del factor que ha provocado la modificación.



1.

Ejemplos que ilustran el cambio de algunos caracteres en los organismos bajo la influencia de las condiciones ambientales:

- La forma de las hojas de la planta punta de flecha es diferente. En el medio acuático las hojas son filamentosas y por encima del agua tienen forma de flecha. **Fig. 1.**

- En dependencia de la temperatura y la humedad del aire, la primula china florece con flores rojas o blancas. Si la temperatura es de hasta 20°C y la humedad es normal o baja, las flores son rojas. Si la temperatura es superior a 30°C y la humedad es alta, las flores son blancas. Si la planta, que ha crecido a una temperatura alta y humedad elevada, ha echado sus primeras flores blancas y, después, es trasladada a temperatura y humedad bajas, las siguientes flores saldrán con colores rojos. **Fig. 2. y Fig. 3.**

2.

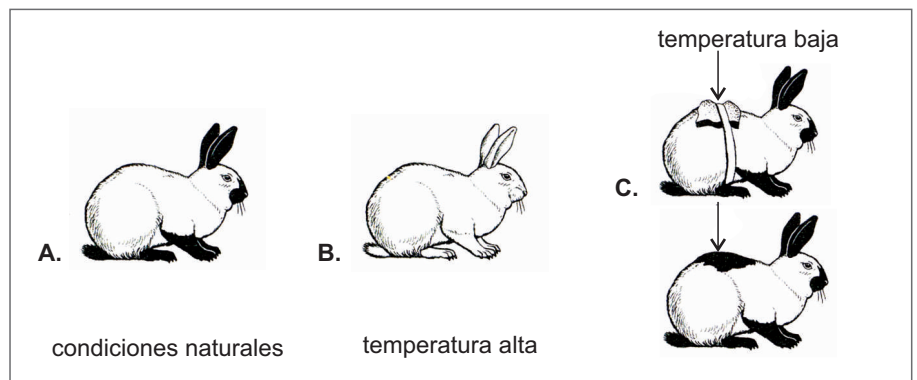


3.



- Hay cambios similares también en los animales. Los conejos de Himalaya son blancos con hocicos, orejas y colas negros. La temperatura normal para criarlos es de 20-22°C. Si los conejos crecen a una temperatura baja (10°C), todo el pelaje será negro. Si la temperatura de su cría es superior a la normal (30°C), serán completamente blancos. **Fig. 4.**

4.



ACTIVIDADES

1. Definan el término variabilidad fenotípica.
2. Expliquen las características de la variabilidad fenotípica, dando ejemplos específicos.
3. Investiguen el concepto de una norma de reacción amplia. Busquen ejemplos en plantas, animales y humanos.

8

variabilidad recombinante, factores mutagénicos, mutaciones, mutantes, genoma

La variabilidad genotípica afecta al genotipo de los organismos y es resultado de los cambios en su información hereditaria. Se caracteriza por:

- tener un carácter individual: afecta a individuos concretos de un grupo determinado que viven en las mismas condiciones ambientales;
- ser irreversible: los cambios son permanentes e irreversibles;
- ser hereditaria: se transmite de padres a hijos.

Hay dos tipos de variabilidad genotípica:

Variabilidad recombinante. Es típica de especies con reproducción sexual y se debe a:

- crossingover: intercambio de fragmentos relevantes entre cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos durante la meiosis;
- la distribución aleatoria de cromosomas durante la meiosis;
- la combinación aleatoria de gametos durante la fertilización.

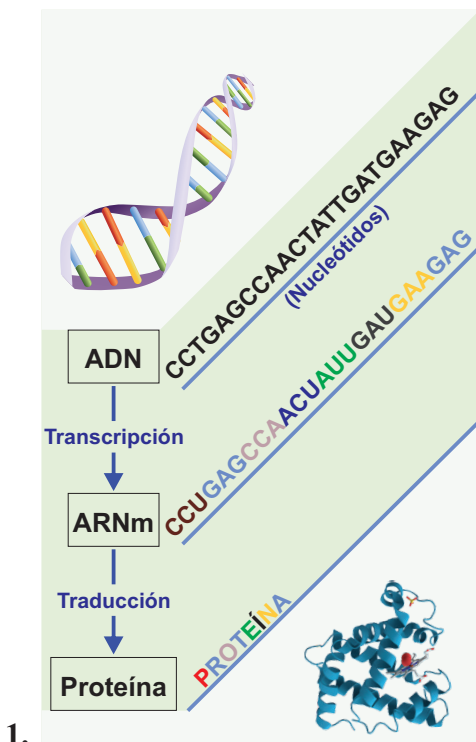
La variabilidad recombinante es importante para la evolución porque conduce a la aparición de nuevas combinaciones de genes en cada generación.

Variabilidad mutacional. Aparece como resultado de mutaciones que alteran la información hereditaria de los organismos. Afecta a todas las especies, independientemente de su modo de reproducción.

El ADN y el ARN (ácidos nucleicos) almacenan el material genético de los organismos, lo que es una premisa para la supervivencia y la evolución. Están compuestos por nucleótidos. El dogma central de la biología molecular es una regla que ilustra la transmisión unidireccional de la información genética, contenida en los genes de los ácidos nucleicos, a las proteínas y nunca al revés.

Fig.1.

Las mutaciones son cambios repentinos e irreversibles en la información genética de los organismos que son transportadas por las moléculas de los ácidos nucleicos ADN y ARN (en el virus).

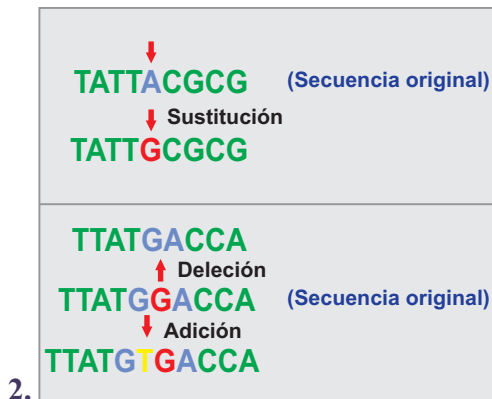


1.

Las mutaciones son causadas por factores mutagénicos. Pueden ser físicos, químicos o biológicos. Los organismos, portadores de mutaciones, se denominan **mutantes**.

Las mutaciones se pueden clasificar según diferentes criterios:

Criterios de clasificación	Tipos de mutaciones
1. Según el motivo que las origina:	<p>1. Mutaciones espontáneas – las causas de las mutaciones, que aparecen de forma natural en las poblaciones, se deben a errores producidos durante la replicación del ADN o a lesiones en el ADN de los padres.</p> <p>2. Mutaciones inducidas por experimento.</p>
2. Según el tipo de las células afectadas:	<p>1. Somáticas: no se heredan porque solo se transmiten a las células que se originan a partir de la mitosis. Representan la mayoría de los casos.</p> <p>2. Generativas: afectan a los gametos o a las células que las producen y se transmiten a la descendencia.</p>
3. Según la fuerza y la forma de manifestación:	<p>1. Dominantes: AA o Aa</p> <p>2. Recesivas: aa – se manifiesta solo en estado homocigoto.</p>
4. Según la manifestación fenotípica:	<p>Morfológicas, fisiológicas, bioquímicas.</p>
5. Según los efectos que producen en el organismo:	<p>1. Beneficiosas: algunas mutaciones (menos del 1%) mejoran la función de la proteína que codifican.</p> <p>2. Perjudiciales: letales (que causan la muerte) o semiletal que reducen la vitalidad y la fertilidad.</p> <p>3. Neutrales: no crean beneficios ni causan daños.</p>
6. Según la cantidad del material genético afectado:	<p>1. Mutaciones génicas.</p> <p>2. Mutaciones cromosómicas.</p> <p>3. Mutaciones genómicas.</p>



Mutaciones génicas: afectan la secuencia de nucleótidos de un solo gen. **Fig. 2.**

Se deben:

- al cambio de un par de nucleótidos por otro en la molécula del ADN;
- a la eliminación de uno o más nucleótidos de la secuencia de nucleótidos;
- a la inserción de uno o más nucleótidos dentro de una secuencia de nucleótidos.

No se pueden ver con microscopio y se detectan después del nacimiento debido a su manifestación fenotípica.

Las enfermedades que se provocan en los seres humanos se denominan moleculares y pueden asociarse tanto con autosomas (albinismo, anemia de células falciformes) como con cromosomas sexuales (cromosoma X – daltonismo y hemofilia).

Las mutaciones génicas son la razón de la formación de nuevos alelos de un gen determinado (alelismo múltiple) que es una premisa para la variedad de formas de manifestación de un carácter dado.

Mutaciones cromosómicas: se asocian con cambios en la estructura de los cromosomas. Reducen la vitalidad y la fertilidad de los individuos, provocan la formación de tumores y, en ocasiones, causan la muerte.

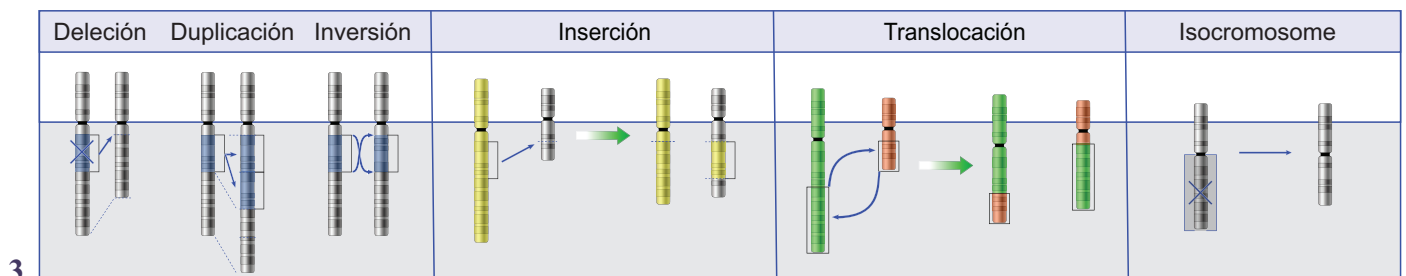
Las mutaciones cromosómicas son:

Intracromosómicas – afectan a la estructura de un solo cromosoma:

- *Delección:* eliminación de un fragmento del cromosoma – pérdida de la información genética.
- *Duplicación:* repetición de un fragmento del cromosoma – aumento de la información genética.
- *Inversión:* rotación de un fragmento del cromosoma a 180° – reordenamiento de los genes.

Intercromosómicas – afectan a dos cromosomas no homólogos.

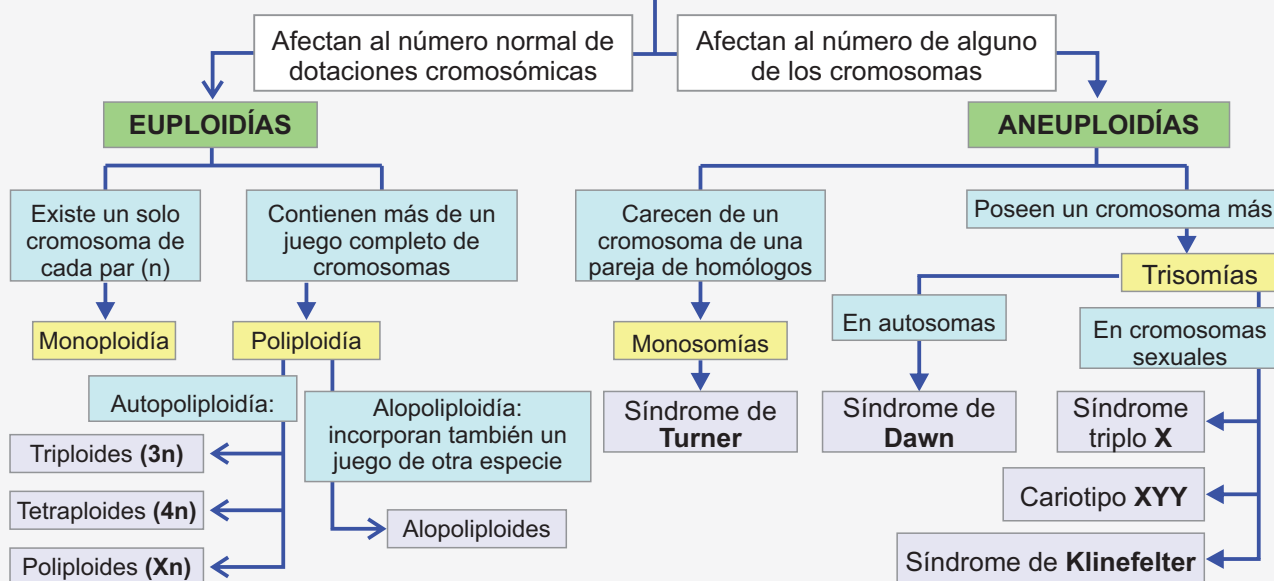
Translocación: intercambio de fragmentos entre dos cromosomas no homólogos. **Fig. 3.**




Mutaciones genómicas: cambio en el número de cromosomas. **Fig. 4.**

El genoma de un organismo es un conjunto de genes de gametos que tienen un número haploide de cromosomas.

Mutaciones genómicas



4.

	Aneuploidía	Poliploidía
Esencia	Cambio en el número (aumento o disminución) de cromosomas individuales en el genoma de las células de un individuo.	Una condición en la que la célula contiene uno o más conjuntos haploides, más que los dos conjuntos normales de cromosomas (2n) en organismos diploides.
Manifestación fenotípica	Diversa. Provoca daños genéticos graves.	Es común en las plantas. Como resultado de ello son más grandes, más vitales y más resistentes a enfermedades. 

ACTIVIDADES

1. Escriban con las letras las afirmaciones correctas sobre las mutaciones que afectan a las células somáticas:

a/ son hereditarias; b/ no son hereditarias; c/ son reversibles; d/ son irreversibles; e/ tienen un carácter masivo; f/ tienen un carácter individual; g/ tienen un carácter adaptativo; h/ no tienen carácter adaptativo.

2. Subrayen los factores mutagénicos físicos:

a/ virus, b/ ácidos nucleicos extraños, c/ rayos UV, d/ sales de metales pesados, e/ nicotina, f/ fagos, g/ ultrasonido de muy alta energía, h/ amianto, i/ bacterias y sus toxinas, j/ radiografía, k/ radiación α , β , γ de fuentes radiactivas.

3. Aproximadamente el 80% de los alimentos vegetales son poliploides. Hagan un breve estudio y den algunos ejemplos.

9

antropogenética, genética médica, consultas médico-genéticas, método genealógico, método de gemelos, método citogenético, método de diagnóstico prenatal, ecografía, amniocentesis

La genética humana (**antropogenética**) estudia la variabilidad y la herencia en los seres humanos. Incluye las siguientes ciencias: genética clásica, genética molecular, genética médica, etc. El estudio de la genética humana es útil porque puede dar respuestas a preguntas referidas a:

- la importancia de la herencia y las condiciones ambientales para el desarrollo de los caracteres;
- las causas de las enfermedades hereditarias.

El objeto de la **genética médica** consiste en hacer consultas médico-genéticas, incluyendo la realización de un pormenorizado diagnóstico genético antes del nacimiento (diagnóstico prenatal), la determinación del grado de riesgo genético que podría dañar a la descendencia, la predicción y la prevención de anomalías hereditarias.

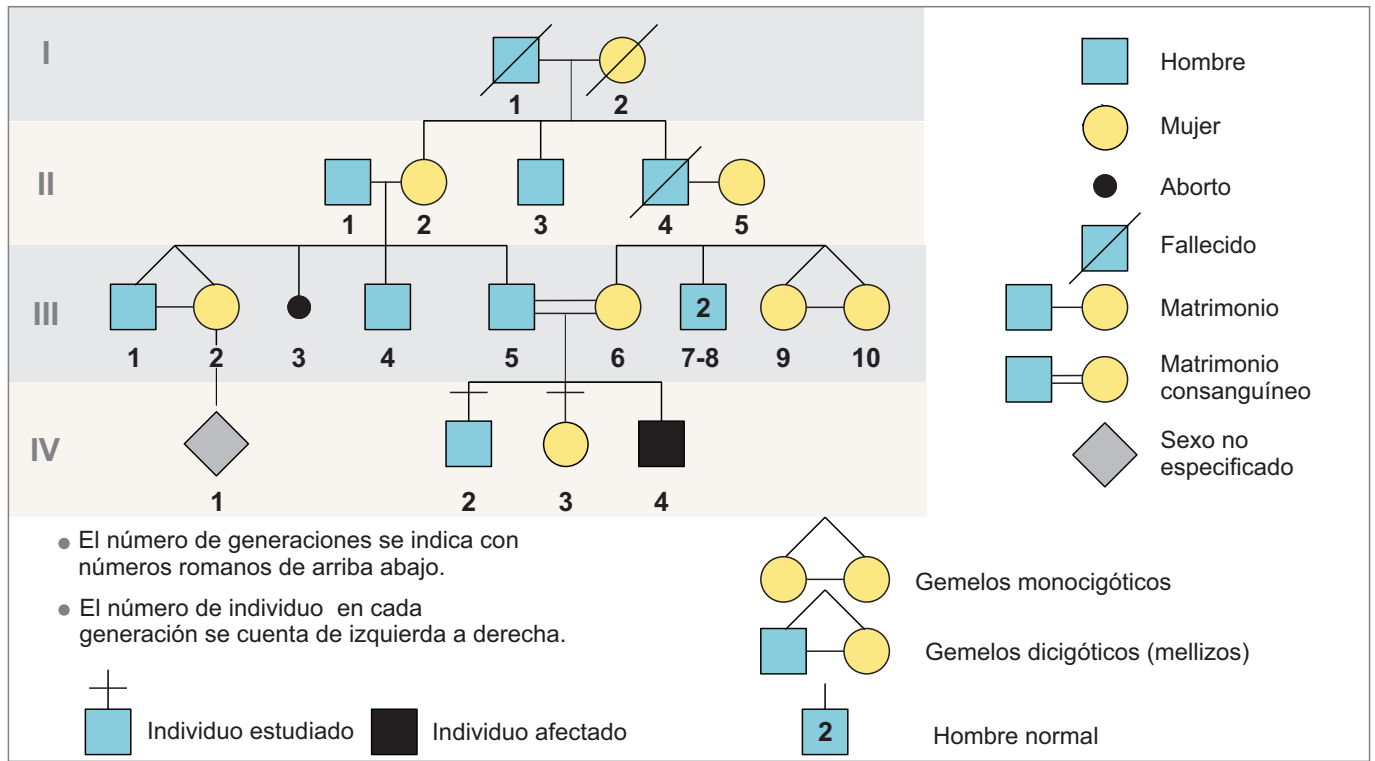
El ser humano no es materia fácil para la investigación genética debido a: la imposibilidad de cruzamientos accidentales, el inicio tardío de la pubertad, las pocas generaciones, la falta de líneas homocigotas, la presencia de una gran cantidad de caracteres, dependientes de muchos cromosomas (el número diploide de cromosomas en las células somáticas es de 46 cromosomas).

En la antropogenética se utilizan métodos específicos:

Método del pedigrí (genealógico): es el más antiguo y rastrea ciertos caracteres y enfermedades en familias individuales durante varias generaciones (3-4-5). Los datos se utilizan para crear un árbol genealógico con símbolos comunes. Este método establece si un carácter es dominante o recesivo, si está determinado por un gen autosómico o un gen cromosómico sexual. Hablando de los seres humanos, podemos decir que los genes influyen sobre:

- *los caracteres:* definen la forma y el tamaño de los ojos, las orejas, la nariz y los labios;
- *las habilidades:* pueden referirse a la musicalidad o a habilidades matemáticas, artísticas o técnicas, etc.;
- *las enfermedades:* hipertensión, muchos dedos, diabetes,

astigmatismo, miopía, hipermetropía, etc. Este método detecta la consanguinidad (endogamia), por la cual las enfermedades hereditarias y la mortalidad en algunas familias son muy elevadas (20-30%). **Fig. 1.**



1.

Método de gemelos: se utiliza para averiguar el papel de la herencia y del medio ambiente en la formación de caracteres, sean normales o patológicos.

Los gemelos monocigóticos se desarrollan a partir de un solo cigoto y, por consiguiente, son portadores de la misma información hereditaria. Son muy similares y del mismo sexo. Las diferencias entre ellos son originadas por las condiciones ambientales, citando como ejemplo la enfermedad endémica del bocio, provocada por los bajos niveles del yodo en el agua de algunas áreas. **Fig. 2.**

2.



Los gemelos dicigóticos (mellizos) se desarrollan a partir de dos óvulos fertilizados simultáneamente por diferentes espermatozoides. Se diferencian en su información hereditaria. Parecen hermanos de la misma familia y pueden ser del mismo o de diferente sexo. Si los gemelos viven en iguales condiciones, las diferencias entre ellos dependerán de las disimilitudes en la información genética (por ejemplo, la epilepsia y la esquizofrenia). **Fig. 3.**

3.



Método citogenético: consiste en análisis microscópico del cariotipo (número, forma y tamaño de los cromosomas humanos). Se emplean cultivos celulares, obtenidos al cultivar células humanas en división mitótica, en ambientes con temperatura de 37°C. Los cromosomas se tiñen en metafase y los cromosomas homólogos se ordenan por tamaño (se realiza un cariograma). **Fig. 4.** Este método se usa eficazmente para diagnosticar enfermedades asociadas a anomalías cromosómicas.

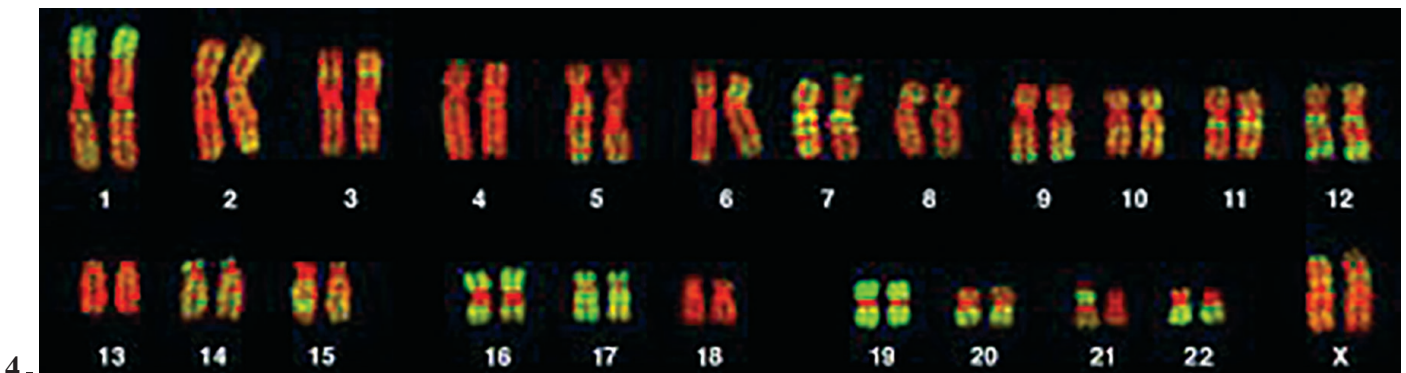
Método de diagnóstico prenatal: su empleo sirve para concretar el riesgo genético de daños a la descendencia. En el diagnóstico prenatal se toma en consideración lo siguiente:

- la edad de la madre, mayor de 35 años, y la del padre, mayor de 45 años (aumenta la probabilidad de un defecto genético en el niño);
- familias con niños que padecen una enfermedad hereditaria (eso denota anomalías genéticas en el pedigrí de uno de los padres);
- familias en las que uno de los padres trabaja en un entorno perjudicial (aumento de la radiación, metales nocivos, etc.).

El diagnóstico prenatal se realiza en la primera mitad del embarazo mediante:

- **Ecografía:** revela anomalías graves: falta de cerebro, deformidades de la columna vertebral y de las extremidades, entre otras.
- **Amniocentesis:** examen del líquido amniótico entre la decimocuarta y la decimosexta semana del embarazo.

• **Experimentos bioquímicos, cromosómicos y de ADN** de células fetales en el líquido amniótico. Si se encuentran anomalías, que pueden provocar una discapacidad grave del feto, sin posible tratamiento curativo, se interrumpe el embarazo (hasta la vigésima semana de la gestación).



ACTIVIDADES

1. Escriban las palabras que faltan en el texto, para que sea correcto:

Si es visible un carácter o enfermedad en casi el mismo porcentaje en gemelos dicigóticos, se puede deducir que su manifestación se relaciona más con _____. Si un carácter o enfermedad es más común en gemelos monocigóticos que en gemelos dicigóticos, la herencia se determina en mayor medida por _____.

2. Hagan un árbol genealógico de su familia, haciendo uso de los símbolos adecuados, y rastreen la transmisión de un carácter o una enfermedad concretos a través de las generaciones.

3. Encuentren datos interesantes sobre la vida y la salud de gemelos monocigóticos (idénticos).

4. Averigüen cuáles de los siguientes caracteres son dominantes y cuáles son recesivos: los ojos azules o los ojos marrones, el pelo rizado o el pelo lacio, los labios carnosos o los labios delgados, la nariz recta o la nariz chata.

10

enfermedades genéticas, síndromes, monosomía, trisomías, genes estructurales y reguladores

Las enfermedades hereditarias son aquellas dolencias que son causadas por un cambio patológico (mutación) en el material genético (ADN) y se pueden heredar por la descendencia. Existen más de 6.000 enfermedades genéticas de las cuales la ciencia solo conoce los genes de las que causan unas 2.000. No todas las enfermedades genéticas son hereditarias, sino solo aquellas en las que el gen alterado está presente en los gametos (óvulos o espermatozoides) y no en las células somáticas.

Las enfermedades genéticas humanas se dividen en dos grupos principales: enfermedades moleculares y enfermedades cromosómicas.

Las enfermedades moleculares aparecen como resultado de las mutaciones génicas.

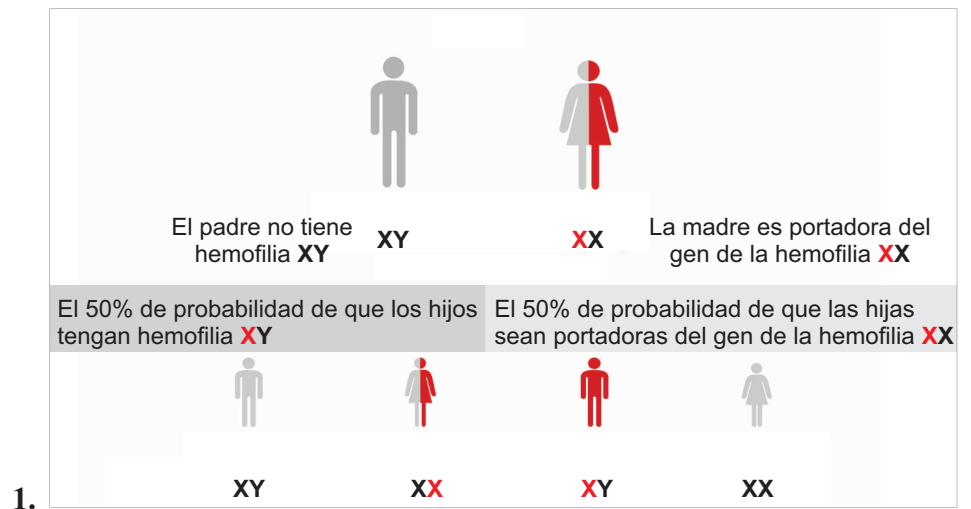
Mutaciones génicas que afectan a los autosomas:	Consecuencias	Enfermedades
Genes reguladores afectados	Los genes estructurales, que están bajo su control, no funcionan y la proteína correspondiente no se sintetiza.	Albinismo – el pigmento melánico no se sintetiza.
Genes estructurales afectados	La estructura de la proteína correspondiente cambia, se sintetiza, pero se modifican sus propiedades y actividad.	Anemia falciforme, hemoglobina alterada.

Mutaciones génicas que afectan a los cromosomas sexuales.

Afectando al cromosoma sexual – X	Afectando al cromosoma sexual – Y
1. Hemofilia 2. Daltonismo	1. Vellosidad del pabellón auricular 2. Cremallera entre los dedos

La hemofilia es una enfermedad hereditaria en la que la sangre no se coagula correctamente. Se debe a un alelo recesivo de un gen

ubicado en el cromosoma X. El cromosoma Y no contiene el gen mencionado. La enfermedad afecta a personas que tienen un alelo recesivo de este gen (X^hY) en un solo cromosoma X. Las mujeres tienen dos cromosomas X. Si ambos poseen alelos dominantes de este gen ($X^H X^H$), la mujer está sana y sus hijos también están sanos. Si hay un alelo dominante en el cromosoma X y un alelo recesivo en el otro, la mujer está sana, pero es portadora de la enfermedad ($X^H X^h$). El 50% de los hombres, cuya madre tiene los $X^H X^h$, nacen enfermos ($X^h Y$). Si el padre padece de hemofilia ($X^h Y$), tendrá hijo sano y su hija nacerá sana, pero será portadora de ($X^H X^h$), por lo que se deduce que la enfermedad se transmite de madre a hijo. Si ambos alelos ($X^h X^h$) recesivos se unen durante la fertilización en el cigoto, se producirá una interacción letal que conducirá al aborto. **Fig. 1.**



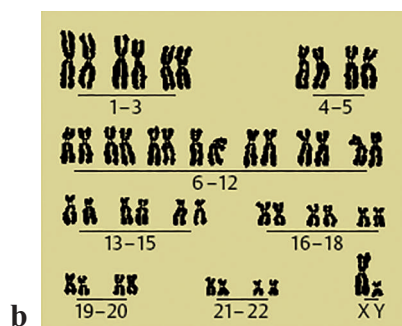
1.

Las mutaciones asociadas con cambios en el número y la estructura de los cromosomas definen las diversas desviaciones del cariotipo humano normal.

El conjunto de cromosomas diploides humanos consta de 44 (22 pares) autosomas y dos cromosomas sexuales (XX en mujeres y

XY en hombres). Dependiendo de su tamaño, los autosomas se dividen en siete grupos. Cada par de cromosomas tiene un número de secuencia del 1 al 22. **Fig. 2.**

Las enfermedades cromosómicas derivan de cambios en



la estructura (*mutaciones cromosómicas*) o en el número de cromosomas (*mutaciones genómicas*). Se denominan **síndromes** y tienen su manifestación en estados patológicos que unen a varias anomalías específicas, ocurridas simultáneamente.

La mutación cromosómica más común se denomina *delección* y significa separación de un fragmento de un cromosoma.

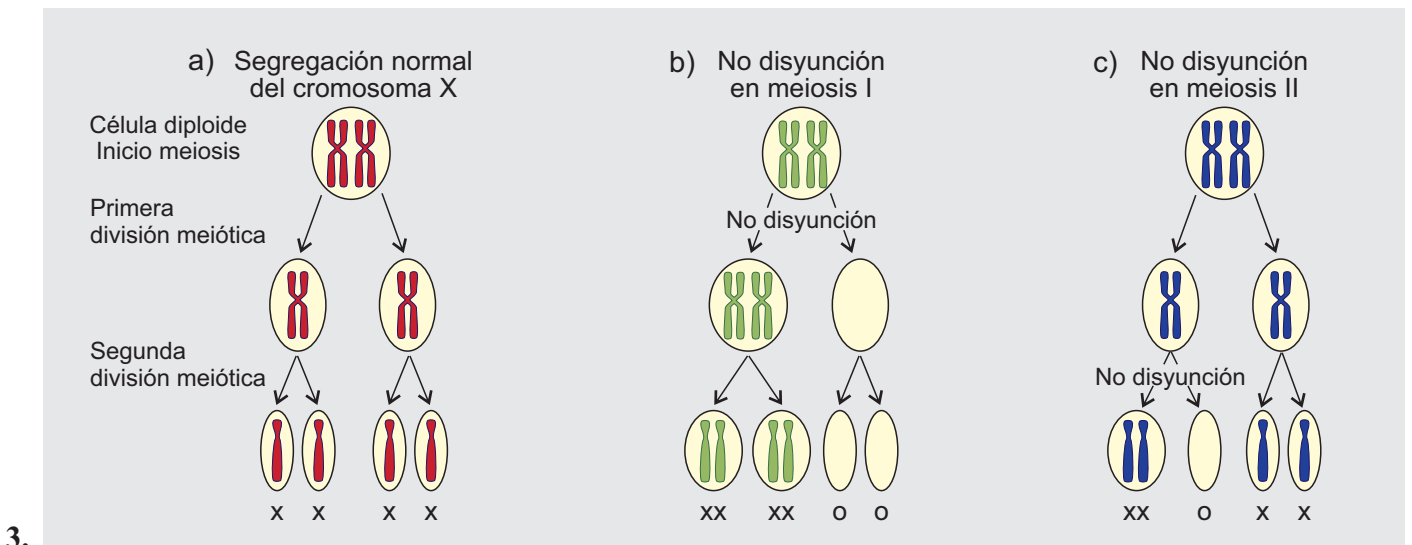
Síndrome del maullido del gato: se trata de una afección causada por una delección en el brazo corto del cromosoma n°5. Conduce a un retraso mental, a problemas de desarrollo y a llorar como el maullido de un gato.

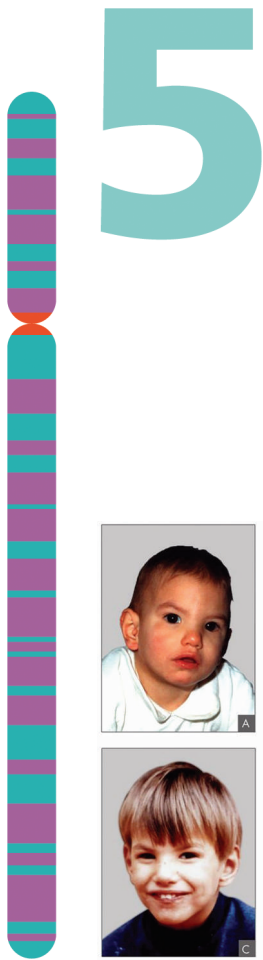
Síndrome de Prider–Willi: se trata de una enfermedad provocada por una delección en el brazo largo del cromosoma n°15. Conduce a un crecimiento y desarrollo retrasados en la infancia, a un desmesurado apetito lo que, por su parte, provoca obesidad.

Las translocaciones causan tumores.

La mutación genómica más común es la **aneuploidía**. Se debe a la no separación de cromosomas homólogos durante el anafase I o de cromátidas hermanas durante el anafase II de la meiosis. Por lo tanto, habrá un cromosoma más ($n+1$) en un gameto y un cromosoma menos ($n-1$) en el otro. **Fig. 3.**

El exceso de cromosomas en un par homólogo se denomina **trisomía ($2n + 1$)** y la existencia de un solo cromosoma se denomina **monosomía ($2n-1$)**. Las trisomías son más frecuentes. La aneuploidía puede afectar tanto a los autosomas como a los cromosomas sexuales.





Síndrome del maullido del gato
cromosoma n° 5

ACTIVIDADES

1. Definan el término síndrome.

2. Expliquen la naturaleza de las translocaciones, como también de las mutaciones cromosómicas. Encuentren información sobre los problemas de salud que afectan a las personas.

3. Identifiquen enfermedades en humanos que se deben a cambios en el número de autosomas. Descríbanlos con sus propias manifestaciones fenotípicas. Hagan una presentación.

Aneuploidía autosómica:	Aneuploidía en cromosomas sexuales:
Síndrome de Down – trisomía 21. El cariotipo es $(2n+1=47, +21)$.	Síndrome de Turner – monosomía. El cariotipo en las mujeres es $(2n-1=45, XO)$.
Síndrome de Patau – trisomía 13. El cariotipo es $(2n+1=47, +13)$.	Síndrome de Klinefelter – trisomía. El cariotipo en los hombres es $(2n+1=47, XXY)$.
Síndrome de Edwards – trisomía 18. El cariotipo es $(2n + 1=47, + 18)$.	Mujer 47, XXX – trisomía del X. El cariotipo en las mujeres es $(2x+1=47, XXX)$.
	Varón 47, XYY – trisomía del Y. El cariotipo en los hombres es $(2x+1=47, XYY)$.

11

I. Resumen

1. Definan los conceptos: gen, alelo, genotipo, fenotipo, genoma, cariotipo.

2. Expliquen el concepto de alelismo múltiple. ¿Por qué en cada individuo un gen está representado por dos alelos?

3. ¿Cuáles son los tipos de interacciones alélicas? Colóquenlos en la tabla.

Interacciones alélicas:	Actitud que refleja la segregación de un carácter por fenotipo en F_2 :	Actitud que refleja la segregación de un carácter por genotipo en F_2 :
1.		
2.		
3.		
4.		

4. Escriban el genotipo y el fenotipo de los hombres que no pueden ser padres de un niño que tiene el grupo sanguíneo **0**.

5. La diabetes se hereda como un carácter recesivo y no se relaciona con el sexo, mientras que la hipermetropía se hereda de forma autosómica dominante. La madre tiene diabetes y miopía, el padre está sano (homocigoto) e hipermetrope (heterocigoto). ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo tenga diabetes e hipermetropía?

6. En el hombre, el color pardo de los ojos “A” domina sobre el color azul “a”. Una pareja, en la que el hombre tiene los ojos pardos y la mujer, los ojos azules, tienen dos hijos: uno con los ojos pardos y el otro con los ojos azules.

Escriban el genotipo del padre, la madre y los hijos. Muestren el cruzamiento con un esquema.

7. En cierta especie animal, el pelaje gris es dominante sobre el pelaje blanco y el rizado, sobre el liso. Un individuo de pelaje blanco y liso se cruza con otro de pelaje gris y rizado, que tiene padre de pelaje blanco y madre de pelaje liso.

a/ ¿Pueden tener hijos de pelaje gris y liso? En caso afirmativo, ¿en qué porcentaje?

b/ ¿Pueden tener hijos de pelaje blanco y rizado? En caso afirmativo, ¿en qué porcentaje?

8. Dos plantas dondiego de noche son homocigóticas para el color de las flores. Una de ellas tiene flores de color marfil y la otra es de flores rojas. Digan, ¿cómo serán los genotipos y los fenotipos, originados del cruzamiento de ambas plantas, sabiendo que: el B es el gen responsable del color marfil y el R es el que condiciona el color rojo, siendo ambos genes equivalentes.

II. Tarea

1. Investiguen qué representa el estado hemicigótico de un gen y encuentren caracteres y enfermedades en humanos, asociados con este estado del gen.

2. La reina Victoria de Inglaterra estaba sana, pero era portadora del alelo recesivo de la hemofilia. Investiguen cuántos y cuáles de sus hijos estaban enfermos o solo eran portadores de la enfermedad y cómo la enfermedad se propagó entre las familias reales europeas.

3. Investiguen y expliquen cómo se hereda la calvicie tanto en hombres como en mujeres.

4. Encuentren ejemplos de pleiotropía en humanos.

III. Control y evaluación

1. El fenotipo es:

a/ el conjunto de todos los caracteres del individuo, manifestados externamente;

b/ el conjunto de los talentos hereditarios del individuo;

c/ el conjunto de los caracteres hereditarios, manifestados y no manifestados, del individuo;

d/ el conjunto de todos los genes del individuo.

2. Uno de los genes en los seres humanos transporta la información sobre la síntesis de una determinada enzima. Esta enzima participa en la síntesis del pigmento melanina. ¿Cuál es el esquema que resume correctamente lo arriba explicado?:

a/ gen – proteína – carácter morfológico (externo);

b/ gen – síntesis del ADN;

c/ gen – síntesis del ARN;

d/ carácter – gen – enzima.

Como resultado de la mutación, el pigmento melanina no se sintetiza. ¿Cómo se llama esta mutación? ¿Cuál es el nombre de la enfermedad (del estado) en humanos?

3. ¿Cuáles serán los posibles genotipos de los hijos de padres de ojos marrones que son heterocigotos, según este carácter?

a/ Aa, aa; b/ Aa; c/ AA, Aa; d/ AA, Aa, aa

4. En la autopolinización de híbridos, obtenidos en F₁ por cruzamiento dihíbrido, Mendel obtuvo en F₂ plantas con cuatro clases fenotípicas: el 25% de los híbridos tienen semillas amarillas y lisas, el 25% tienen semillas amarillas y rugosas, el 25% tienen semillas verdes y lisas, el 25% tienen semillas verdes y rugosas, en una proporción cuantitativa de 9:3:3:1. ¿Qué parte de las plantas con semillas amarillas y rugosas son homocigotas, según ambos caracteres?

a/ 1/16; b/ 1/8; c/ 1/3; d/ 3/16

5. La segregación de los caracteres por fenotipo en F₂ en la dominancia incompleta del cruzamiento monohíbrido, está en la proporción:

a/ 3:1; b/ 2:1; c/ 1:1; d/ 1:2:1

6. De las siguientes interacciones de los genes ¿cuáles no son alélicas?

1. codominancia 2. epistática 3. poligénica 4. dominancia incompleta

a/ 1 y 4; b/ 2 y 3; c/ 2 y 4; d/ 3 y 4

7. ¿Cuál será la manifestación del daltonismo en la descendencia de una mujer, con padre daltónico y madre sana, y un hombre de vista normal?

1. Todos los niños están fenotípicamente sanos.
2. El 50% de los niños están sanos, el 50% son daltónicos.
3. Todas las niñas están fenotípica y genotípicamente sanas.
4. El 50% de las niñas están fenotípica y genotípicamente sanas, el 50% son portadoras del gen del daltonismo.

a/ 2 y 3; b/ 1 y 2; c/ 1; d/ 2 y 4

8. La alopoliploidía se caracteriza por:

1. El incremento múltiple del genoma de una misma especie;
2. La alteración de la fertilidad del individuo;
3. La gran importancia que tiene para la evolución de las plantas;
4. La falta de un cromosoma en un par homólogo dado.

a/ 1 y 2; b/ 2 y 3; c/ 2, 3 y 4; d/ 1, 2, 3 y 4

9. Marquen los números de las afirmaciones correctas sobre las mutaciones que afectan a las células germinales (gametos):

1. Son hereditarias.
2. No son hereditarias.
3. Son reversibles.
4. Tienen un carácter masivo.
5. Tienen un carácter individual.
6. Son irreversibles.
7. Tienen un carácter adaptativo.
8. No tienen carácter adaptativo.

10. Expliquen el efecto positivo de las mutaciones genéticas y sus consecuencias.

11. Examinen los esquemas y contesten las siguientes preguntas:

Fig. 1., Fig. 2., Fig. 3.

A. ¿Cómo se llaman los síndromes en las figuras que se indican?

B. ¿A qué mutaciones se deben y cuáles son las causas que las provocan?

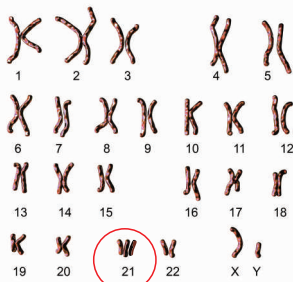
12. ¿Cuáles de las siguientes enfermedades genéticas en humanos se deben a mutaciones relacionadas con el sexo:

_____.

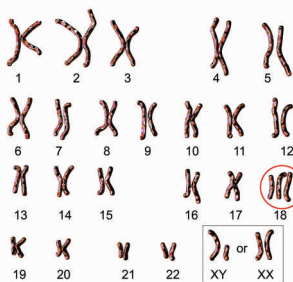
1. albinismo; 2. síndrome de Turner; 3. daltonismo;
4. síndrome del “superhombre”; 5. síndrome de Klinefelter;
6. anemia falciforme; 7. hemofilia.

13. Escriban las palabras que faltan para formular una afirmación correcta: el sexo, cuyos individuos tienen dos cromosomas sexuales idénticos en sus células, se llama _____ 1 _____ sexo. En las aves, _____ 2 _____ sexo son hembras porque tienen _____ 3 _____ cromosomas _____ 4 _____.

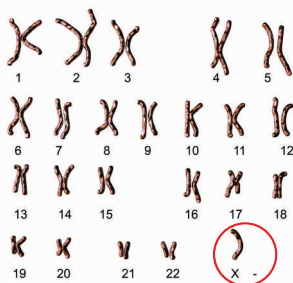
1.



2.



3.



12

mitosis, amitosis, gemación, fragmentación, esporulación, dimorfismo sexual, especies hermafroditas

La reproducción es un proceso biológico que permite la creación de nuevos organismos y es una de las principales características de todos los seres vivos. La reproducción garantiza el aumento del número de los individuos, la continuidad entre las generaciones, la existencia de las especies y su evolución. Los organismos se reproducen asexual y sexualmente, teniendo en cuenta la información genética de los individuos recién formados.



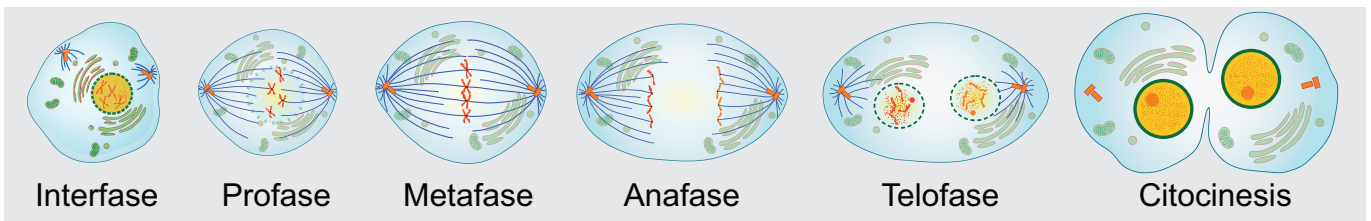
1.

Reproducción asexual: la forma de reproducción más primitiva, característica de los organismos unicelulares (procariotas y eucariotas) y de algunos invertebrados. En la reproducción asexual,

hay solo un progenitor y los nuevos individuos resultantes se originan a partir de una célula o de un grupo de células corporales. Las células, que participan en la reproducción asexual, son células somáticas (no sexuales) y se reproducen mediante mitosis. Por lo tanto, la información genética de los nuevos organismos es idéntica a la de su progenitor. Como no hay intercambio de información genética, la variabilidad de los nuevos organismos se debe únicamente a mutaciones. El proceso de reproducción es muy rápido y eficiente y es típico de organismos que viven en condiciones ambientales constantes y favorables. A continuación, se dan ejemplos de reproducción asexual:

1. División celular:

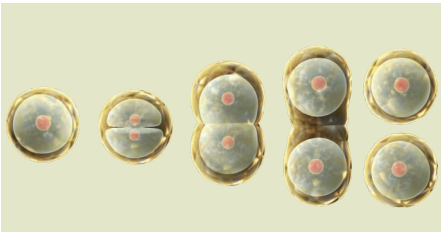
Mitosis: proceso de distribución uniforme del material genético de la célula madre en dos células hijas que tienen el mismo número de cromosomas igual al número de cromosomas en la célula madre. Esto se observa en organismos eucariotas unicelulares (amebas, euglena verde, paramecio). **Fig. 1. y Fig.2.**



2.

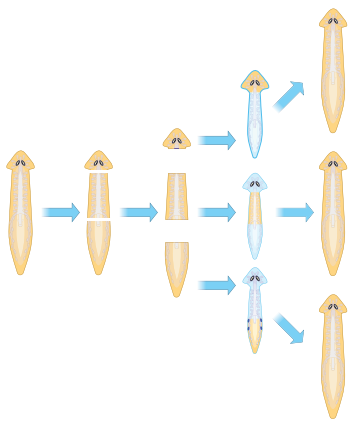
Amitosis: división celular directa muy primitiva, sin los signos característicos de la mitosis. No hay fases, no aparece ningún huso mitótico, no se forman cromosomas. La cromatina no se distribuye uniformemente entre las células hijas. Es característico de los miembros unicelulares de los reinos Monera y Protista y de algunas células en tejidos animales en las que se encuentran procesos degenerativos o patológicos (células cancerosas). **Fig. 3.**

3.

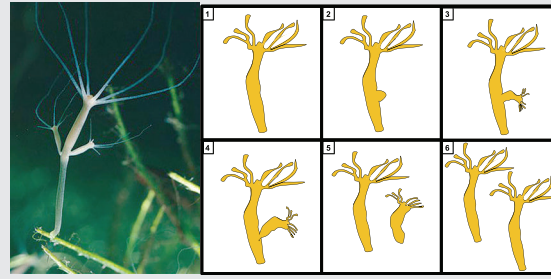


2. Gemación: la descendencia se forma poco a poco a partir de una yema sobre el cuerpo del progenitor. Cuando termina de formarse, se desprende. Esto es propio de algunos seres invertebrados sencillos como, por ejemplo, corales, medusas, hidras, etc. **Fig. 4.**

5.



4.



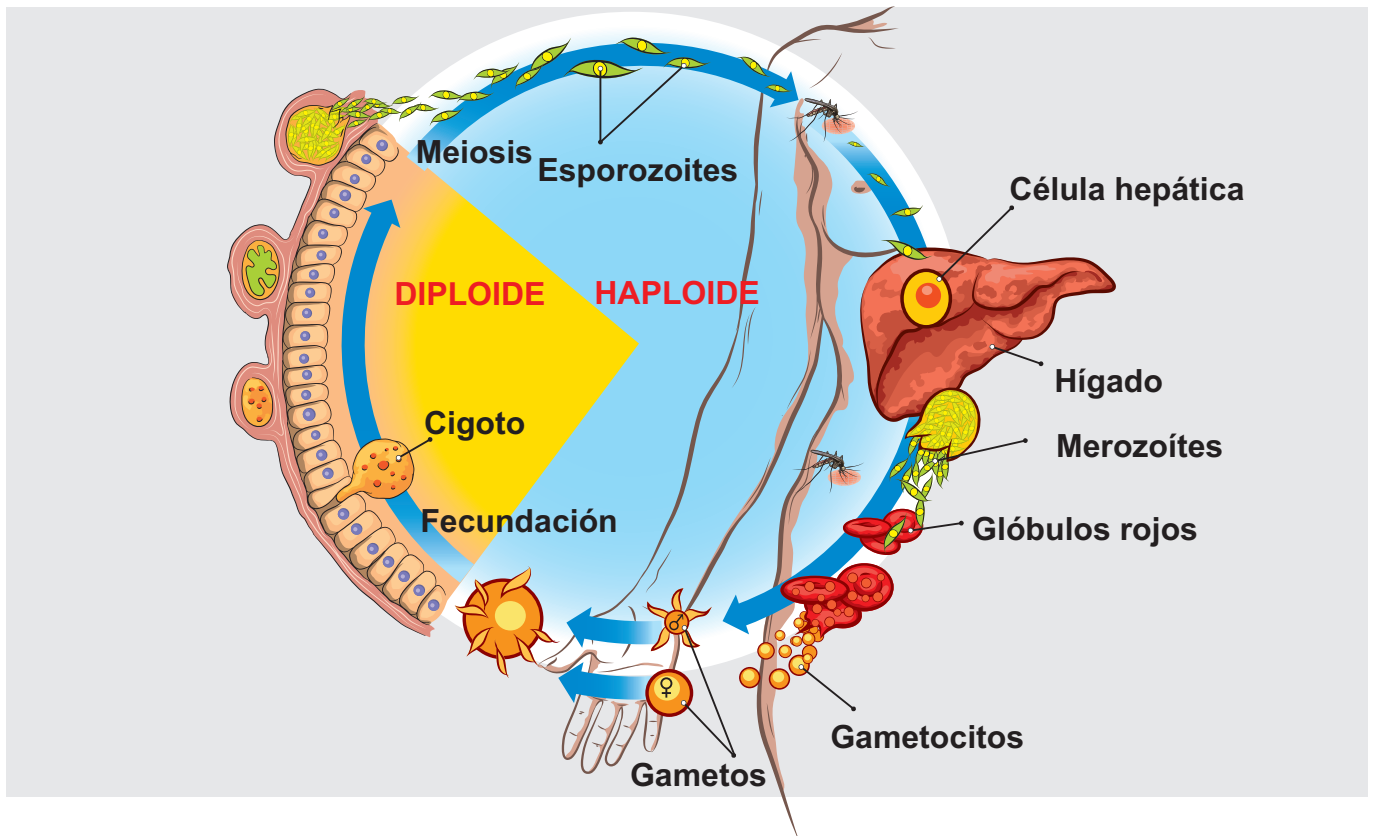
Hidra gemación:

1. No reproducible
2. Creando un brote
3. Hija creciendo
4. Empieza a separarse
5. Hija separada
6. Hija clon del organismo materno

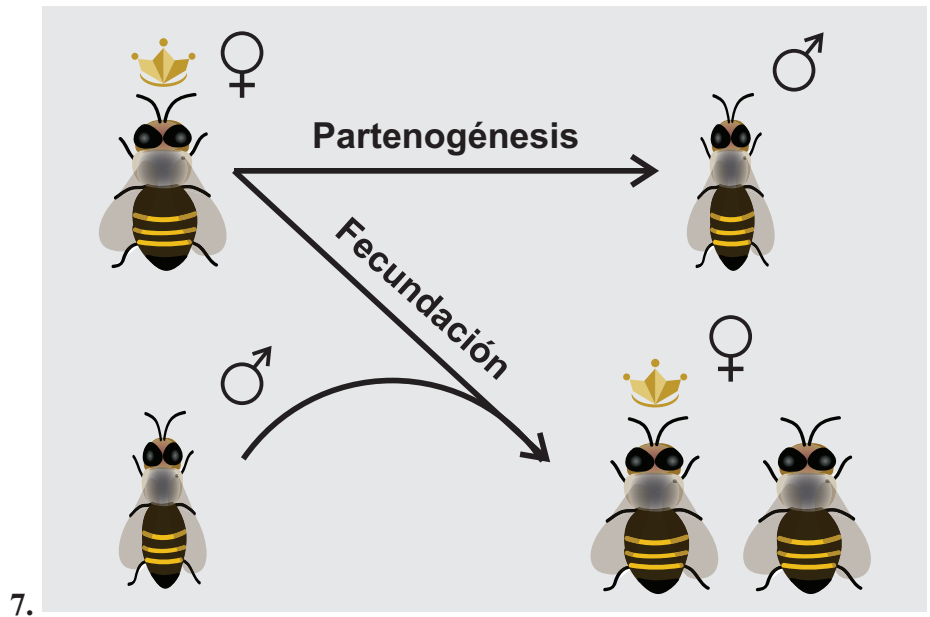
3. Fragmentación: regeneración de individuos enteros a partir de pequeños fragmentos. Se ha observado en estrellas de mar, en algunos gusanos como: planarias y lombrices de tierra. **Fig. 5.**

4. Esporulación: a partir de una espora se forma un organismo. Se da en algunos organismos eucariotas unicelulares, como el *plasmodium malariae*. **Fig. 6.**

6.



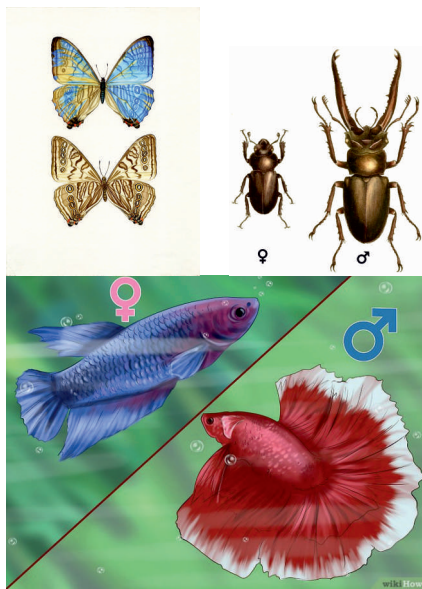
5. Partenogénesis: una forma natural de reproducción asexual que permite a algunos animales reproducirse cuando no existen individuos del sexo contrario. En la partenogénesis el desarrollo y el crecimiento de los embriones se realiza sin el proceso de fertilización, es decir, se origina un organismo haploide (n) a partir de un óvulo no fecundado. Es característico de algunas especies de animales como: crustáceos, insectos (abejas, avispas, hormigas) y peces. **Fig. 7.**



Reproducción sexual: requiere la participación de dos organismos parentales: hembra y macho que forman gametos haploides. Cuando un óvulo y un espermatozoide se fusionan, se forma una célula diploide, un cigoto que se convierte en un nuevo individuo, cuya información genética es propia y única, diferente a la de los padres. Este tipo de reproducción requiere tiempo para que los dos individuos se encuentren y se conozcan, así como para asignar recursos y energía para crear y criar la descendencia. La reproducción sexual favorece la variabilidad genética y así asegura a los organismos la ventaja de adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes y a los diferentes hábitats. La reproducción en humanos es un ejemplo de reproducción sexual.

Los animales, que se reproducen sexualmente, pueden ser heterosexuales o hermafroditas.

Algunos de los animales heterosexuales tienen **dimorfismo sexual**.



8.

El dimorfismo sexual es la diferencia en la morfología externa, como forma, color o tamaño, a menudo muy llamativos, entre machos y hembras de una misma especie. Se encuentra en la mayoría de las especies de: insectos, arañas, anfibios, reptiles, aves rapaces, mamíferos, etc. **Fig. 8.**

Las especies hermafroditas son aquellas que tienen órganos reproductores funcionales de los dos sexos, masculino – testículos y femenino – ovarios. Dichas especies se encuentran en animales como: estrellas de mar, caracoles, lombrices de tierra y en algunos peces. **Fig. 9.**



9.

ACTIVIDADES

1. Comparen la reproducción asexual y sexual, señalando sus ventajas y desventajas.

	Ventajas	Desventajas
Reproducción asexual		
Reproducción sexual		

2. Expliquen la partenogénesis en las abejas.

3. Expliquen el dimorfismo sexual en humanos, dando ejemplos específicos.

4. Expliquen la importancia del dimorfismo sexual en los animales.

13

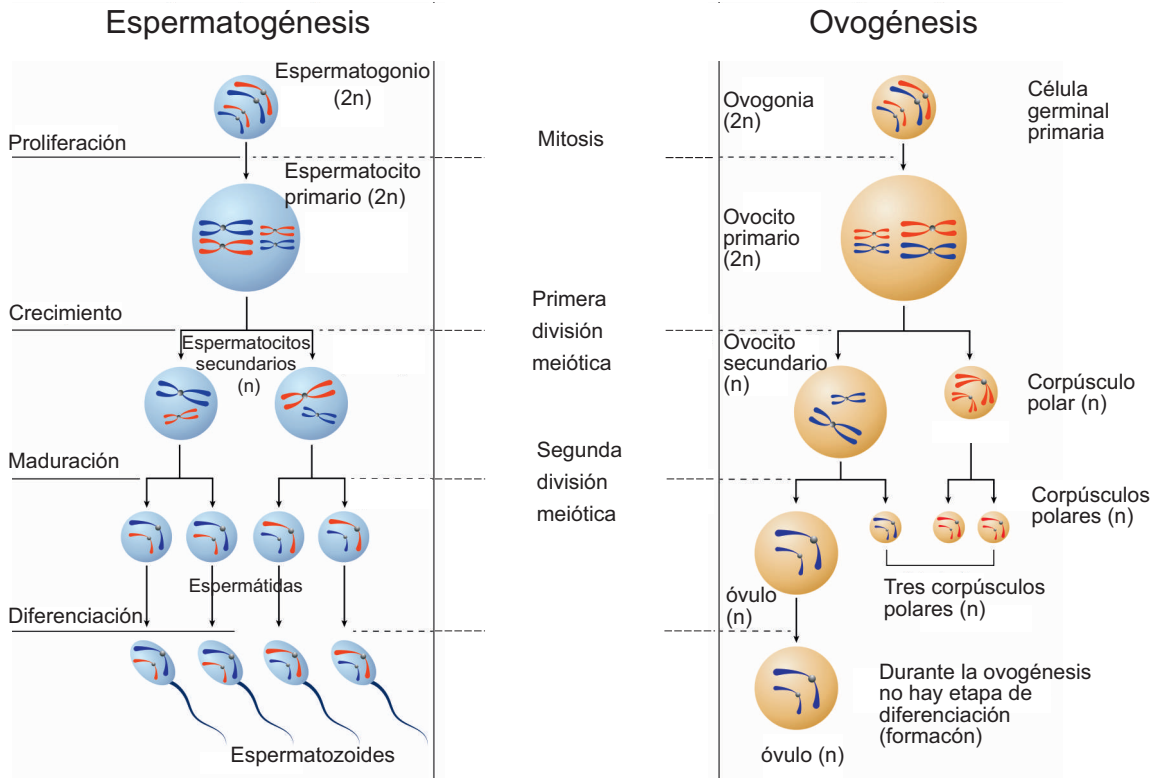
**gametogénesis, espermatogénesis, ovogénesis,
meiosis, reacción acrosómica**

Gametogénesis: proceso de formación de células sexuales haploides – gametos. El proceso tiene lugar en las gónadas, testículos y ovarios a través de la división celular – meiosis. En los hombres, el proceso se llama espermatogénesis y en las mujeres, ovogénesis. Ambos procesos tienen fases comunes, a saber: reproducción, crecimiento, maduración (meiosis) y una fase de formación, únicamente propia de la espermatogénesis. **Fig. 1.**

Comparación entre espermatogénesis y ovogénesis:

Espermatogénesis – fases:	Ovogénesis – fases:
<p>1. Proliferación: a partir de células madre diploides se forman, por división mitótica, células germinales primarias: espermatogonias (2n).</p> <p>2. Crecimiento: las espermatogonias crecen durante un período breve y se convierten en espermatocitos primarios (2n).</p> <p>3. Maduración: los espermatocitos primarios están sometidos a meiosis, es decir, se convierten en espermatocitos secundarios (n), y de ellos se forman cuatro células haploides equivalentes – espermátidas (n) (su material genético y el citoplasma se dividen uniformemente).</p> <p>4. Diferenciación: las espermátidas se convierten en espermatozoides (n) con flagelo y acrosoma. La espermatogénesis se inicia en la pubertad, debido a la acción hormonal. Es un proceso continuo que disminuye paulatinamente con el paso de los años y concluye en la edad senil.</p>	<p>1. Proliferación: comienza en la vida intrauterina, antes del nacimiento. Las células germinales primarias (ovogonias) (2n) se forman a partir de células madre diploides por división mitótica.</p> <p>2. Crecimiento: Las ovogonias crecen y se convierten en ovocitos primarios (2n).</p> <p>3. Maduración: los ovocitos primarios soportan la meiosis y se convierten en ovocitos secundarios. A partir de ellos (solo en caso de fecundación) se forman cuatro células desiguales: un óvulo maduro y tres cuerpos polares deficientes que degeneran.</p> <p>El crecimiento y la maduración se inician en la pubertad por efecto de la acción hormonal de la mujer. Es un proceso cíclico y discontinuo que se acaba en la edad adulta.</p>

Gametogénesis



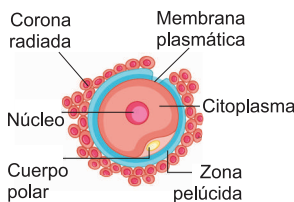
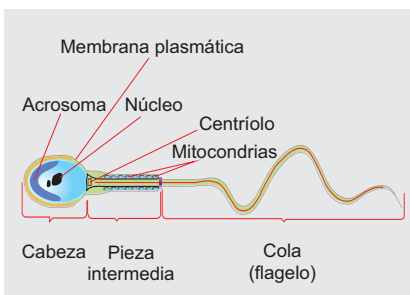
1.

La importancia biológica de la gametogénesis está asociada con la formación de gametos (n), células haploides, que tienen un conjunto de cromosomas reducido a la mitad con material hereditario combinado. Por lo tanto, la gametogénesis asegura en el cigoto, después de la fertilización, la restauración de un conjunto diploide de cromosomas.

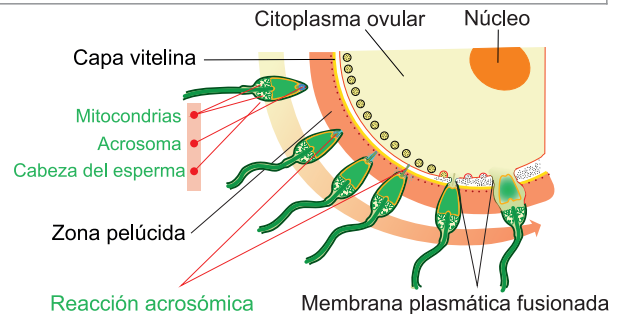
Características de los gametos en el ser humano.

Espermatozoide	Óvulo
<ol style="list-style-type: none"> 1. Célula sexual masculina haploide (n). Tiene 23 cromosomas. 2. Pequeño en comparación con el ovocito II. 3. Se mueve por la acción de su flagelo. 4. No tiene reservas nutritivas. 5. Los espermatozoides pueden vivir hasta 72 horas 6. Existen alrededor de 20 millones/mL. <p>Fig. 2.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Célula sexual femenina haploide (n). Tiene 23 cromosomas. 2. Más grande que el espermatozoide. 3. No registra movimientos 4. Tiene vitelo (reserva nutritiva). 5. Los óvulos pueden vivir hasta 12–24–48 horas. 6. Con el nacimiento en cada ovario existen alrededor de 200 mil de los cuales, en la etapa fértil, sólo se llegan a desarrollar aproximadamente 400. <p>Fig. 3.</p>

2.



3.



4.



Fecundación: proceso, a través del cual dos gametos se fusionan durante la reproducción sexual para crear un cigoto con un genoma, derivado de ambos progenitores. Los dos resultados principales de la fecundación son la combinación de genes, que provienen de ambos progenitores, y la generación de un cigoto.

Fertilización externa: tiene lugar fuera del cuerpo de la madre, en un ambiente acuático, donde machos y hembras arrojan, simultáneamente y muy cerca, gran cantidad de gametos. Este tipo de fertilización es característico de invertebrados y vertebrados acuáticos, a excepción de reptiles y mamíferos acuáticos. **Fig. 4.**

5.



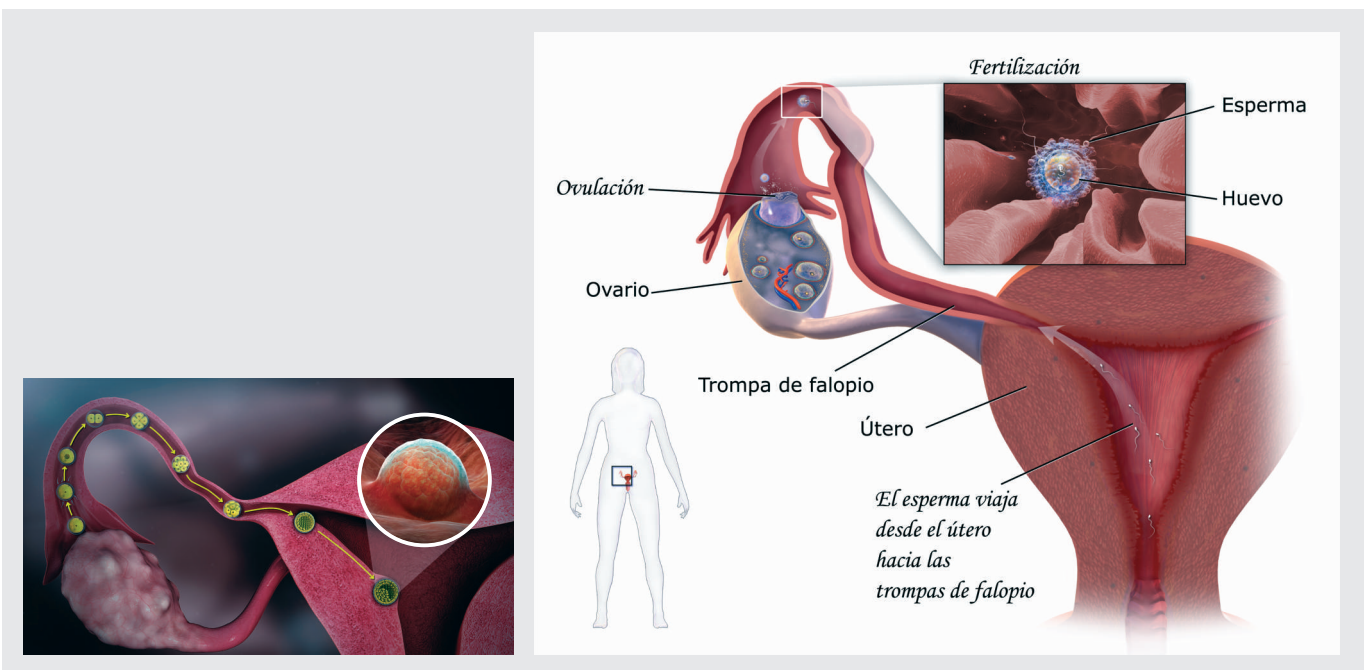
Fertilización interna: a través de un órgano copulador, los espermatozoides se introducen en el cuerpo femenino, llegando al lugar donde se ubican los óvulos, y se produce la fecundación. Es propio de los animales terrestres: insectos, reptiles, aves y mamíferos.

Fig. 5.

Mecanismo de fertilización humana

El sistema reproductor femenino proporciona: formación de óvulos y hormonas sexuales (estrógenos y progesterona), fertilización, desarrollo fetal y parto, relaciones sexuales. **Fig. 6.** El sistema reproductor masculino proporciona: formación de espermatozoides, hormonas sexuales (testosterona), fertilización, relaciones sexuales. En el ciclo menstrual de una mujer, la concepción solo puede

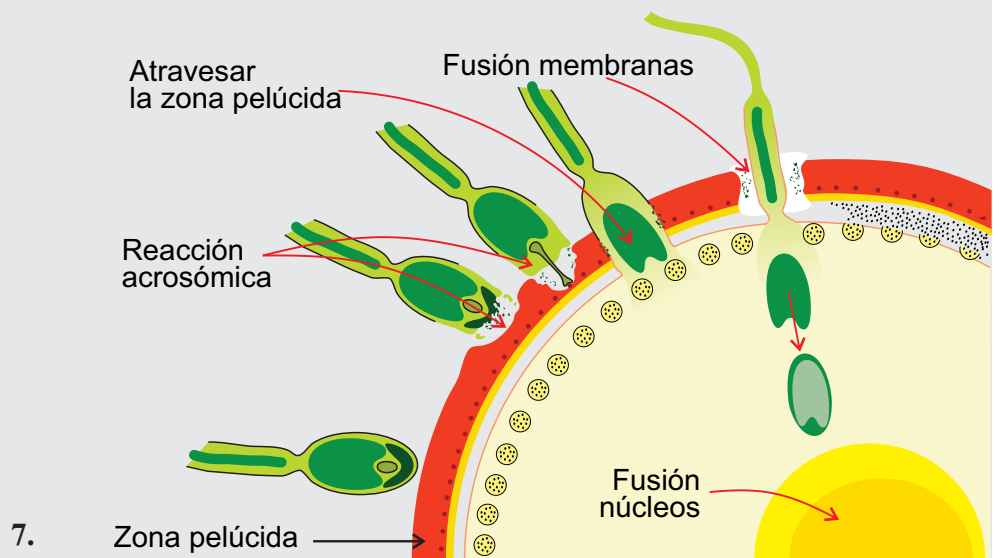
6.



efectuarse durante la ovulación (es un período de tiempo muy corto). La ovulación ocurre cuando un folículo, que alcanza un tamaño de 10-12 mm, se rompe y se libera un óvulo, que cae en la trompa de Falopio. En este lugar se realiza la fertilización. De los millones de espermatozoides, liberados durante la eyaculación, los más viables llegan al óvulo, entre 300 y 500, pero solo uno puede penetrarlo. Para que esto suceda, debe producirse una reacción acrosómica: del acrosoma se liberan enzimas que destruyen las cáscaras del óvulo en el punto de contacto con el espermatozoide.

Etapas de fertilización:

1. Paso del espermatozoide a través de la corona radiada.
2. Penetración en la zona pelúcida.
3. Fusión de las membranas del ovocito II y el espermatozoide y formación de una capa fertilizante que impide la entrada de otros espermatozoides.
4. Finalización de la segunda división meiótica del ovocito II y formación de un núcleo haploide.
5. Fusión de los dos núcleos.
6. Formación del cigoto (célula diploide con 46 cromosomas). **Fig. 7.**



ACTIVIDADES

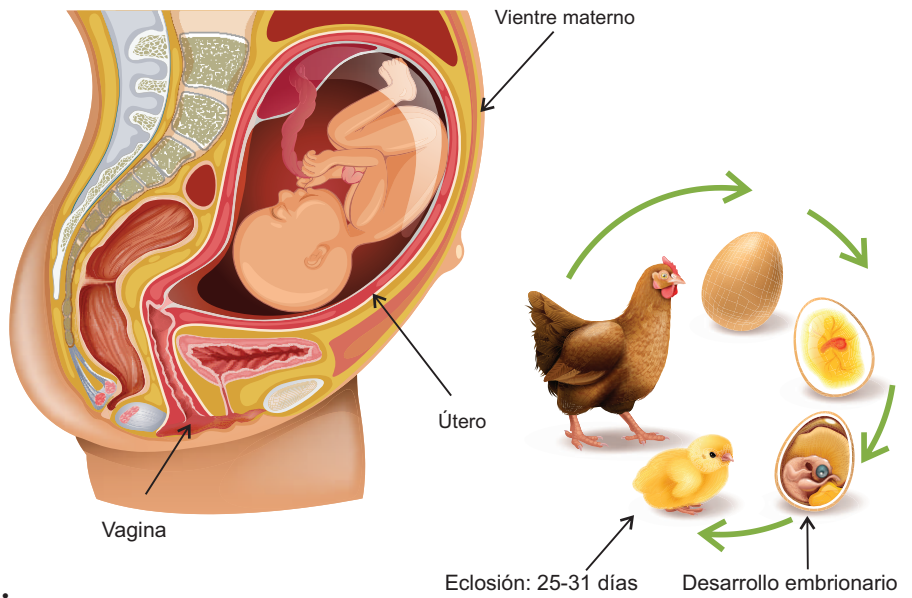
1. Investiguen cuáles son los factores que regulan la fertilización externa.
2. Expliquen la importancia biológica de la fertilización interna.
3. Expliquen la importancia biológica de la reacción acrosómica.

14

segmentación, gastrulación, organogénesis, blastómero, mórula, blástula, embrión, feto

El desarrollo de los organismos, desde su inicio hasta el final de su vida, se denomina desarrollo individual (ontogénesis). Incluye dos etapas consecutivas: embrionaria y postembrionaria.

El desarrollo embrionario es la etapa que comienza con la fecundación y la formación del cigoto y termina con el nacimiento o la eclosión (de un huevo) del individuo. El crecimiento y el desarrollo del embrión se realiza a expensas de los nutrientes del huevo o del cuerpo de la madre. **Fig.1.1. y Fig.1.2.**



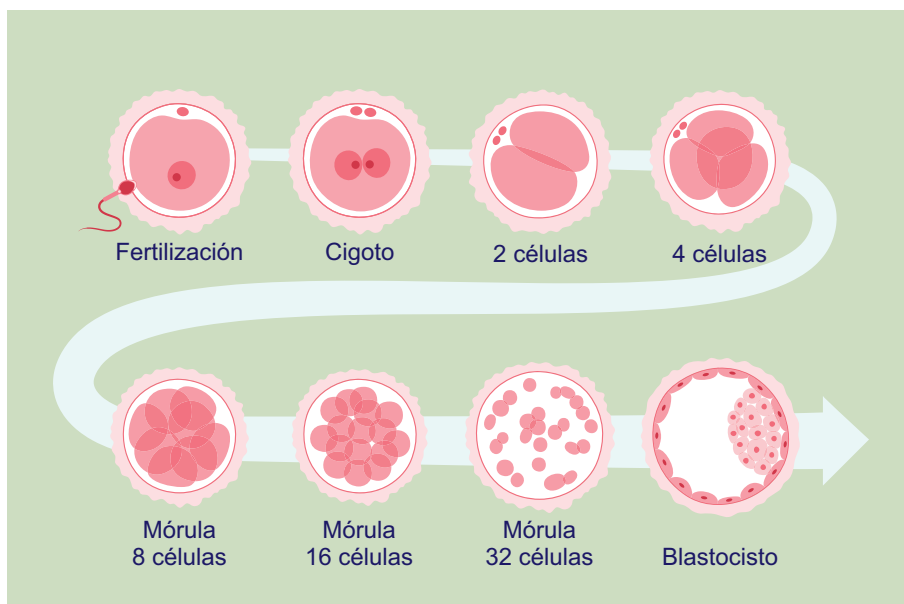
1.1.

Eclosión: 25-31 días Desarrollo embrionario



1.2.

El desarrollo embrionario pasa por tres etapas: **segmentación**, **gastrulación** y **organogénesis**. Dichas etapas se detectan en todas las clases de animales, lo que es una clara evidencia de la unidad en su desarrollo evolutivo. **Fig. 2.**



2.

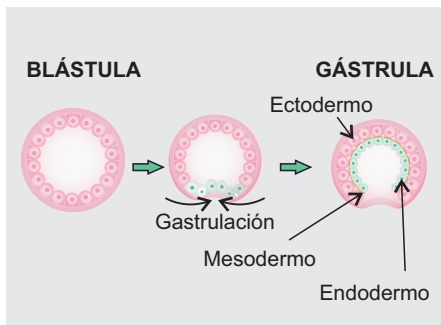
La segmentación (la fragmentación) del cigoto se asocia con varias mitosis sucesivas, lo que da como resultado un gran número de células diploides idénticas: (blastómeros) 2, 4, 8, 16, 32, 64. En la etapa de 32 células, el embrión se encuentra en una etapa temprana de su desarrollo y se llama mórula. En la etapa de 64 células, se crea una formación esférica hueca de una capa de blastómeros que se denomina blástula. La blástula no excede el tamaño del cigoto porque, a medida que crece el número de blastómeros, su tamaño disminuye. Este proceso ocurre en el cigoto durante su paso por la trompa uterina.

La gastrulación es una etapa, vinculada al crecimiento del embrión como resultado de la división y diferenciación de sus células y la formación de las capas embrionarias. Comienza con el doblamiento de la pared de la blástula, convirtiendo así al embrión en una gástrula. Inicialmente, la gástrula tiene dos capas: ectodermo (capa externa germinal) y endodermo (capa interna germinal). En esta etapa se completa el desarrollo de los animales de dos capas (medusas, hidras, corales). En cuanto a los otros animales y los humanos, se forma una tercera capa embrionaria – mesodermo.

El mesodermo se forma por la división de las células del ectodermo y el endodermo que han migrado entre las dos capas embrionarias.

El proceso de la gastrulación humana es posiblemente la etapa más importante del desarrollo embrionario, ya que a partir de las tres

3.



capas embrionarias se generarán todos los tejidos y órganos del cuerpo.

Fig. 3.

La organogénesis es la tercera etapa. Cada capa germinal participa en la formación de determinados tejidos y órganos, de acuerdo con el programa hereditario del organismo. En este proceso aumentan las diferencias en la forma, función y composición química de las células. En diferentes grupos de animales, a pesar de las diferencias en la organogénesis, las tres capas germinales participan en la formación de los mismos órganos.

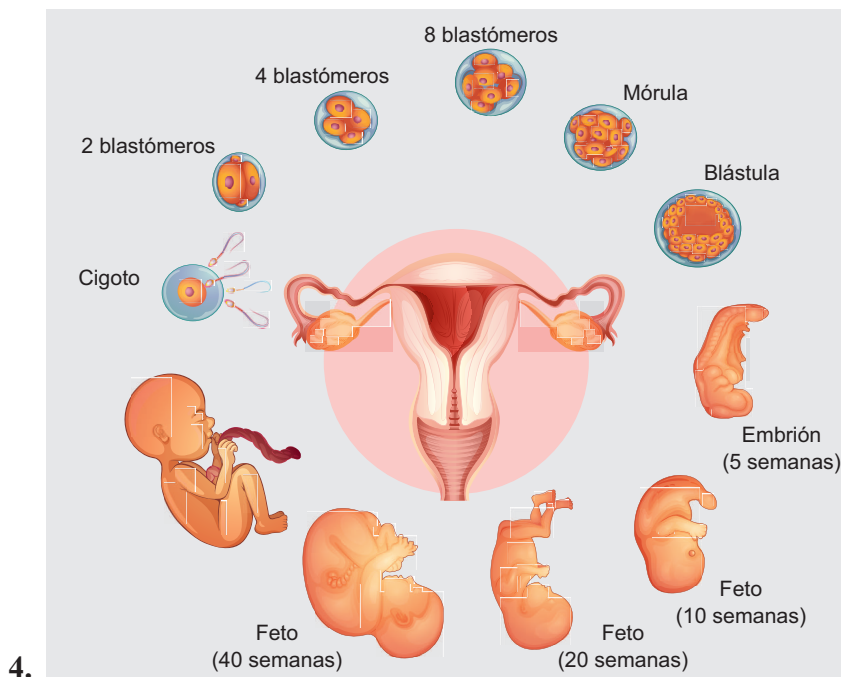
Desarrollo embrionario humano

El desarrollo embrionario humano comienza con la fecundación, continúa con la formación del embrión y, posteriormente, del feto y finaliza con el nacimiento de un niño. Este es el período del embarazo que dura aproximadamente 9 meses. **Fig. 4.**

Período del cigoto: después de la fertilización en la trompa de falopio, el cigoto comienza a moverse hacia el útero y, al mismo tiempo, ocurre la fragmentación y la formación de la mórula y la blástula (siete días después de la fertilización). Al llegar al útero, la blástula se adhiere a la mucosa y comienza la gastrulación. En el decimocuarto día se forman las tres capas germinales y comienza la organogénesis.

Período embrionario: comprende el período entre la 3ª y la 8ª semana del embarazo. Los órganos comienzan a desarrollarse y a adquirir una determinada estructura. Durante el primer mes del

Ectodermo	Mesodermo	Endodermo
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema nervioso: cerebro y médula espinal. 2. Los sentidos. 3. La epidermis. 4. Las formaciones de la epidermis: cabello, uñas, glándulas mamarias, glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas. 5. Las branquias. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El aparato locomotor: músculos, esqueleto. 2. El sistema urinario: riñones, vejiga urinaria. 3. El aparato reproductor. 4. El sistema cardiovascular: sangre. 5. La dermis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El aparato digestivo: estómago, intestinos, hígado, páncreas, vesícula biliar. 2. El sistema respiratorio: faringe, bronquios, pulmones. 3. Las glándulas endocrinas.



embarazo, el embrión mide aproximadamente 1 cm de largo y pesa aproximadamente 6 g. Hacia el vigésimo día el corazón comienza a latir. **Fig. 4.**

Período fetal: dura desde la novena hasta la cuadragésima semana. Diez semanas después de la fecundación todos los órganos del cuerpo del feto están formados. El cuerpo, las extremidades y la cabeza del futuro bebé ya están formados en el feto de dos meses. La cabeza es muy grande, en relación con el cuerpo, con la nariz y los ojos visibles. Hacia el final del tercer mes se desarrolla un órgano especial – la placenta. Se conecta a través

del cordón umbilical al feto en desarrollo y le suministra nutrientes, agua y oxígeno del cuerpo de la madre. Hacia el final del cuarto mes la madre siente los movimientos del feto que son suavizados por el líquido amniótico. En el séptimo mes el feto aún es muy pequeño, pero sus órganos están completamente desarrollados y puede vivir fuera del cuerpo de la madre. En las últimas dos semanas del embarazo (38-40), el feto está formado completamente y puede nacer.

ACTIVIDADES

1. Describan las etapas del desarrollo embrionario humano.

2. Descubran el origen germinal de los tejidos que componen los órganos humanos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso.

3. ¿Qué representa la diferenciación celular y qué es importante para la formación de los organismos multicelulares?

4. Indiquen las características en común en el desarrollo embrionario de animales multicelulares y humanos. ¿Qué conclusiones se pueden sacar?

15

metamorfosis, larva (ninfa), envejecimiento, muerte

El **desarrollo postembrionario** es la segunda etapa del desarrollo individual de los organismos. Comienza con la eclosión o el nacimiento en animales y humanos y termina con su muerte. Durante esta etapa, los animales se proveen solos de su alimento, crecen, se desarrollan y se reproducen. Se observa también una complicación gradual e irreversible del cuerpo. Continúa realizándose la división y la diferenciación celular, dando como resultado el crecimiento del cuerpo y el desarrollo de algunos órganos y sistemas. El tamaño del cuerpo aumenta, junto con sus partes individuales, que crecen a diferente velocidad, llevando a un cambio en sus proporciones. En los animales, el crecimiento es limitado y depende tanto de las hormonas, producidas por las glándulas endocrinas, como de las condiciones ambientales.

El desarrollo postembrionario es de dos tipos: directo e indirecto.

El **desarrollo directo** transcurre sin bruscos cambios morfológicos y fisiológicos. El individuo recién nacido (eclosionado) difiere de los adultos en el tamaño, las proporciones del cuerpo y el subdesarrollo de algunos órganos, pero, en cuanto a la estructura corporal y forma de vida, son similares. Tal desarrollo se observa en peces, reptiles, aves y mamíferos. **Fig. 1.** En los seres humanos, el desarrollo embrionario termina con el nacimiento y comienza el desarrollo postembrionario. A partir de este momento, se inicia el crecimiento independiente del niño, así como su desarrollo físico y psicológico, influenciado por factores genéticos, hormonales y ambientales.



1.

Esto continúa a lo largo de toda la vida e incluye tres etapas: **Fig. 2.**

- *Etapa de crecimiento y desarrollo:* desde el nacimiento hasta los 18-20 años.

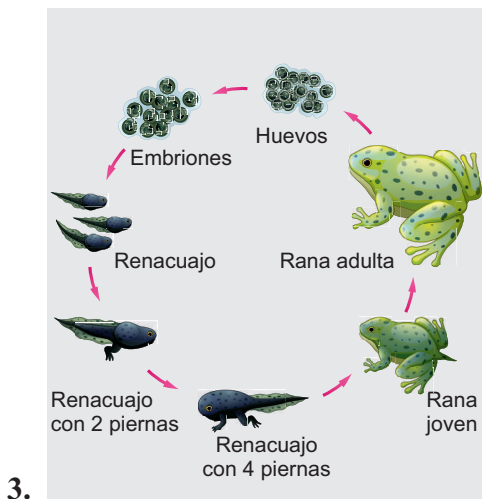
- *Etapa de madurez:* de 19 a 65-70 años.

- *Etapa de vejez:* después de los 70 años.

El **desarrollo indirecto** ocurre en animales que se desarrollan a partir de huevos pobres en yema. De ellos salen **las larvas**. La larva se diferencia del individuo adulto en sus características morfológicas, la estructura interna, el comportamiento y puede vivir en un hábitat diferente. La transformación de la larva en individuo adulto es



2.

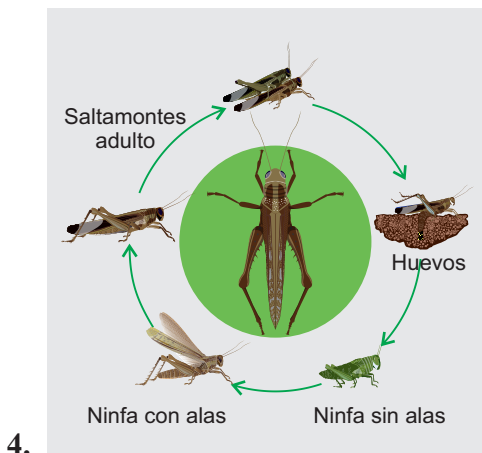


un proceso fisiológico, de cambios bruscos en la estructura del organismo, llamado **metamorfosis**. Este cambio fisiológico va acompañado de un cambio en la forma de vida. Es característico de la mayoría de los insectos, pero también de los anfibios, como la rana. Desarrollo indirecto de una rana por metamorfosis. **Fig. 3.**

El desarrollo transcurre en tres etapas: huevo→larva (renacuajo) →rana. El renacuajo tiene branquias y cola que se descomponen y se desarrollan los pulmones y las extremidades. La larva es herbívora, mientras que la rana es depredadora o, más exactamente dicho, insectívora.

Desarrollo indirecto de un saltamontes por metamorfosis incompleta.

El desarrollo pasa por tres etapas: huevo→larva (ninfa)→adulto. **Fig. 4.**



Las ninfas son pequeñas réplicas de los adultos y viven en el mismo entorno, pero tienen alas y sistema reproductivo poco desarrollados. El cuerpo del insecto está cubierto por una cutícula quitinosa, dura e inextensible, que impide al cuerpo crecer. Por lo tanto, la larva crece mientras se transforma. Llega un momento cuando la dura cutícula cae, pero, en poco tiempo, aparece otra nueva, que se endurece también, y el crecimiento se detiene hasta la siguiente fase de transformación. La transformación es una muda periódica de la cutícula del exoesqueleto de los insectos que les permite crecer.

Desarrollo indirecto de una mariposa por metamorfosis completa. **Fig. 5.**



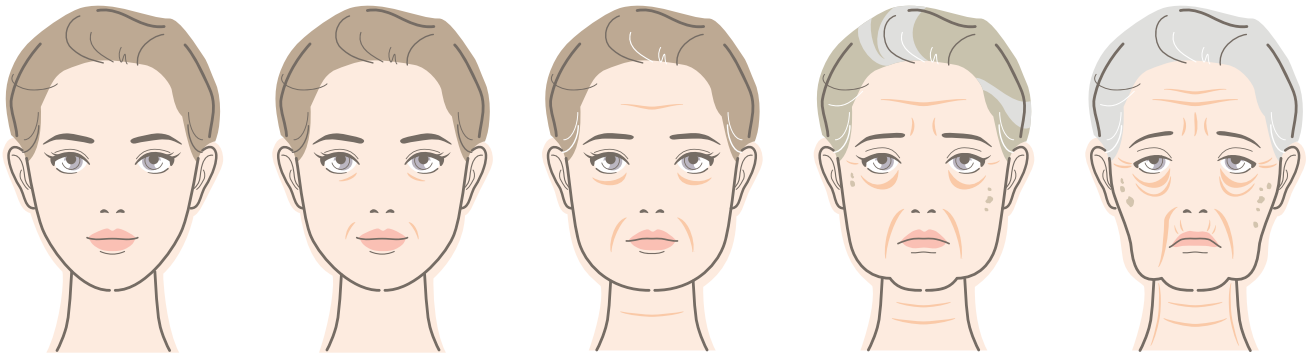
El desarrollo atraviesa cuatro etapas: huevo – larva (oruga) – pupa (crisálida) – adulto (imago). Las larvas se diferencian de los adultos en su aspecto, estructura, dieta alimentaria, hábitat y la duración de su existencia. Durante la etapa de pupa, los tejidos y los órganos de la larva se descomponen y se generan los del adulto.

Envejecimiento y muerte

El envejecimiento es un proceso biológico, irreversible e inevitable (natural o prematuro), que afecta al organismo. Produce cambios en la salud y en las fuerzas de resistencia del cuerpo. Se relaciona también con cambios fisiológicos, morfológicos, anatómicos y bioquímicos. **Fig. 6.**

La esperanza de vida de los organismos depende de su programa genético, así como de factores externos (dieta, ejercicios, estrés, presencia de toxinas en el medio ambiente) e internos.

La muerte es el cese completo e irreversible de los procesos vitales en los organismos vivos y el final natural de la vida. Desde el punto de vista biológico, la muerte puede ser fisiológica, resultado directo del envejecimiento, o patológica, consecuencia de un trauma o una enfermedad. Desde el punto de vista médico, la muerte puede ser clínica: estado cercano a la muerte en el que están ausentes las funciones vitales del sistema nervioso central, la respiración y la función cardíaca. Es reversible. Continúa durante varios minutos y requiere una intervención oportuna en el marco de 1-2 minutos después de establecer el estado del enfermo. El conocimiento práctico muestra que el tiempo entre la muerte clínica y física del cerebro es de aproximadamente 3-5 minutos. Con el soporte vital artificial, la muerte clínica puede durar semanas, incluso meses.



ACTIVIDADES

1. Expliquen las principales diferencias entre el desarrollo directo e indirecto en animales.

2. Den cinco ejemplos de animales con metamorfosis completa y cinco ejemplos de animales con metamorfosis incompleta.

3. Expliquen la importancia de las formas larvarias para la existencia de las especies. Den ejemplos específicos.

16

I. Resumen

1. Expliquen la importancia biológica de la gametogénesis y la fertilización (fecundación).

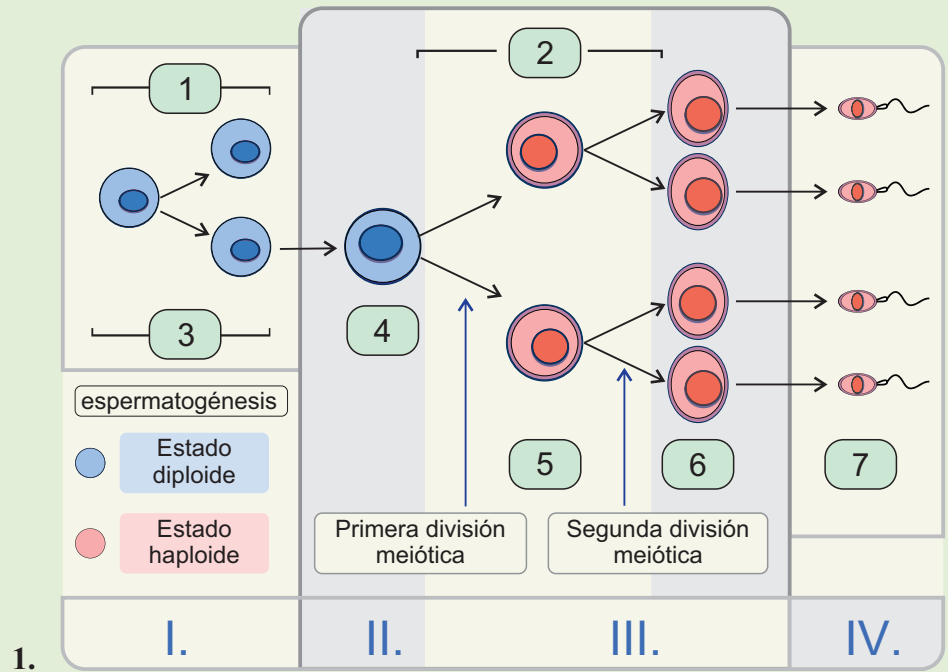
2. Examinen el esquema en el que se presenta la espermatogénesis y completen los espacios en blanco: **Fig.1.**

a/ procesos 1.....y 2

b/ células nº 4....., nº 5....., nº 7.....

c/ fases I....., II....., III....., IV

d/ si las células son humanas, ¿cuál es el número de cromosomas en la célula nº 3..... y en la célula nº 6.....?



3. Expliquen la partenogénesis en las abejas.

.....

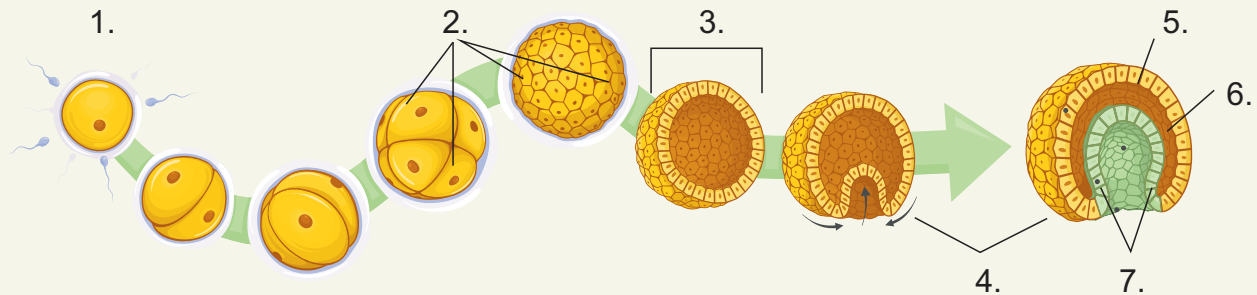
.....

.....

.....

.....

4. Examinen la imagen que muestra las etapas del desarrollo individual de animales y humanos y completen los espacios en blanco: **Fig.2.**



2.

- a/ etapa I.....y etapa II.....
- b/ células nº1....., nº2.....
- c/ estructuras 3.....y 4.....
- d/ capas germinales 6.....y 7.....

5. Completen las palabras que faltan en el texto.

Metamorfosis incompleta: El animal va convirtiéndose en poco a poco mediante mudas de su....., sin pasar por una etapa de inactividad y sin dejar de alimentarse. Las larvas (.....) se diferencian de los adultos en el.....y..... Se da en insectos como..... y en anfibios como.....

6. Indiquen los cambios específicos en el desarrollo postembrionario del ser humano durante las siguientes etapas de su vida:

- a/ lactancia; b/ adolescencia – pubertad

II. Proyectos y debates

1. Investiguen cómo transcurre el desarrollo del embrión/el feto humano durante todos los meses del embarazo. Describan el tamaño y el peso de los órganos y sistemas, como también su evolución paulatina cada vez más compleja.

2. Expliquen los efectos hormonales sobre el crecimiento y el desarrollo de animales y humanos. ¿Cuáles son las hormonas que influyen sobre los procesos anteriores, qué glándulas endocrinas son responsables de su producción y qué parte del cerebro las controla?

3. La regeneración es el proceso de recuperación de estas partes del organismo que están dañadas. Se realiza a nivel molecular, está controlada por los genes y, gracias a ella, ciertos organismos pueden reconstruir casi por completo sus órganos y tejidos. La regeneración puede ser embriogénesis reparadora, fisiológica y somática. Investiguen los diferentes tipos de regeneración, describiendo su naturaleza con ejemplos específicos.

4. Hay alrededor de cien hipótesis sobre el envejecimiento humano. Investiguen dos de ellas y explíquenlas.

5. La duración de la vida humana ha cambiado a lo largo de los siglos. Estudien los factores (externos e internos) que determinan nuestra esperanza de vida media. Investiguen las razones del cambio en los últimos 100 años.

6. Las formas atípicas de reproducción sexual son la partenogénesis y la androgénesis. Investiguen la naturaleza de la androgénesis, explicándola con un ejemplo concreto.

III. Control y evaluación

1. ¿Cuál de las siguientes etapas termina con la formación de un embrión/feto de dos o tres capas?

- a/ fertilización; b/ segmentación;
- c/ gastrulación; d/ organogénesis

2. Durante la fase de maduración en el proceso de espermatogénesis:

a/ el número de los cromosomas en las células se reduce a la mitad; b/ se forman las células de los espermatozoides; c/ cambia la forma de las células; d/ crecen los futuros espermatozoides.

3. La reproducción sexual incluye:

a/ trituración y gastrulación; b/ germinación y brote;
c/ gametogénesis y fertilización; d/ organogénesis y nacimiento

4. Denominamos el desarrollo postembrionario, que incluye las etapas sucesivas: huevo → organismo joven → organismo adulto,

- a/ desarrollo directo; c/ metamorfosis completa;
- b/ metamorfosis incompleta; d/ partenogénesis

5. ¿Cuáles son los órganos que tienen un origen mesodérmico?

- 1. corazón; 2. músculos; 3. pulmones; 4. epidermis
- a/ 1 y 2; b/ 2 y 4; c/ 1 y 3; d/ 2 y 3.

6. Completen las palabras que faltan:

El desarrollo antes del nacimiento, o.....es el proceso en el que el cigoto, y más tarde....., y luego.....se desarrollan durante el embarazo. Este desarrollo comienza con.....y la formación del cigoto pasa por las etapas de.....y termina con.....

7. ¿Qué proceso y cuál de sus fases se muestran en la imagen y cuál es el resultado final? **Fig.3.**

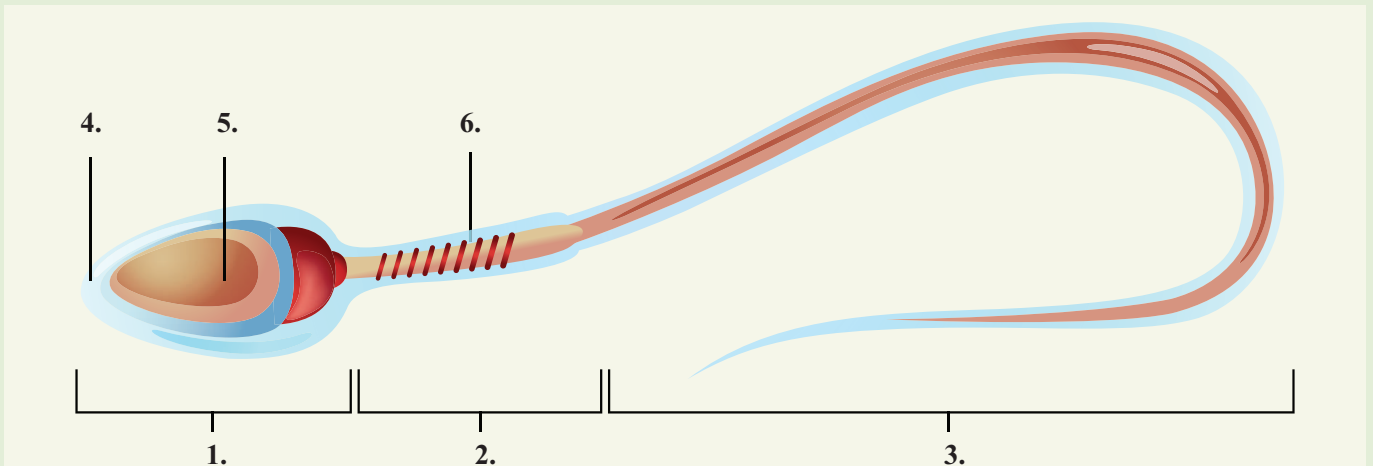
.....



3.

8. Miren el esquema que muestra las estructuras del espermatozoide y completen los espacios en blanco: **Fig. 4.**

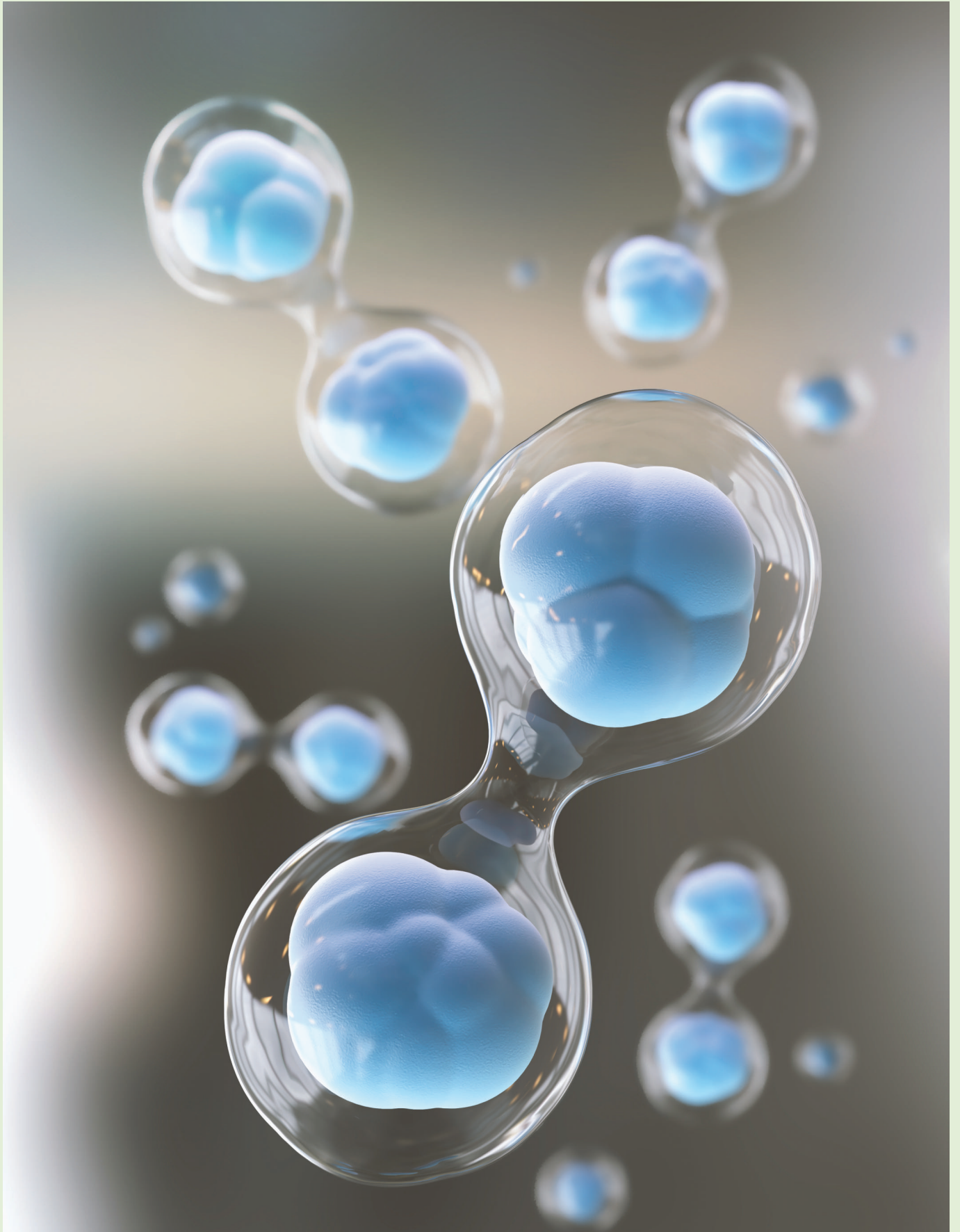
A. 2-; B. 3-.....; C. 4-; D. 5-



4.

9. El desarrollo postembrionario del humano comienza con el nacimiento y termina con su muerte. Está dividido en siete etapas con muchas características diferentes. Ordenen las características indicadas en la etapa correcta, escribiéndolas con los números correspondientes.

1. Período del recién nacido:	a/ de uno a tres años. Al principio tiene dificultades para mantener el equilibrio y caminar. El dominio del andar desempeña un papel importante para desarrollar la memoria y enriquecer la experiencia.
2. Período de lactancia:	b/ desde el comienzo del cuarto año hasta el final del sexto. Comienza la sustitución de los dientes temporales por los permanentes. Los movimientos se hacen precisos y coordinados.
3. Período de la primera infancia:	c/ se caracteriza por una actividad vital reducida y cambios morfológicos en los órganos y sistemas individuales. Tanto la apariencia de una persona como su psique y comportamiento cambian. La piel va perdiendo su elasticidad y se arruga, el cabello se hace más fino y canoso, los huesos se vuelven duros y quebradizos. Los movimientos son más limitados.
4. Período de la edad preescolar:	d/ de 20 a 65 años la vida transcurre sin cambios significativos en la apariencia del ser humano. Todos los órganos y sistemas están óptimamente desarrollados y funcionan de la manera más eficiente. Se consigue solo el perfeccionamiento intelectual del individuo.
5. Período de la edad escolar:	e/ desde el nacimiento hasta los 30 días de vida. La adaptabilidad y la resistencia a las condiciones externas son pocas. Solo aparecen reflejos innatos: succionar y salivar.
6. Pubertad:	f/ Este período se divide en edad escolar temprana (de 7 a 10 años) y edad escolar secundaria (de 11 a 16 años).
7. Período de la adolescencia:	g/ desde el segundo mes hasta el final del primer año. Crecimiento rápido del cuerpo, pero desarrollo más rápido del sistema nervioso central y movimientos mejorados: sentarse, gatear, ponerse de pie y, posteriormente, caminar. Al final del período, comienza el desarrollo de algunos reflejos condicionados duraderos.
8. Período de la adultez:	h/ período entre los años 17 y 19. Se caracteriza por la culminación final del crecimiento y el desarrollo. Los cambios en las proporciones corporales también concluyen.
9. Período del adulto mayor:	i/ se caracteriza por un crecimiento y desarrollo intensivos de todos los órganos y sistemas, entre la edad de 11 y 12 años para las muchachas y de 12 a 14 años, para los muchachos. Bajo la influencia de las hormonas, comienzan a formarse caracteres sexuales secundarios.





BIOSFERA



**POBLACIÓN,
BIOCENOSIS, ECOSISTEMA**

FACTORES ECOLÓGICOS

17

ecología, microsistema, mesosistema, macrosistema,
población, comunidad (biocenosis), ecosistema, biosfera

Niveles de organización de la materia viva

Microsistema – célula: unidad estructural y funcional de los seres vivos.

En dependencia de la cantidad de células, de las que están formados, los organismos son:

- *organismos unicelulares:* están formados por una célula – bacterias, algas verdiazules o *cianobacterias*, protozoos, algas unicelulares;

- *organismos multicelulares:* están formados por una gran cantidad de células – plantas, hongos, animales invertebrados, animales vertebrados, seres humanos.

Subniveles de la célula:

Átomos – están constituidos por partículas subatómicas: protones, electrones, neutrones.

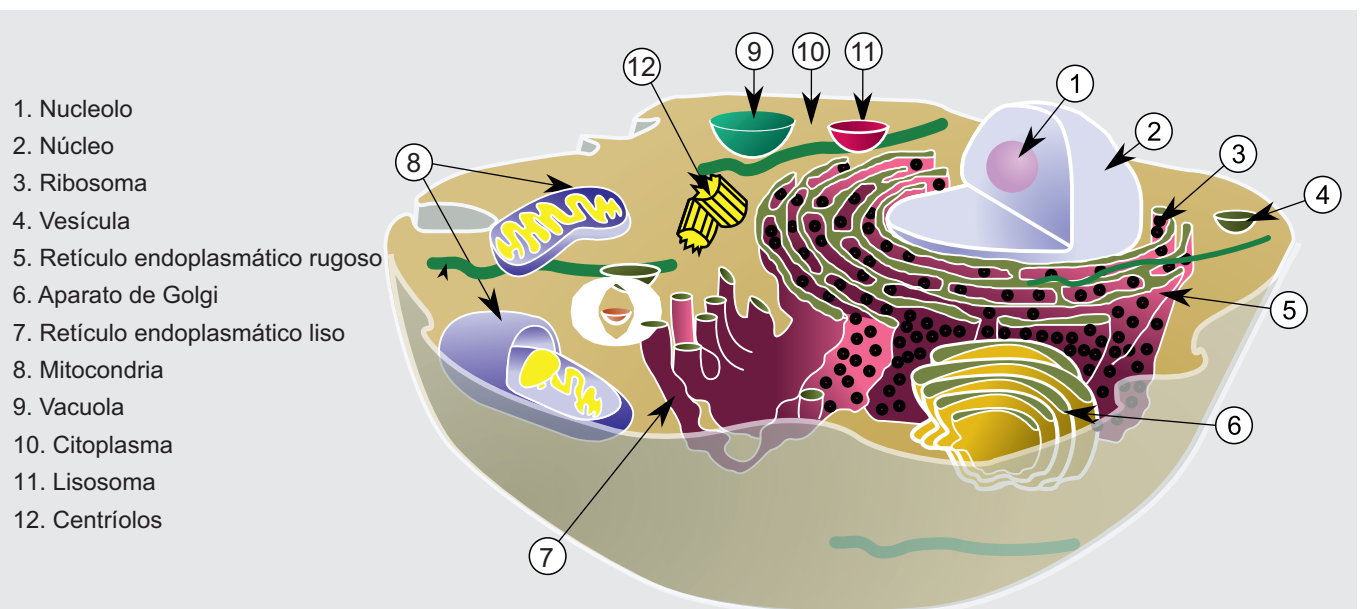
Moléculas – son los componentes básicos de las células.

Ellas son:

- moléculas inorgánicas – agua, sales minerales, gases – O_2 , CO_2 ;
- moléculas orgánicas (macromoléculas) – glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN).

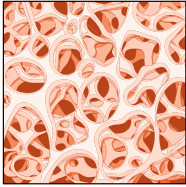
Complejos macromoleculares (supramoleculares) – membrana plasmática (complejo del fosfolípidos y proteínas), ribosomas (complejo del ARN y proteínas), cromosomas (complejo del ADN y proteínas), virus (complejo de ácidos nucleicos y proteínas).

Orgánulos – estructuras celulares especializadas, ubicadas en el citoplasma de la célula eucariota, con forma y estructura específicas, que realizan funciones específicas en las células. **Fig.1.**

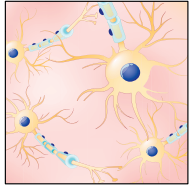


Cuatro tipos de tejidos

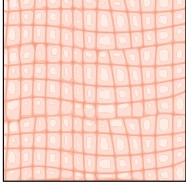
Tejido conectivo



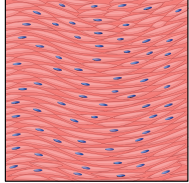
Tejido nervioso



Tejido epitelial



Tejido muscular



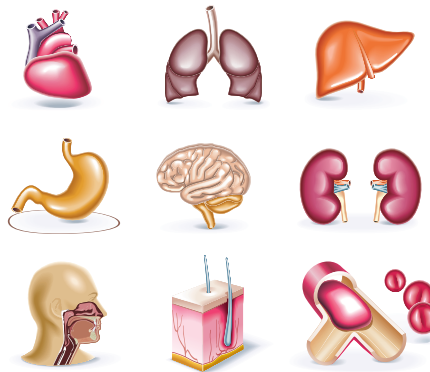
2.

Mesosistema: individuo (organismo) multicelular

Subniveles del organismo multicelular:

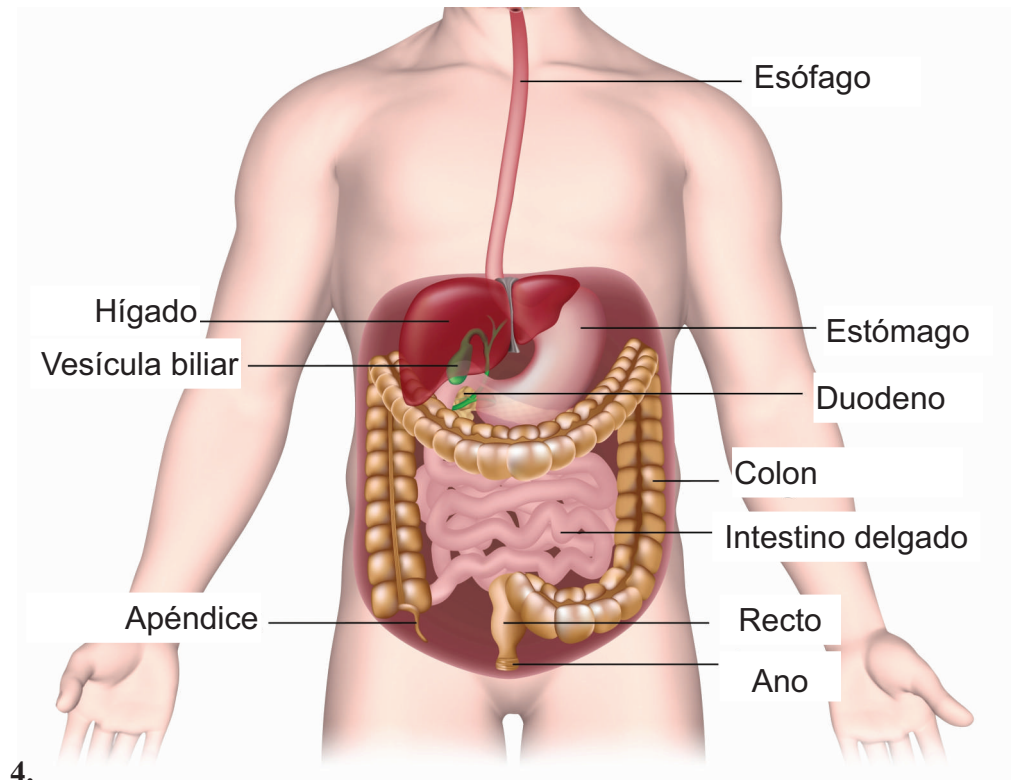
Tejidos: conjunto de células de origen embrionario común con una estructura similar y que realizan la misma función (células morfológica y fisiológicamente similares). **Fig. 2.**

Órganos: partes del cuerpo de estructura específica que les permite realizar determinadas funciones de forma integrada. **Fig. 3.**



3.

Sistemas de órganos: conjunto de órganos interconectados, con una estructura definida y origen embriológico común, que, al realizar



4.



una función específica garantizan el curso de un determinado proceso de vida, por ejemplo, el sistema digestivo. **Fig. 4.**

Los sistemas interactúan constantemente, dependen unos de otros y construyen un organismo completo. **Fig.5.**

Macrosistema o biosfera – conjunto de todos los seres vivos conocidos.

Subniveles de la biosfera: **Fig.6.**

Población: conjunto de organismos (individuos) de la misma especie que habitan el mismo territorio al mismo tiempo.

Comunidad biológica (biocenosis): conjunto de poblaciones de diferentes especies que coexisten e interactúan en un área determinada.

Ecosistema: unidad entre dos componentes: biótico (biocenosis) y abiótico (biotopo) que interactúan entre sí.

Todos los ecosistemas de la Tierra forman la biosfera

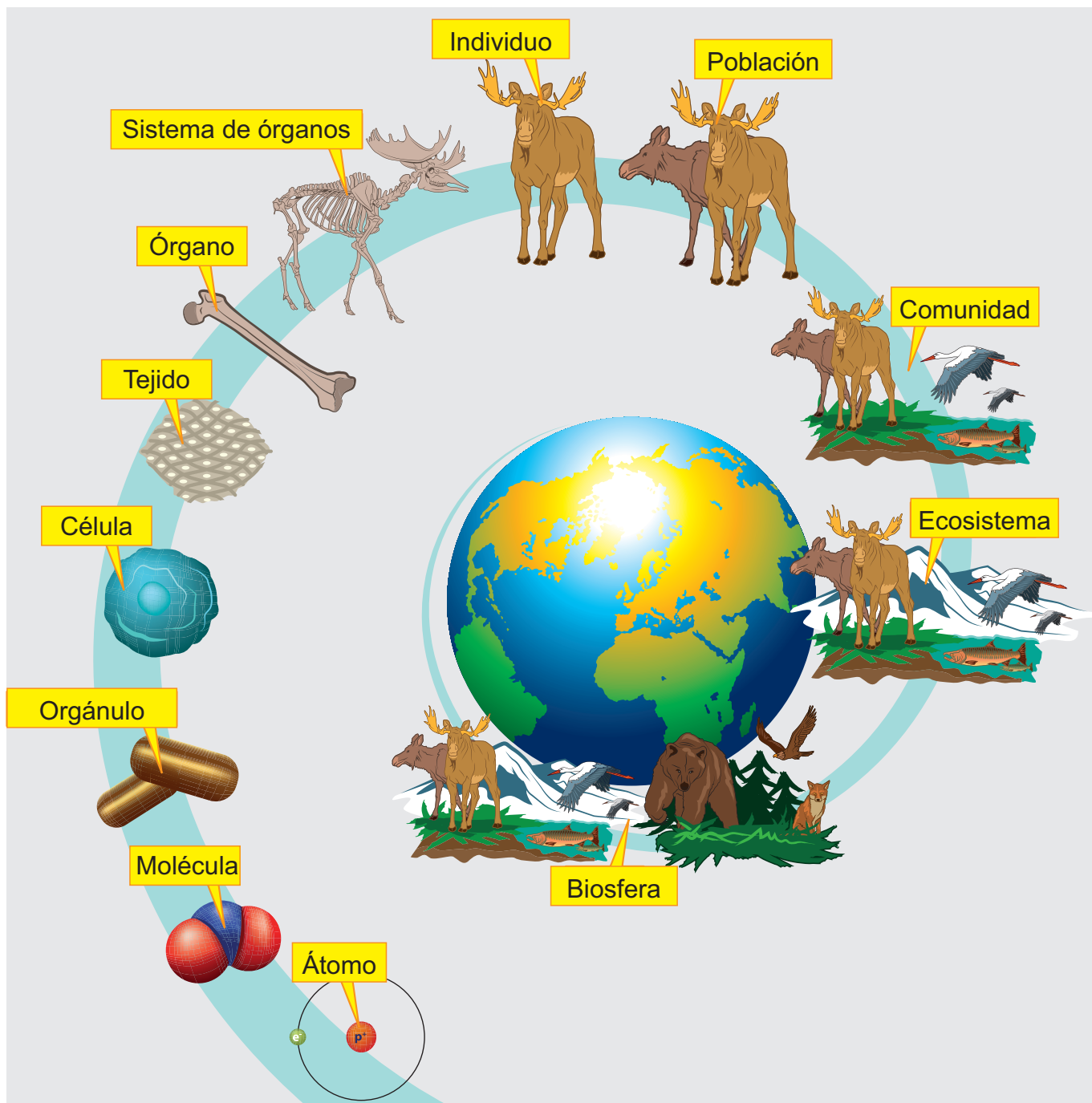
Ecología: ciencia biológica que estudia las interacciones entre los organismos, así como las interacciones entre los organismos y el medio ambiente en el que viven.

Métodos para estudiar la ecología

Las investigaciones ecológicas se pueden llevar a cabo mediante diferentes métodos: matemáticos y experimentales (en ambientes naturales o en laboratorios). Con su ayuda se estudian y analizan las conexiones que existen entre los factores bióticos (las relaciones entre los seres vivos) y los factores abióticos (las condiciones ambientales).

Importancia de la ecología

La ecología estudia las características del hábitat y su influencia en el desarrollo, los cambios y el comportamiento de las diferentes especies. Por un lado, se están realizando estudios de posibles cambios negativos sobre los ecosistemas, debido a la actividad humana, y, por otro lado, se proporcionan conocimientos sobre la interacción responsable del hombre con el medio ambiente, buscando formas de restablecer el equilibrio ecológico y proteger la naturaleza.



6.

ACTIVIDADES

1. Investiguen los métodos, que se utilizan para estudiar la ecología, y expliquen su naturaleza.
2. La ecología está relacionada con una gran parte de ciencias biológicas y naturales. Investiguen con qué ciencias está estrechamente relacionada y proporcionen ejemplos específicos para justificar sus respuestas.

18

especie, población, endémicas, cosmopolitas, tasa de natalidad, tasa de mortalidad, procesos migratorios, emigración, inmigración, migraciones



1.

Especie: la unidad sistemática más pequeña (taxón). La especie existe en la naturaleza a través de sus poblaciones que ocupan un territorio determinado.

Población: grupo de organismos de una especie biológica que habitan parte de un territorio (área) durante mucho tiempo, tienen las mismas características morfológicas y fisiológicas, un comportamiento similar, las mismas exigencias respecto a las condiciones ambientales, se cruzan y producen descendencia fértil.

Fig.1.

Los organismos no viven aislados y cada especie forma numerosas poblaciones dentro de su territorio geográfico, entre las cuales se observan complejas interacciones. Existen también complicadas relaciones entre las poblaciones de las diferentes especies que habitan un área común, pero están aisladas reproductivamente (no pueden cruzarse y crear una descendencia fértil), lo que asegura la conservación de la especie.

Número de las poblaciones: depende de la movilidad de los individuos de una especie determinada y de las características del terreno. Las plantas y los animales, que viven adheridos a otros, como también los de movilidad restringida, tienen más poblaciones que los animales de mayor movilidad. El número de las poblaciones de las especies, que habitan las zonas llanas, es menor que el de las especies que viven en zonas de montaña.

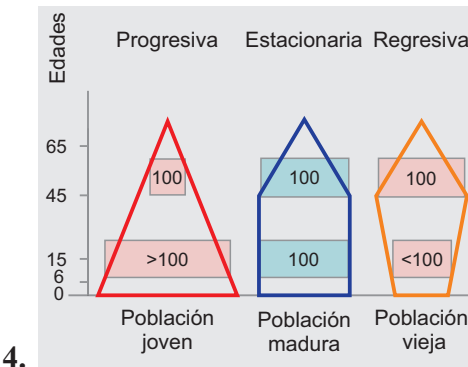
Tamaño de las poblaciones: depende tanto de la extensión del territorio como de la cantidad de organismos que viven en él. La población puede incluir diferente número de individuos – desde unas docenas (de animales depredadores) hasta varios millones (de insectos).

Tipo de las poblaciones: hay tres tipos de poblaciones: *geográfica, ecológica y local (elemental)*.

Geográfica: población que ocupa un área grande – áreas geográficas de condiciones ecológicas parecidas. Por ejemplo, el lobo común habita un área grande que incluye tres poblaciones geográficas: europea, asiática y norteamericana que están aisladas unas de otras.

Ecológica: población que se encuentra dentro de una población geográfica y ocupa áreas más pequeñas. Por ejemplo, en la población geográfica europea del lobo común existen varias poblaciones ecológicas: escandinava, ibérica, balcánica. La incomunicación entre ellas no es completa y los lobos pueden procrear.

Las poblaciones geográficas y ecológicas son importantes para la adaptación de las especies a las diferentes condiciones ambientales y para el surgimiento de nuevas especies.



Local (elemental): población que ocupa un área limitada de un hábitat determinado. Es la más pequeña. Por ejemplo, la población del lobo común en la montaña Rila es local. En ella los individuos tienen contacto entre sí, lo que asegura el proceso reproductivo.

Las especies, que existen en una sola población, se denominan **endémicas**. Bulgaria es rica en especies endémicas, por ejemplo, *el tulipán de Vitosha, la primula de Rila, la amapola de Pirin*, entre otras.

Fig.2. y Fig.3.

Las especies, cuya área cubre la mayor parte de la superficie terrestre o acuática de la Tierra y existen en muchas poblaciones, se denominan **cosmopolitas** (perros, ratas, moscas domésticas, cereales).

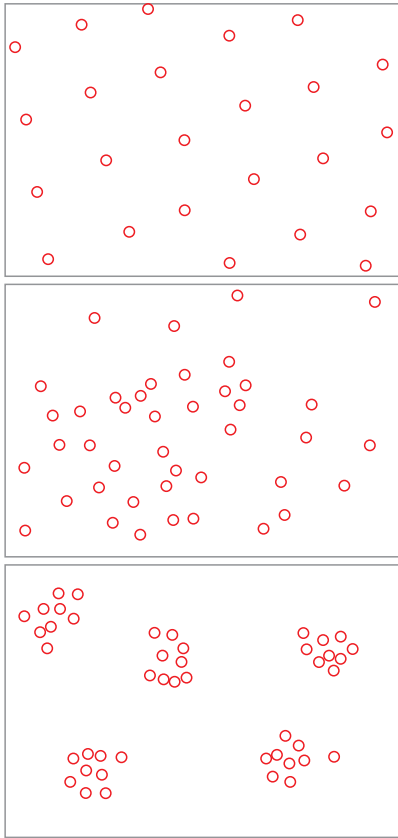
Las poblaciones tienen estructuras complejas: demográfica, espacial, genética y, en cuanto a los animales, podemos añadir también la conductual.

Estructura demográfica: está determinada por **la edad** de los individuos de la población y **el sexo** de los individuos de la población.

La estructura de la edad: está determinada por el número de individuos de los tres grupos de edad: *jóvenes* que no participan en la reproducción; *sexualmente maduros* que forman parte del proceso reproductivo; *adultos* que por diversas razones no pueden procrear. La estabilidad y el futuro de la población dependen de la relación cuantitativa entre los individuos de los tres grupos. Teniendo eso en cuenta, las poblaciones son: **crecientes, estables y decrecientes**.

La estructura de la edad está ilustrada por las siguientes pirámides de poblaciones. **Fig.4.**

Población creciente (Población joven)	Población estable	Población decreciente (Población en regresión)
El número de individuos jóvenes es mayor que el número de adultos.	El número de jóvenes y adultos es aproximadamente el mismo.	El número de jóvenes es menor que el número de adultos.
Pirámide progresiva: tiene una base muy amplia que muestra el gran potencial reproductivo de los jóvenes y la parte muy limitada de los adultos.	Pirámide estable (estacionaria): la tasa de natalidad y mortalidad se mantiene constante durante mucho tiempo.	Pirámide regresiva: muestra una tasa menor de crecimiento poblacional.



5.

Estructura del sexo: en las poblaciones de los organismos heterosexuales, el número de los individuos sexualmente maduros es casi constante. En dependencia de la proporción y la relación entre machos y hembras, las poblaciones se dividen en: *monógamas*: la proporción entre machos y hembras es de 1:1 (cigüeñas, palomas, águilas, lobos); *polígamas*: las hembras son más que los machos (ungulados, gallinas); *poliandras*: abejas, hormigas.

Estructura espacial: refleja la distribución de los individuos en la población. Hay tres patrones principales de distribución: *uniforme*, *aleatorio* y *grupos*. (De arriba abajo: uniforme, aleatorio y grupos). **Fig.5.**

Uniforme: es posible en individuos, entre quienes existen relaciones hostiles, y las condiciones ambientales son las mismas en todas las partes del área. Se pueden dar ejemplos con zorros y escorpiones;

Aleatorio (al azar): se observa en individuos, entre los cuales no existen relaciones hostiles. Las condiciones de vida en las diferentes partes del territorio no difieren. Por ejemplo, las larvas de las ostras se desplazan a cientos de kilómetros, impulsadas por las corrientes oceánicas, lo que puede llevar a su distribución aleatoria;

Grupos: ocurre con mayor frecuencia en la naturaleza. Es resultado de las cambiantes y diversas condiciones de vida en las diferentes partes del territorio. Entre los individuos las relaciones son de gran variedad como, por ejemplo, entre leones, hienas, jirafas, elefantes, etc.

Estructura genética: está determinada por las diferencias entre los individuos de la población. Cuanto más diversos sean los caracteres de los individuos, tanto mayor es su posibilidad de supervivencia en las cambiantes condiciones ambientales.

Estructura etológica (conductual): está determinada por las relaciones entre los animales de la población. Se caracteriza por la formación de grupos de individuos que difieren en la composición y duración de su existencia.



6.



7.

Los grupos son:

De acumulación: son temporales, de corta duración y se forman cuando los animales se alimentan, abrevan, migran o se protegen contra sus enemigos. **Fig.6.**

Familiares: la duración de la existencia de estos grupos varía desde unas pocas semanas hasta varios años. Incluyen a los padres y su descendencia. Ellos se ocupan de la cría, la protección y el adiestramiento de los pequeños. **Fig.7.**

No familiares: incluyen a una aglomeración enorme de individuos de una sola población. Se observan medios de comunicación entre estos individuos que garantizan una acción coordinada. A menudo existe una jerarquía que procede de la experiencia, la fuerza y el amparo que brinda el líder, con lo cual asegura la protección de los individuos de la población. Este es un rasgo adaptativo que ayuda a los individuos a sobrevivir. Ejemplos: colonias de pingüinos, manadas de antílopes, etc. **Fig.1.**

Una población se caracteriza por los procesos de natalidad, mortalidad y migración. El crecimiento de la población depende de ellos.

Tasa de natalidad (N): está determinada por el número de nuevos individuos que nacen en la población por unidad de tiempo. Depende de la composición de la población por edad y sexo, la fertilidad de las hembras y las buenas condiciones de vida.

Tasa de mortalidad (M): está determinada por el número de muertes por unidad de tiempo. Depende de las condiciones climáticas desfavorables del medio ambiente, la presencia de depredadores, parásitos y enfermedades, entre otros factores. La tasa es más alta en el grupo de los individuos jóvenes. El número de los individuos de la población está determinado por la supervivencia. ($= N - M$)

Procesos migratorios: están relacionados con el reasentamiento de los individuos y afectan al número de las poblaciones. Se dividen en tres tipos: *emigración*: es el abandono de una población por parte de algunos individuos. Está provocada por la escasez de alimentos, la presencia de depredadores o las malas condiciones ambientales; *inmigración*: es la llegada de individuos de una especie de otras poblaciones; *migraciones*: son las salidas y regresos periódicos de individuos de una población a otra y viceversa. Las migraciones son periódicas (estacionales o las que ocurren en el marco de 24 horas) y suelen ser causadas por incendios, sequías u otros cataclismos naturales.

ACTIVIDADES

1. Expliquen las características de la población.
2. Comparen los tres tipos de poblaciones y expliquen su papel en el surgimiento y la conservación de la especie.
3. Comparen las especies endémicas con las cosmopolitas, dando cinco ejemplos de cada una.
4. Expliquen la importancia de la estructura etológica de la población.
5. Digan qué estudia la etología.

19

biotopo, organismos autótrofos, productores, organismos heterótrofos, consumidores, descomponedores, especies dominantes

La biocenosis, también llamada comunidad natural, es el conjunto de todos los organismos de todas las especies que conviven en un determinado espacio, llamado biotopo, que ofrece las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia.

Biotopo: espacio de determinadas condiciones ambientales donde vive un grupo de organismos vivos (biocenosis). El biotopo es un entorno que ofrece condiciones de vida relativamente homogéneas (factores abióticos). Se clasifica en: *climático* (temperatura, humedad, viento, presión atmosférica); *edáfico* (composición y estructura del suelo); *químico* (componentes de aire, agua y suelo). **Fig.1.**

La biocenosis puede definirse de acuerdo a los seres vivos coexistentes:

Fitocenosis: comunidad de todas las poblaciones de especies de plantas en un hábitat determinado (biotopo): árboles, arbustos, plantas herbáceas. Las plantas son **organismos autótrofos**. Mediante el proceso de la fotosíntesis, sintetizan sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas simples (agua y dióxido de carbono) con la ayuda de la luz solar. Son **productores**.

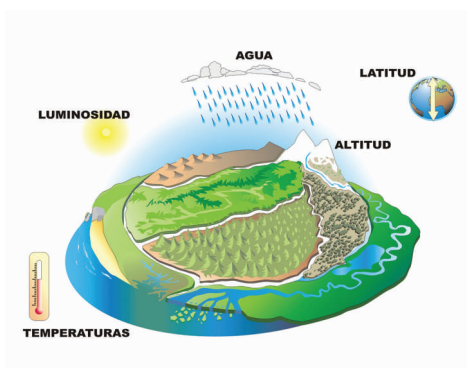
Zoocenosis: comunidad de poblaciones de especies animales interconectadas en un biotopo. Son **organismos heterótrofos** que consumen materia orgánica y así aseguran su reproducción y desarrollo. Son **consumidores**.

Micocenosis: conjunto de poblaciones de hongos en un biotopo. Son **organismos heterótrofos** que descomponen sustancias orgánicas de origen vegetal y animal y las convierten en sustancias inorgánicas. Son **descomponedores**.

Microbiocenosis: conjunto de poblaciones de todos los microorganismos (bacterias, hongos unicelulares, organismos unicelulares eucariotas) en un biotopo determinado. Son **descomponedores**.

La biocenosis se caracteriza por su composición cuantitativa y de especies. En la biocenosis, los pequeños organismos constituyen la parte predominante de la biomasa, pero su estructura, propiedades y aspecto están determinados por **las especies dominantes**. Se trata de una especie, o especies, que suelen formar parte de la fitocenosis. Son de grandes dimensiones (por ejemplo, el pino) o aparecen en gran número. De ellos dependen los procesos que tienen lugar en la biocenosis. Las especies dominantes suelen dar nombre a la biocenosis. Por ejemplo: biocenosis del hayedo, biocenosis de coníferas, etc. En pocos casos, el dominante ecológico puede ser una especie animal: los corales de los arrecifes de coral.

Tipos de biocenosis: según la diversidad de las especies en ellas, las biocenosis son:

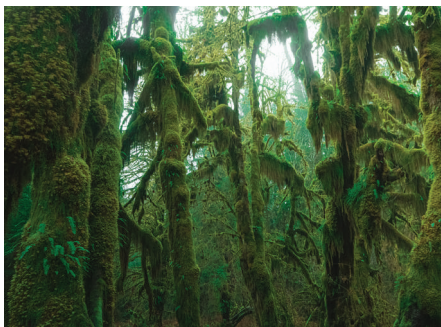


1.



2.

Biocenosis simples: tienen una composición **pobre** en especies, no son frecuentes y se dan en lugares de condiciones desfavorables: temperaturas extremas, altas o bajas, pocas precipitaciones, luz insuficiente debido a noches muy largas. Un número pequeño de especies de plantas proporciona alimento a un número pequeño de especies herbívoras. Ellas, a su vez, sirven de alimento a un número pequeño de especies depredadoras. Tales son, por ejemplo, las biocenosis en la tundra. **Fig.2.**



3.

Biocenosis complejas: tienen una composición **rica** en especies. Son típicas de territorios que ofrecen favorables condiciones ecológicas. La abundancia de especies vegetales garantiza la presencia de muchas especies animales. Entre sus poblaciones existen relaciones complicadas y diversas. Por consiguiente, estas biocenosis son muy estables y soportan fácilmente las inclemencias de las condiciones ambientales. Tales son las biocenosis en la zona ecuatorial de la Tierra. **Fig.3.**

Según su origen, las biocenosis se dividen en naturales y artificiales.



4.

Biocenosis naturales: han surgido en el curso de la evolución natural de los organismos en el medio ambiente: lagos, pantanos, bosques. **Fig.4.**



5.

Biocenosis artificiales: han sido creadas por el ser humano – agrociocenosis: huertas, pastos, cinturones de protección fitosanitaria. **Fig.5.**

ACTIVIDADES

1. Definan el término biotopo y expliquen su impacto en la biocenosis.
2. Expliquen la diferencia entre las biocenosis pobres (simples) y las ricas (complejas). Den más ejemplos de biocenosis pobres y ricas.
3. Indiquen las características de las biocenosis según su origen.
4. Comprueben si las biocenosis artificiales son estables y argumenten sus respuestas con ejemplos.

20

nicho ecológico, equivalentes ecológicos, consorcio, nivel trófico, cadena trófica (alimentaria), red trófica (alimentaria), pirámide trófica (ecológica)

La biocenosis (comunidad) es el conjunto de diferentes poblaciones de organismos autótrofos y heterótrofos que conviven en una zona determinada – biotopo.

Nicho ecológico: lugar que ocupa la población de una especie determinada en la biocenosis y la función que desempeña en ella.

El nicho ecológico incluye el lugar específico, donde viven los individuos de una especie determinada de la población, los factores ambientales abióticos como: luz, temperatura, humedad, que influyen en su existencia, así como las complicadas relaciones bióticas con las poblaciones de los otros organismos. La presencia de nichos ecológicos reduce la competencia y, de esta manera, refuerza la capacidad adaptativa de la población dentro de la biocenosis.

Las poblaciones de las diferentes especies pueden compartir el mismo nicho ecológico en la biocenosis. Estas especies se llaman **equivalentes ecológicos**. Por ejemplo, los bisontes en Norteamérica y los canguros en Australia, siendo ambas especies herbívoras.

Estructura de la biocenosis: depende de la distribución espacial de los organismos en el biotopo y de sus interrelaciones. La estructura espacial es de dos tipos: morfológica y funcional.

La estructura morfológica de la biocenosis determina su aspecto. Es: *vertical y horizontal*.

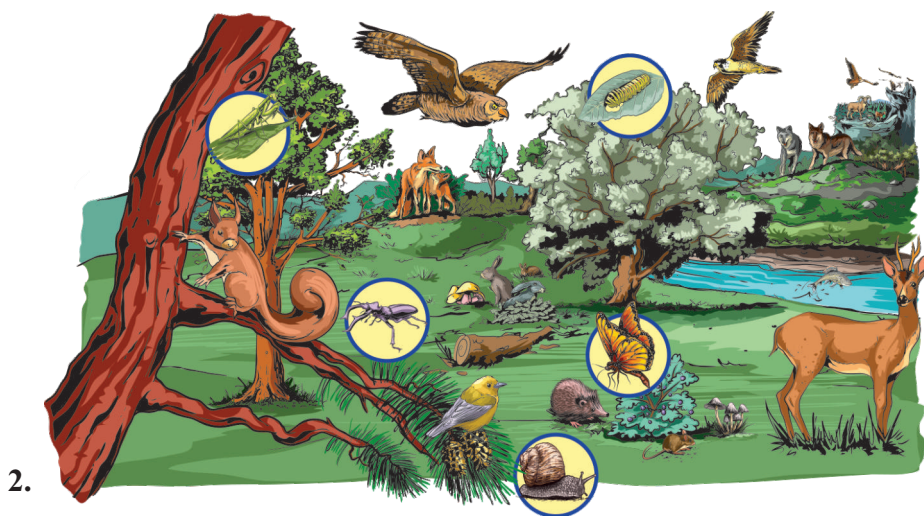
La estructura morfológica vertical de la fitocenosis se caracteriza por sus niveles (estratos) en altura. Asegura el máximo aprovechamiento de la energía solar por parte de las plantas. El número de niveles depende de la luz. Con más luz, más niveles se forman. En los bosques ecuatoriales los niveles son 11-12, en los bosques, ubicados en las latitudes templadas, son 4 y en la tundra hay solo 2 niveles. **Fig.1.**



El primer nivel de la fitocenosis está ocupado por especies de árboles altos, amantes de la luz. El segundo y tercer nivel están ocupados por especies de plantas resistentes a la sombra (árboles y arbustos). Debajo de ellas crecen las plantas amantes de la sombra que forman el último – cuarto nivel. El número de niveles (estratos) en la zoocenosis no está claramente diferenciado, ya que las especies animales son móviles y no dependen tanto de la luz, como las plantas.

La estructura morfológica horizontal está enlazada con las relaciones nutricionales y espaciales en la biocenosis. Su unidad estructural más pequeña se llama **consorcio**, lo que representa un conjunto de diferentes tipos de organismos, unidos alrededor de otro tipo de organismos, sobre la base de sus conexiones nutricionales y espaciales. Los consorcios son de tres tipos: individual, poblacional y sinusia.

Consorcio individual: está formado por un individuo (planta), denominado núcleo o determinante, y los individuos de muchas otras especies que lo utilizan como fuente de alimento o refugio, los que se llaman consortes. Por ejemplo, en el bosque de hoja caduca, un roble y los organismos relacionados con él, forman un consorcio individual. **Fig.2.**



Consorcio poblacional: representa a todos los consorcios individuales cuyo núcleo está formado por una especie. Por ejemplo, en el bosque caducifolio todos los robles y los organismos relacionados con ellos forman un consorcio poblacional.

El conjunto de consorcios poblacionales de especies, cuyo determinante es de la misma forma vegetal (árboles, arbustos, plantas herbáceas), se llama asociación de plantas (**sinusia**).

Por ejemplo, en un bosque de hoja caduca todos los árboles (hayas, robles, carpes, etc.) y los organismos relacionados con ellos.

La estructura funcional está relacionada con las complicadas relaciones nutricionales dentro de la biocenosis.

Las relaciones nutricionales entre los organismos están representadas por **cadena alimentarias (tróficas)**. Cada cadena alimentaria consta de niveles nutricionales. En cada nivel hay organismos de diferentes especies que sirven de alimento a los organismos del nivel siguiente, etc. Por lo tanto, los nutrientes y la energía se transfieren a través de la cadena alimentaria.

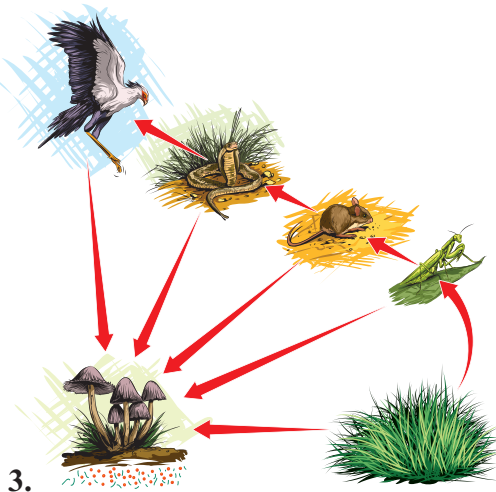
El nivel trófico de un organismo depende de su lugar en la cadena alimentaria según la forma en que recibe los alimentos y la energía. Los niveles tróficos incluyen: **productores, consumidores y descomponedores.**

Productores (P): organismos autótrofos. Forman el primer nivel de la cadena alimentaria. Son plantas terrestres y fitoplancton.

Consumidores (C): organismos heterótrofos. Se pueden clasificar en: *consumidores primarios (C₁)* – herbívoros – desde zooplancton hasta grandes animales herbívoros (jirafas, elefantes, etc.); *consumidores secundarios (C₂)* – omnívoros o carnívoros – lobos, zorros, gatos, arañas, coyotes, etc. Se alimentan de los herbívoros; *consumidores terciarios (C₃)* – carnívoros del nivel más alto – hienas, buitres, etc. Se alimentan de otros carnívoros.

Descomponedores (D): organismos heterótrofos – saprófitos – bacterias y hongos. Descomponen las sustancias orgánicas complejas en sustancias inorgánicas. Cierran el ciclo de los bioelementos en todos los ecosistemas.

La cadena alimentaria puede tener un máximo de 4 a 6 niveles. A través de las cadenas alimentarias la naturaleza se mantiene en equilibrio. **Fig.3.**



Red alimentaria (trófica): conjunto de distintas cadenas alimentarias de los organismos, interconectadas en una biocenosis. La representación no es lineal, sino entrelazada, porque la mayoría de los individuos consumen más de un tipo de animales o plantas y forman diferentes redes tróficas. Las flechas indican la relación alimentaria entre animales y plantas. **Fig.4.**

Pirámide ecológica (trófica): representación cuantitativa y gráfica de la transferencia de energía y de las relaciones nutricionales de los seres vivos de los niveles tróficos de la cadena alimentaria. Cada nivel trófico está representado por un rectángulo.

La base de cada pirámide es un rectángulo en el que se ubican los productores. Los otros niveles tróficos (animales correspondientes a C₁, C₂, C₃) están dispuestos sobre ella. En la pirámide no hay descomponedores. **Fig.5.**

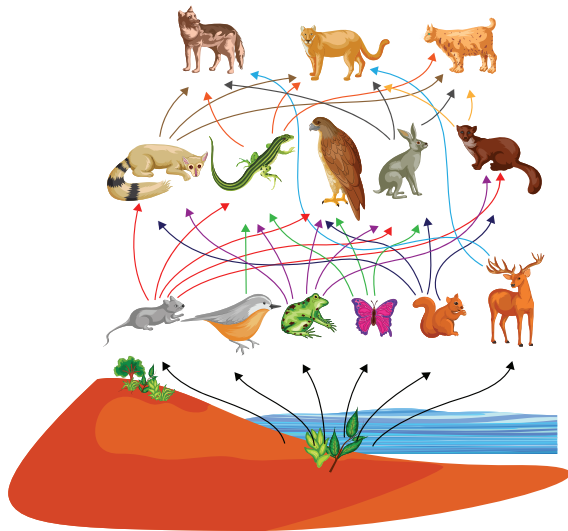
La pirámide ecológica (trófica) puede ser: pirámide trófica normal y pirámide trófica invertida.

Hay tres tipos de pirámides tróficas:

Pirámide numérica: representa el número de individuos, de cada nivel trófico, que se encuentran en un biotopo o ecosistema.

Pirámide de la biomasa: representación gráfica de la distribución de la biomasa entre los organismos en cada nivel trófico, entre productores y consumidores.

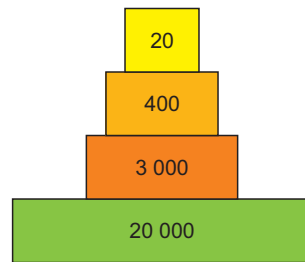
Para los ecosistemas terrestres la pirámide de la biomasa es normal y para los ecosistemas acuáticos la pirámide de biomasa es invertida.



Pirámide de la energía: la energía, proveniente del sol, pasa a través de la pirámide alimentaria desde la base, donde están los productores (quienes, mediante el proceso de la fotosíntesis, la transforman en energía química de la materia orgánica), hasta el siguiente nivel trófico superior. La energía disminuye paulatinamente por tres razones: pérdida de calor, crecimiento y desarrollo y transformación de nutrientes. Esta pirámide siempre es recta.

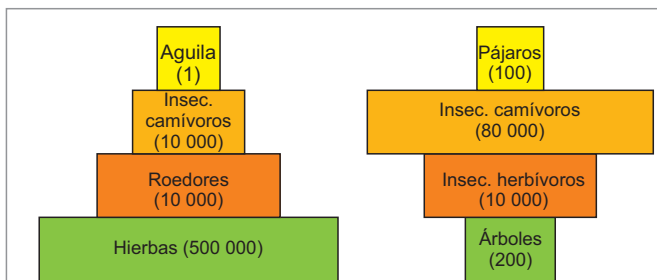
4.

Pirámides ecológicas

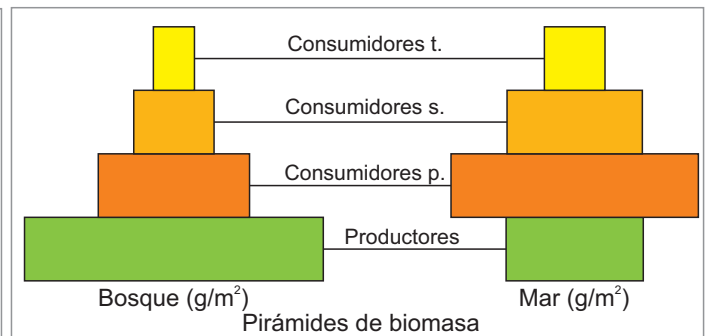


Pirámide de energía (producción por año)

kcal/m²



Pirámides de números



Pirámides de biomasa

5.

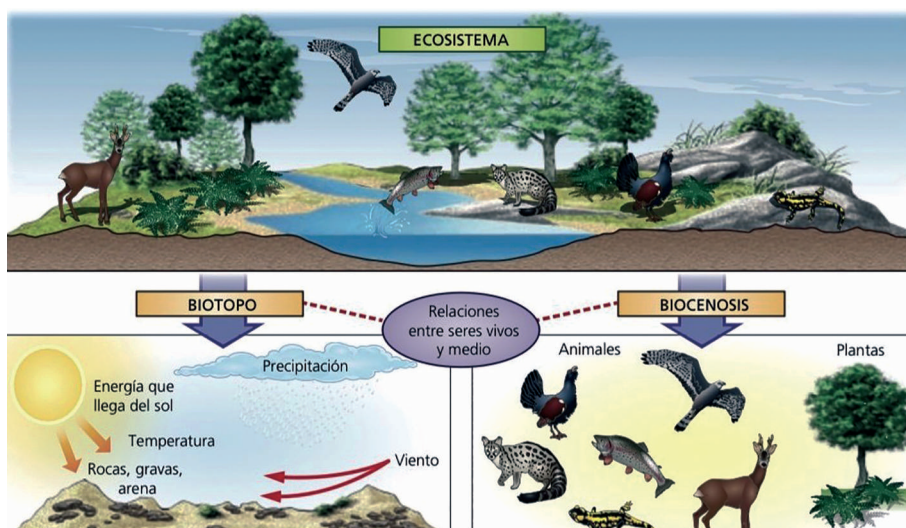
ACTIVIDADES

1. Investiguen y expliquen, con un ejemplo concreto, la esencia del consorcio poblacional y la de la sinusia.
2. Expliquen por qué la pirámide de la biomasa es normal en ecosistemas terrestres e invertida en ecosistemas acuáticos.
3. Expliquen por qué las plantas siempre están al comienzo de las cadenas alimentarias.
4. Construyan tres cadenas alimentarias con al menos cinco representantes en agroecosis, sabanas y pantanos.
5. Construyan dos redes tróficas, una en el bosque y otra en el océano, con al menos diez representantes.

ecosistema, productividad, agroecosistemas

Ecosistema: unidad de dos componentes que dependen unos de otros:

- biótico: poblaciones de organismos de diferentes especies (biocenosis) en un área determinada: bacterias, hongos, plantas y animales;
- abiótico: entorno físico en el que viven los organismos – biotopo. Incluye H₂O, CO₂, O₂, suelo, luz, vientos, temperatura y otras condiciones ambientales físicas. **Fig.1.**



1.



2.

La biocenosis y el biotopo interactúan directa o indirectamente. Por ejemplo, el cambio de temperatura afecta a las plantas que viven allí y los animales, dependientes de las plantas (alimento y asilo), deben adaptarse a estos cambios para sobrevivir o trasladarse a otro ecosistema.

Los ecosistemas se dividen en tres tipos principales: naturales, agroecosistemas (relacionados con la agricultura) y urbanizados (grandes ciudades).

Los ecosistemas naturales son aquellos que han surgido sin la intervención humana y que han preservado sus recursos naturales. Poseen una gran diversidad de animales, plantas y microorganismos. Ellos son:

Terrestres – se clasifican en: **Fig.2.**

- *Ecosistemas forestales*: bosques tropicales, bosques caducifolios, bosques de coníferas; tundra;
- *Ecosistemas de espacios abiertos*: ecosistemas herbáceos (sábanas, estepas), desiertos.

Acuáticos – se clasifican en:

- *Ecosistemas de agua dulce*: pueden ser ecosistemas de aguas tranquilas (lagos, pantanos) o de aguas corrientes (ríos, arroyos);
- *Ecosistemas de agua salada*: varían desde el fondo del océano hasta las zonas de las mareas y los arrecifes de coral.

Productividad de los ecosistemas: cantidad de materia orgánica producida por los organismos por unidad de tiempo en una unidad de área. La productividad depende de la velocidad con la que la fitocenosis absorbe la energía luminosa en el proceso de la fotosíntesis. La productividad es de tres tipos:

Productividad primaria total (PPT): cantidad total de materia orgánica producida por los productores en el proceso de la fotosíntesis.

Productividad primaria neta (pura): materia orgánica que se queda en la fitocenosis después de que las plantas hayan usado parte de ella para sus necesidades energéticas. Los herbívoros (los consumidores C_1) la utilizan como alimento.

Productividad secundaria: cantidad de materia orgánica acumulada en la zoocenosis. Se usa como alimento por los consumidores C_2 y C_3 .

El ecosistema natural es un sistema de autorregulación, autopurificación y autorestauración, muy estable y de alta plasticidad, como resultado de conexiones e interacciones muy complejas entre los organismos que se encuentran en equilibrio con el biotopo.

El ser humano crea ecosistemas artificiales (**agroecosistemas**) donde la diversidad de especies es escasa. El agroecosistema permanece en una etapa temprana de su desarrollo, ya que la producción está destinada a los humanos y la productividad primaria neta es mayor. **Fig.3.**

En los agroecosistemas, debido a la actividad productiva intencionada del ser humano, muchas de las conexiones e interacciones entre los organismos y el medio ambiente están trastocadas, lo que conduce a una alteración del equilibrio biológico.



3.

ACTIVIDADES

1. Estudien dos ecosistemas, uno terrestre y otro acuático. Expliquen en un texto breve sus factores abióticos y su impacto en los organismos que viven en ellos.
2. Den ejemplos de ecosistemas de alta y baja productividad y expliquen las razones por ello.

**sucesión, sucesión primaria,
sucesión secundaria, clímax**

Dinámica de los ecosistemas

Una de las características de cada biocenosis, respectivamente de cada ecosistema, es la variabilidad. La dinámica de los ecosistemas está en correspondencia con los cambios, que afectan a la composición y la estructura de las comunidades biológicas, y que están relacionados con el tamaño de la población y las etapas de desarrollo de los individuos de las diferentes especies. Los cambios se pueden clasificar en dos tipos principales: no periódicos y periódicos.

Cambios no periódicos: son accidentales y causados por cataclismos naturales (incendios, sequías, inundaciones, granizadas, entre otros). Si el efecto del factor es muy fuerte, el ecosistema puede ser destruido.

Cambios periódicos: son cambios rítmicamente repetitivos en la biocenosis (diurnos, nocturnos y estacionales), tras lo cual ella vuelve a su estado original.

Los cambios diurnos y nocturnos están asociados con alteraciones de la temperatura, la luz del día y la humedad, entre otros factores ambientales. En las plantas, se observan cambios, acaecidos en el marco de 24 horas, en algunos procesos fisiológicos (las flores de algunas plantas se abren solo por la noche; hay fases alternas de luz y oscuridad en la fotosíntesis). En los animales, se observa alternancia de sueño y vigilia; se suceden migraciones verticales de día y de noche en algunos habitantes del suelo y los mares.

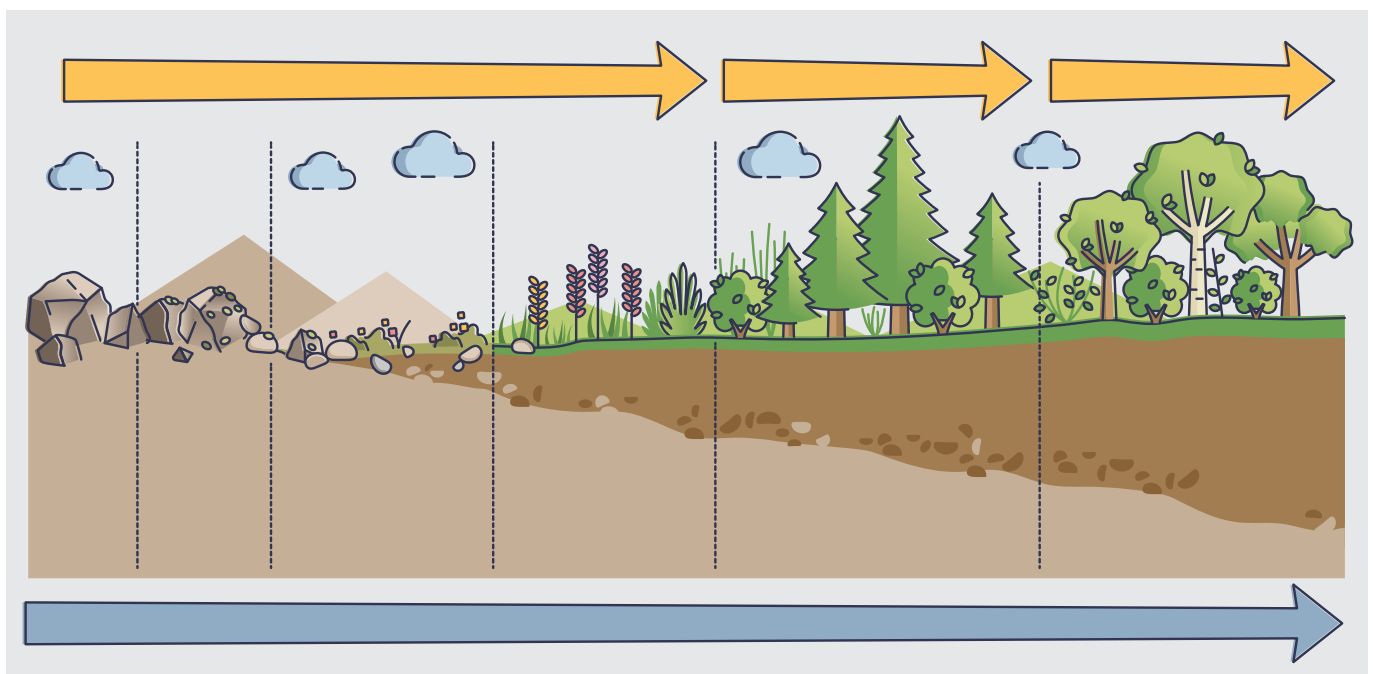
Los cambios estacionales están relacionados con la alternancia de las estaciones. Los cambios drásticos del clima conllevan un impacto fuerte que afecta a los organismos. Hay períodos de floración, hibernación, migración, etc. Los cambios perjudican no solo la actividad, sino también el número de las especies individuales. Con el paso del tiempo, muchas de ellas se extinguen: insectos, plantas herbáceas anuales, etc.

Todo ecosistema experimenta un desarrollo llamado **sucesión ecológica**. Se trata de un proceso natural, asociado a cambios constantes, irreversibles y regulares en la biocenosis (ecosistemas), expresado en transformaciones que conciernen la composición y

la estructura de las especies de la comunidad en un área determinado. Durante la sucesión ecológica, el grado de complejidad de los ecosistemas cambia.

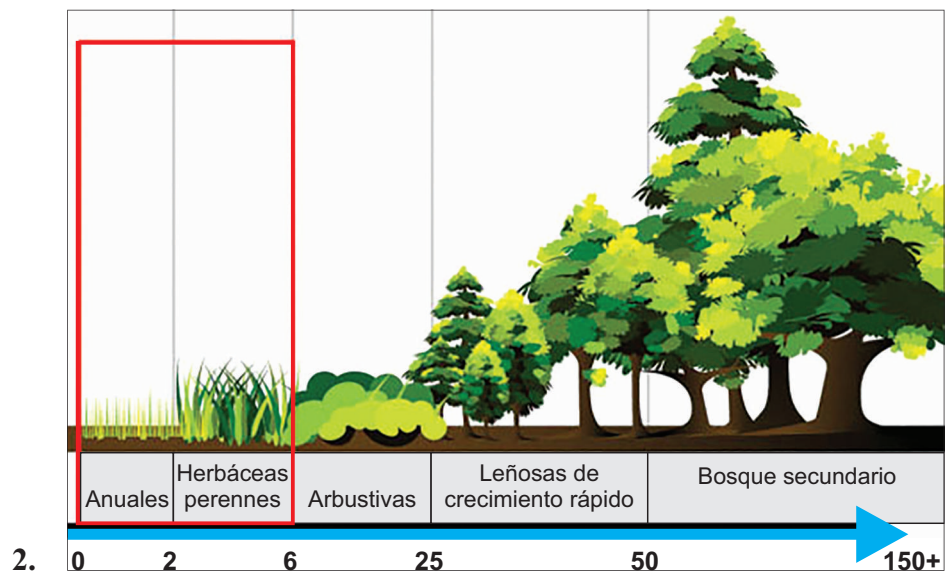
Inicialmente, los cambios que conducen al desarrollo de los ecosistemas se asocian a la formación de cadenas tróficas simples y a una biodiversidad bastante escasa, pero con el tiempo se convierten en ecosistemas complejos, con mayor variedad de organismos, entre los cuales surgen interacciones cada vez más complicadas. La sucesión puede ser primaria o secundaria:

La sucesión primaria es la que se desarrolla en un área donde faltan organismos ni quedan restos de su actividad vital. Ocurre en dunas recién formadas, nuevas islas volcánicas, territorios que han aparecido luego del deshielo de glaciares, etc. La sucesión primaria comienza con la formación del suelo. Los primeros pobladores son bacterias y líquenes que pueden vivir sin suelo. Ellos crean el primer sustrato, sobre el cual se asientan los musgos y, después de que se forme una capa fina de suelo, aparecen las hierbas anuales. A lo largo de muchos años, cada grupo de organismos en un lugar determinado crea condiciones propicias para la aparición de otros organismos. Así, gradualmente, se forma una capa de suelo más gruesa y en ella aparecen microorganismos, animales invertebrados, plantas bienales y perennes, animales superiores, etc. **Fig.1.**

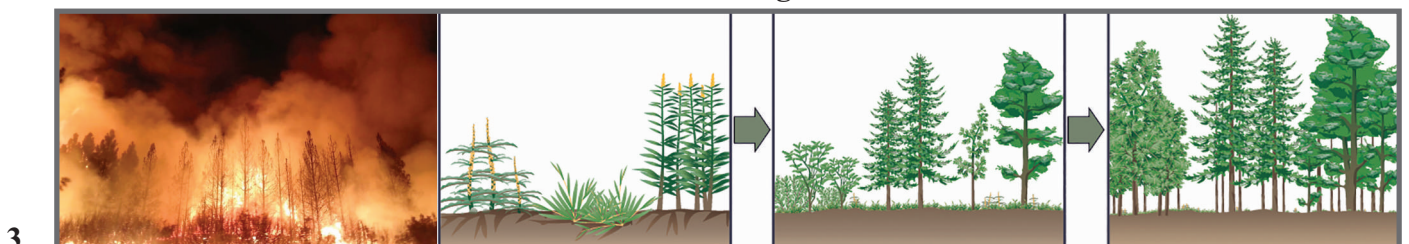


1.

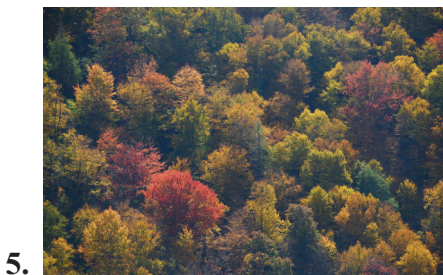
La sucesión secundaria ocurre cuando un ecosistema existente es destruido por incendios, inundaciones, enfermedades o tala de árboles. Los incendios queman la mayor parte de la vegetación y matan a los animales que no pueden escapar de la zona. Se forma un suelo rico en nutrientes en esta área que puede ser colonizado por organismos mucho más rápido que la roca desnuda en la sucesión primaria. Antes del incendio, en el bosque ha habido una gran variedad de vegetación (árboles, arbustos, pastos). Después del incendio, las primeras plantas que aparecen son las plantas anuales, seguidas unos años más tarde por las plantas perennes de crecimiento y expansión rápidos. Muchos años después, debido a los cambios en el medio ambiente, aparecerán arbustos, seguidos por árboles más pequeños y más grandes. Este proceso abarca unos 150 años. **Fig.2.**



La sucesión es un proceso lento, largo y predecible en el que el ecosistema siempre pasa por la misma secuencia de etapas. La sucesión representa la sustitución secuencial de una biocenosis por otra, hasta que se obtiene una comunidad natural estable, que está en equilibrio con su entorno. Este estado de equilibrio del ecosistema se denomina **clímax**. **Fig.3.**



En este estado existe un equilibrio entre las sustancias orgánicas producidas y consumidas. Se utiliza toda la energía acumulada en la biomasa, producida por los productores. Todos los nichos ecológicos están ocupados y la competencia es débil. El clímax depende de la ubicación geográfica y del clima de la zona. Hoy en día, los bosques de coníferas de la taiga, los bosques caducifolios centenarios en latitudes templadas y los bosques tropicales húmedos, se encuentran en un estado de clímax. **Fig.4., Fig.5. y Fig.6.**



ACTIVIDADES

1. Comparen los cambios periódicos con los no periódicos en los ecosistemas.
2. Definan los términos sucesión y clímax.
3. Comparen la sucesión primaria con la secundaria.
4. Indiquen las razones y las formas de transformación de una parte del bosque en agrobiocenosis.
¿Cómo afectará al ecosistema?
5. En qué estado de desarrollo se encuentra una agrobiocenosis. Argumenten sus respuestas con ejemplos.
6. ¿Qué ecosistemas existen durante el clímax? ¿Qué es lo más característico de ellos?

23

ecotono, homeostasis, ciclo biogeoquímico, fondo de reserva, fondo de intercambio, flujo de energía

El estudio de los ecosistemas revela que raras veces hay límites entre ellos y que nunca están completamente aislados. Muchas especies ocupan a la vez parte de dos o más ecosistemas, o se desplazan de uno a otro en diferentes momentos, como es el caso de las aves migratorias. De esta manera, los ecosistemas se superponen gradualmente en una región de transición, denominada **ecotono**, que incluye a muchas de las especies y las características de los ecosistemas adyacentes. Por consiguiente, los ecosistemas son sistemas abiertos e intercambian constantemente sustancias, energía e información.

La interacción de los factores abióticos con los organismos vivos y la relación, establecida a través de la alimentación, entre los propios organismos (productores, consumidores y descomponedores) en los ecosistemas, hacen viable un intercambio continuo de sustancias orgánicas e inorgánicas.

El intercambio (el ciclo) de sustancias permite que el ecosistema se autorregule, (**homeostasis**) lo que asegura su solidez, expresada en la estabilidad de la composición de los elementos químicos en sus diversos componentes.

El término **ciclo biogeoquímico** significa intercambio de elementos químicos entre los organismos vivos y el medio ambiente. Se trata de un ciclo cerrado que consta de dos fondos:

Fondo de reserva: la mayor parte de las sustancias, acumuladas en el biotopo que, en gran medida, no están relacionadas con los organismos.

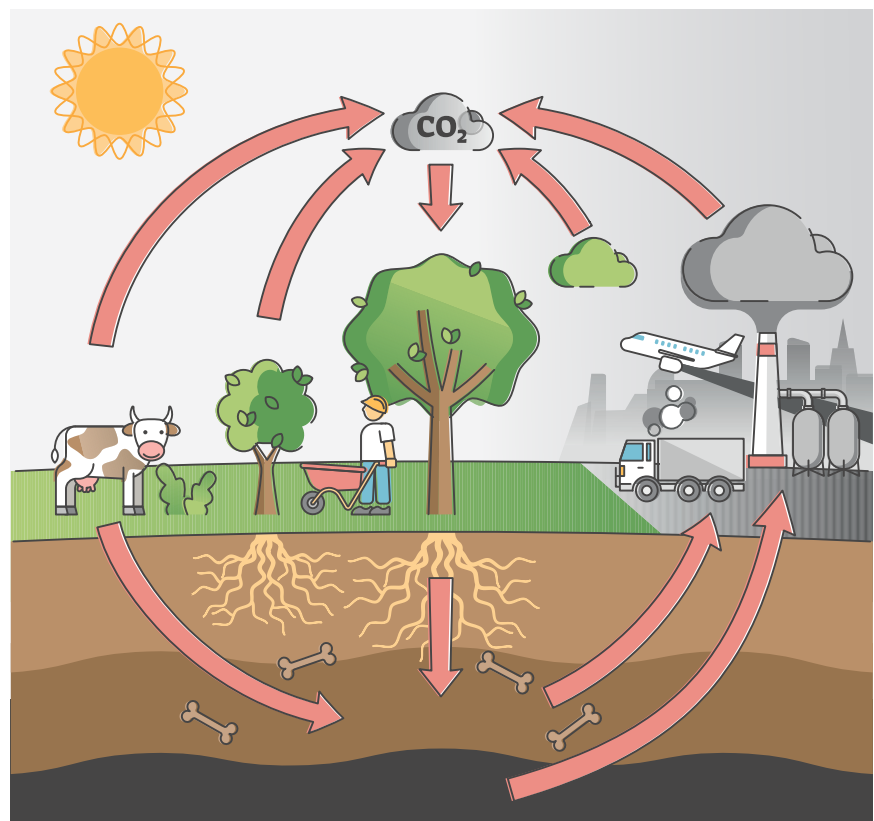
Fondo de intercambio: la menor parte de las sustancias, acumuladas en el biotopo, que participan activamente en el intercambio entre los organismos y su biotopo.

Ciclo del agua. Fig.1.

El agua es una de las sustancias de mayor abundancia



en el planeta: el 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua. Por lo tanto, el ciclo del agua es vital para la estabilidad de nuestro planeta y para el mantenimiento de la vida. Es un proceso continuo en el que participan todas las aguas de la hidrosfera. Las fuerzas motrices de este ciclo son la energía (radiación) solar y las fuerzas de gravedad de la Tierra. La radiación solar determina la acumulación y el derretimiento de la nieve, como también la evaporación y condensación de los vapores de agua. La gravedad afecta a las precipitaciones y al movimiento de las aguas superficiales y subterráneas. Estos procesos son secuenciales, simultáneos y recurrentes constantemente.



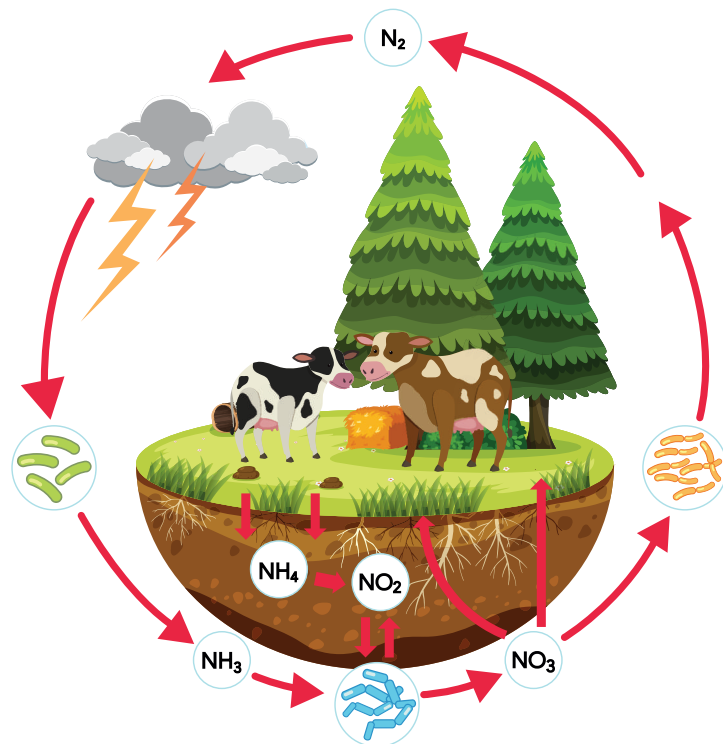
2.

Ciclo del carbono. Fig.2.

La vida en la Tierra está basada en el elemento carbono. Es el principal elemento químico de la materia orgánica. El carbono se almacena en nuestro planeta:

- como moléculas orgánicas en los organismos;
- como moléculas CO_2 en la atmósfera – 0,03%;
- como materia orgánica (humus) en el suelo;
- en la litosfera como: combustibles fósiles (petróleo, metán, carbón) y rocas sedimentarias (caliza y creta);
- en los océanos como: CO_2 atmosférico disuelto y en las conchas de carbonato de calcio (piedra caliza) de los organismos marinos.

En el ciclo de este elemento toman parte activa las plantas que absorben el CO_2 de la atmósfera, durante la fotosíntesis y lo acumulan en ellas en forma de carbohidratos, grasas y proteínas. Las plantas absorben y transforman el carbono en compuestos orgánicos y los herbívoros lo obtienen a través de ellas. Cuando los organismos mueren, los descomponedores lo devuelven al suelo en forma de humus. Con el paso del tiempo, la materia orgánica del suelo se descompone en agua y CO_2 que se devuelven a la atmósfera. El CO_2 se desprende de la atmósfera mediante los procesos de respiración, descomposición y combustión, la actividad volcánica y la contaminación antropogénica de la naturaleza.



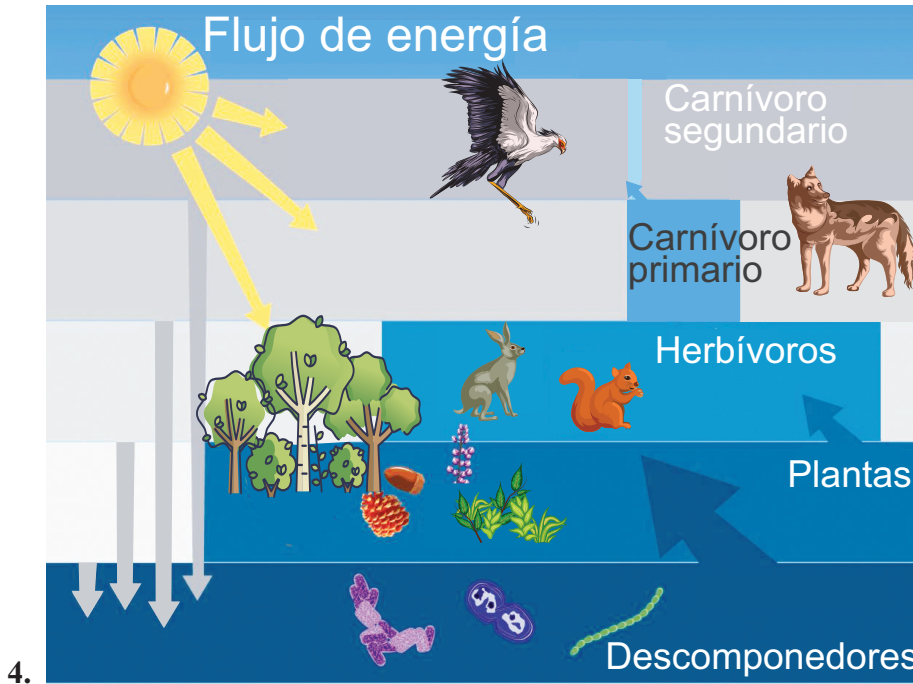
3.

Ciclo del nitrógeno. Fig.3.

El nitrógeno, lo mismo que el carbono, es un elemento indispensable para la vida y está presente en las reacciones químicas y el intercambio entre la atmósfera, los suelos y los seres vivos. La mayor parte de la atmósfera terrestre (el 78%) es nitrógeno atmosférico (N_2) que se encuentra en forma de gas y es utilizado solo por un número limitado de organismos (bacterias fijadoras de nitrógeno). Los otros organismos vivos no pueden usarlo directamente. Las plantas aprovechan las sales de nitrógeno del suelo y las utilizan para la síntesis de proteínas. Cuando los organismos excretan o mueren, el nitrógeno en sus tejidos está en forma de nitrógeno orgánico (como aminoácidos o ADN). Cuando los descomponedores descomponen los tejidos,

liberan nitrógeno inorgánico en forma de amoníaco, que se devuelve al ecosistema a través de un proceso conocido como amonificación. **Dos grupos de bacterias** son importantes para el ciclo del nitrógeno: **los fijadores de nitrógeno**, que incorporan nitrógeno atmosférico en sus moléculas de proteínas, y **los desnitrificantes**, que descomponen las sales de nitrógeno en N_2 y lo devuelven a la atmósfera. Los procesos en el ciclo del nitrógeno incluyen: fijación, amonificación, nitrificación y desnitrificación.

Flujo de energía. Fig.4.



Durante el ciclo biogeoquímico, las sustancias transforman constantemente su composición química. Las plantas sintetizan sustancias orgánicas complejas a partir de sales minerales, agua y CO_2 , con la participación de la energía solar que convierten en energía química. Estas sustancias, al pasar por los distintos niveles de la cadena alimentaria, se reorganizan, perdiendo constantemente parte de la energía inicial, acumulada en ellas. En cada nivel trófico, parte de esta energía se disipa en el medio ambiente en forma de calor y es inutilizable por los organismos vivos. En resumen, mientras la materia circula y se usa repetidamente, **la energía fluye en una sola dirección – desde el Sol, a través de los organismos en el espacio, y no se reutiliza.** Este proceso se llama flujo de energía.

ACTIVIDADES

1. Definan el término factor ambiental abiótico, dando ejemplos.
2. Expliquen en un texto breve la importancia que tiene:
 - a/ el ciclo de sustancias para la vida en la Tierra;
 - b/ el flujo de energía para la vida en la Tierra.

biomas, productividad de la biosfera

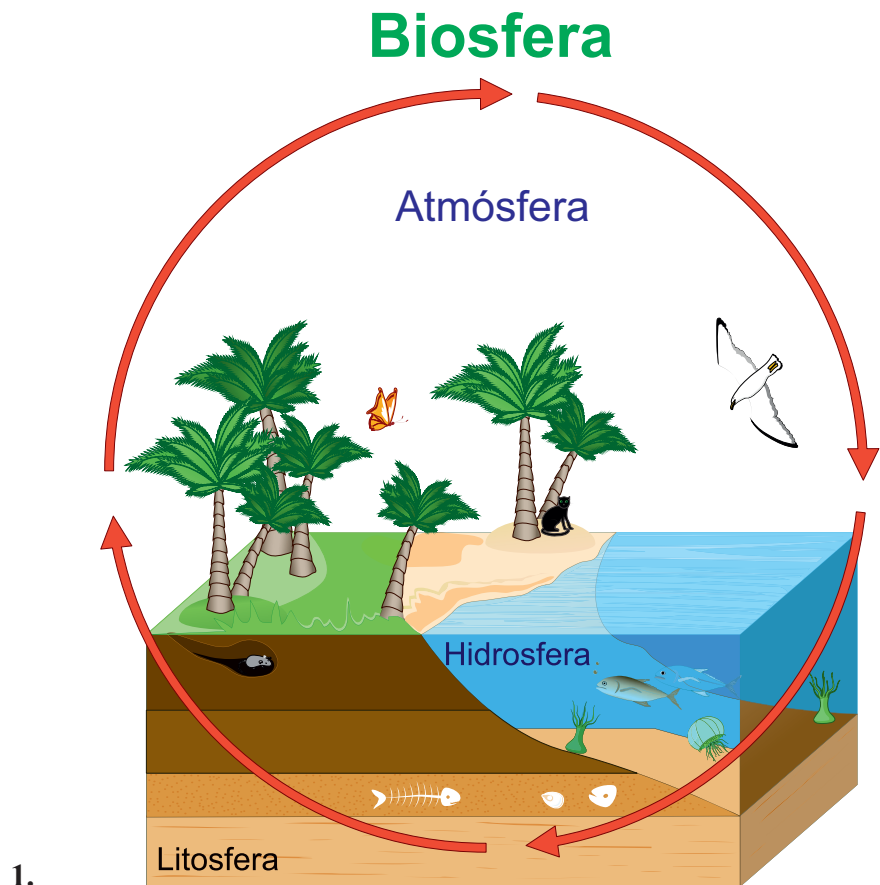
El término biosfera significa literalmente *esfera de la vida*.

Fig.1.

La biosfera engloba partes de la atmósfera, hidrosfera, litosfera y pedosfera en las que se encuentran los organismos vivos y donde se depositan los productos de su actividad vital. En realidad, la biosfera es un conjunto de todos los organismos vivos de la Tierra y de las partes de la naturaleza inanimada, alteradas por su actividad vital.

La biosfera está formada por los ecosistemas que existen en el planeta, por lo que puede considerarse un ecosistema enorme. Se caracteriza por su total independencia con respecto a la materia, ya que en ella se desarrolla el ciclo biogeoquímico de las sustancias.

La biosfera está constituida por diferentes capas, en las que puede existir vida, con límites que varían en las diferentes áreas de la Tierra: desde una altitud de 9500 metros en la atmósfera,



donde vuelan algunas aves migratorias, hasta 20 km de altitud donde se han encontrado esporas de microorganismos; hasta una profundidad de 2000 a 3000 metros en la litosfera, donde viven algunas bacterias, o hasta 11000 metros de profundidad en la hidrosfera, en la Fosa de las Marianas, donde se han encontrado microorganismos y peces depredadores. De ahí que, la vida en la Tierra se extienda a lo largo de una capa de unos 30 km de espesor. En esta capa los organismos no están distribuidos uniformemente. La mayor biodiversidad se encuentra en las zonas limítrofes entre las diferentes coberturas de la Tierra. Tales zonas limítrofes son el suelo (hasta 1 metro de profundidad) y las capas superficiales del agua (hasta 100-200 metros de profundidad).

Las partes estructurales de la biosfera son los biomas y los ecosistemas.

Los biomas son grandes regiones de la Tierra, caracterizadas por interacciones complejas entre los organismos y los biotopos, como también por propiedades climáticas específicas. Los rasgos característicos de los biomas están determinados por el clima. Los biomas son, en realidad, unos ecosistemas muy grandes (macro ecosistemas).

Los biomas se dividen en tres tipos: terrestres, de agua dulce y marinos:

- *Los biomas terrestres* presentan la mayor diversidad y del norte al sur se suceden: la tundra, la taiga, los bosques caducifolios, las estepas, los desiertos, los bosques tropicales húmedos.

- *Los biomas marinos y los biomas de agua dulce* se diferencian por la cantidad de sales disueltas en ellos.

Los biomas no tienen límites bien definidos. Un bioma se mezcla paulatinamente con otro. Las áreas entre los biomas se llaman ecotonos. Por ejemplo, las orillas de las playas son ecotonos, porque se encuentran entre el bioma oceánico y el bioma terrestre.

Los ecosistemas son las áreas en las que los organismos interactúan con el medio ambiente. Los ecosistemas individuales están interconectados por el ciclo de sustancias, puesto que existe un intercambio de sustancias entre ellos. También hay un intercambio de organismos.

Las funciones que realiza la biosfera son:

Función de energía: a través de la fotosíntesis, los organismos autótrofos sintetizan materia orgánica y la energía solar se transforma en energía química.

Función de gas: proporciona una composición química relativamente constante de la atmósfera mediante los procesos de fotosíntesis y de respiración.

Función de acumulación: del medio ambiente los organismos absorben elementos químicos biogénicos y los acumulan en sus cuerpos.

Función de degradación: los descomponedores descomponen las sustancias orgánicas complejas en sustancias inorgánicas, mediante procesos de putrefacción y mineralización y aseguran su retorno a los ciclos biogeoquímicos.

La biosfera se caracteriza por:

Variabilidad: por un lado, los organismos de la Tierra están en un proceso de cambios permanentes, lo que lleva a su adaptación a las condiciones ambientales y al aumento de la biodiversidad. Por otro lado, los organismos transforman también el medio ambiente: hay oxígeno libre en la atmósfera gracias a las plantas de fotosíntesis; partes de la litosfera están cubiertas por suelos de origen biogénico; el agua es rica en sustancias, resultado de la actividad de los organismos.

Productividad: representa la suma de la productividad de todos los ecosistemas. La productividad es diferente – para los ecosistemas terrestres es del 98% y para los acuáticos, del 2%. Está relacionada con la capacidad de la biosfera de mantener cierta velocidad de formación, acumulación y redistribución de la biomasa en la naturaleza.

Densidad: representa el número de organismos por unidad de área. Es un rasgo propio de la biosfera la distribución desigual de los organismos en el espacio.

Los ciclos biogeoquímicos y el flujo de energía de la Tierra garantizan el desarrollo sostenible de la biosfera

La evolución de la biosfera se divide en tres etapas:

- formación de la biosfera primaria;
- evolución de los organismos multicelulares;
- desarrollo de la biosfera bajo la influencia de la actividad humana: comienza con la aparición de la sociedad humana y continúa hasta el día de hoy.



ACTIVIDADES

1. Expliquen el concepto de biosfera.
2. Expliquen el concepto de bioma, dando ejemplos. Describan la característica de un bioma con ejemplos de su propia elección.
3. Investiguen dónde no hay vida en la biosfera. Den ejemplos específicos y expliquen las razones por ello.
4. Investiguen y expliquen el concepto de tecnosfera.

25

I. Resumen

Términos importantes

Especie	La especie es un conjunto de organismos de aspecto similar o de poblaciones naturales capaces de cruzarse y de crear descendencia fértil.
Población	Todos los organismos de una especie que ocupan un área determinada.
Comunidad biótica (biocenosis)	Todas las poblaciones de plantas, animales, hongos y microorganismos que ocupan el mismo territorio (biotopo).
Biotopo	Zona de determinadas condiciones ambientales donde vive un determinado conjunto de seres vivos (biocenosis).
Factores abióticos	Todos los factores del medio ambiente: temperatura, luz, humedad, viento, tipo de suelo, salinidad, pH, etc.
Ecosistema – componentes	Unidad de dos componentes: bióticos – diferentes comunidades de organismos vivos (bacterias, hongos, plantas y animales) que dependen unos de otros y abióticos.
Bioma	Agrupamiento de todos los ecosistemas de la misma clase, por ejemplo, bosques tropicales, desiertos, etc.
Biosfera	Conjunto de las partes de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la pedosfera, en las que hay organismos vivos y en las que se depositan los productos de su actividad vital.

La biocenosis es un conjunto de poblaciones de diferentes tipos de organismos: bacterias, hongos, plantas y animales que habitan una zona determinada. Según su importancia en el ciclo de las sustancias los organismos son:

Productores (organismos autótrofos): plantas capaces de sintetizar sustancias orgánicas complejas, a partir de sustancias inorgánicas simples, mediante el proceso de la fotosíntesis.

Consumidores (organismos heterótrofos): animales que ingieren a otros organismos o partes de la materia orgánica.

Descomponedores (organismos heterótrofos – saprófitos): hongos y bacterias que descomponen las sustancias orgánicas complejas en sustancias orgánicas más simples (podredumbre), como también las sustancias orgánicas más simples en sustancias inorgánicas (mineralización) que los productores pueden reutilizar.

II. Proyectos y debates

1. Investiguen y expliquen el ciclo del oxígeno.
2. Estudien opcionalmente una de las tres etapas de la evolución de la biosfera, tratando de caracterizarla.
3. Investiguen y expliquen qué es la noosfera.
4. Describan, con ejemplos, las principales funciones que realizan los organismos vivos en la biosfera.
5. Los factores ambientales abióticos afectan a los organismos. Los organismos también afectan al medio ambiente y lo cambian. Investiguen y expliquen estos cambios con ejemplos.

III. Control y evaluación

1. ¿Cuál es la secuencia que refleja correctamente la jerarquía de los macrosistemas?
a/ biosfera–población–ecosistema;
b/ célula–organismo–ecosistema;
c/ biosfera–ecosistema–población;
d/ población–ecosistema–biosfera
2. ¿A qué estructura se refiere la descripción? “Unos individuos de la población no han empezado a reproducirse, otros están en un período activo de reproducción, mientras que hay un tercer grupo que ha dejado de reproducirse”.
a/ espacial; b/ sexual; c/ de edad; d/ genética
3. En un bosque el primer nivel está formado por:
a/ plantas herbáceas; b/ árboles altos; c/ arbustos; d/ musgos

4. ¿Cuál es el componente de la composición del ecosistema que define sus límites?

a/ la zoocenosis; b/ la microbiocenosis;

c/ la fitocenosis; d/ el biotopo

5. ¿A qué concepto se refiere la definición? “Biocenosis con una composición de especies relativamente constante, que está en equilibrio con las condiciones ecológicas, y cuyas especies dominantes están plenamente adaptadas al medio ambiente y no cambian durante mucho tiempo”.

a/ desarrollo; b/ sucesión; c/ consorcio; d/ clímax

6. ¿Cuáles son las afirmaciones verdaderas sobre la estructura funcional de la biocenosis?

1. Las cadenas alimentarias están constituidas por redes alimentarias.

2. Una cadena alimentaria puede tener diez o más eslabones.

3. El hombre es un eslabón de la cadena alimentaria.

4. Las especies en la biocenosis son eslabones simultáneos de varias cadenas alimentarias.

a/ 1, 3; b/ 3, 4; c/ 2, 4; d/ 4

7. La especie es un sistema biológico de poblaciones bien definido, porque los individuos de ciertas poblaciones:

1. Tienen las mismas exigencias en cuanto a las condiciones de vida.

2. Reaccionan de manera similar a los cambios en el medio ambiente.

3. Interactúan de la misma manera con las poblaciones de las otras especies.

4. Están genéticamente aislados de las poblaciones de las otras especies.

a/ 1, 3, 4; b/ 2, 3, 4; c/ 1, 2, 3; d/ 1, 2, 3, 4

8. Para el ecosistema es cierto que:

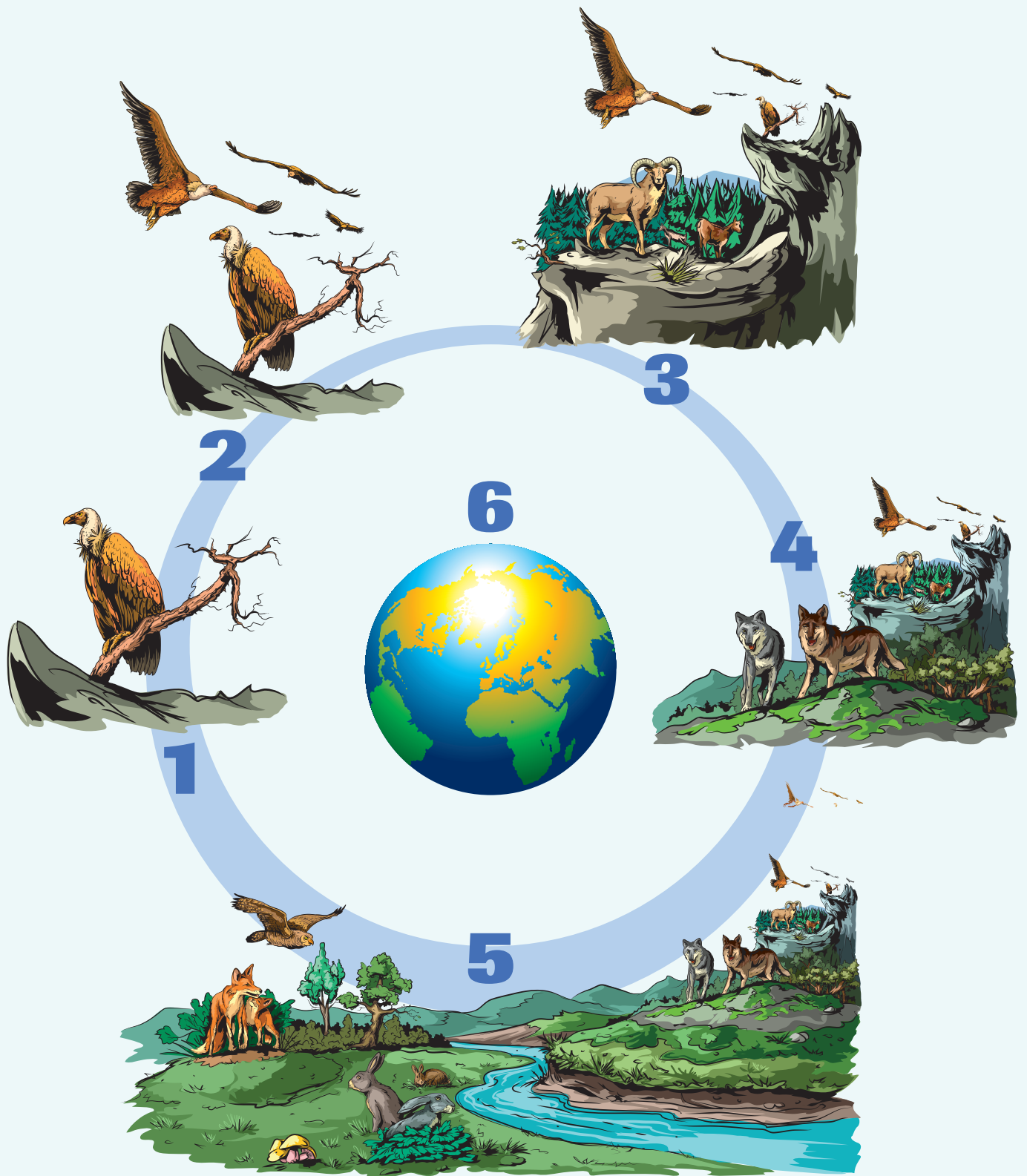
1. Representa la unidad de la biocenosis y el biotopo en una comunidad organizada y en un entorno material concreto.

2. En la biocenosis, entre ella y el biotopo se realiza un ciclo de sustancias.

3. El ciclo es posible debido al flujo de energía a través de la biocenosis.

4. El ciclo de las sustancias está impulsado por la energía solar.

a/ 1, 3; b/ 2, 4; c/ 1, 2, 3; d/ 1, 2, 3, 4



26

entorno de vida, hábitat, factores ecológicos (abióticos, bióticos, antropogénicos), plasticidad ecológica, adaptación, factor limitante

Entorno de vida: parte de la naturaleza que rodea a los organismos y con la que interactúan constantemente. Las condiciones ambientales cambian constantemente.

La capacidad de los organismos de habituarse y adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes se llama **adaptación**, lo que garantiza su supervivencia. La adaptación es importante para todos los niveles de la organización de la vida, desde las células hasta las biocenosis y los ecosistemas.

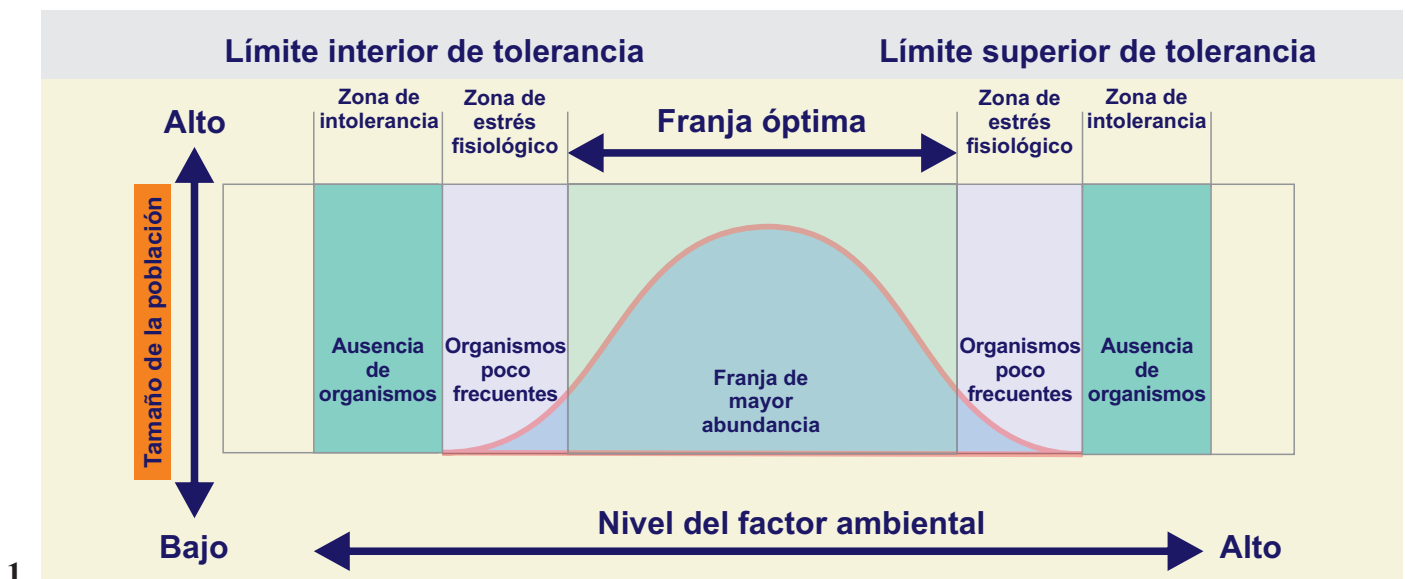
Hay cuatro entornos de vida principales: acuático, terrestre, de suelo y de organismo. **El hábitat** es esta parte del entorno (medio ambiente) que proporciona las condiciones más adecuadas para la existencia de los organismos. **El ecotono** representa la zona de transición entre los diferentes ambientes (agua, aire, suelo), donde las condiciones ambientales son más favorables y la biodiversidad es mayor.

Factores ecológicos: factores ambientales, necesarios para la existencia de los organismos. Su forma de influir es diferente y está en dependencia de su origen. Se dividen en: abióticos, bióticos y antropogénicos.

Los factores abióticos engloban todos los componentes de la naturaleza inanimada como: agua, temperatura, luz, pH, suelo, humedad, oxígeno, etc. Algunos de ellos afectan directamente a los organismos, mientras que la influencia de otros es indirecta.

Los factores bióticos se refieren a todos los tipos de interacciones entre los organismos de una especie, como también entre los organismos de diferentes especies.

Los factores antropogénicos son todas las actividades humanas que transforman la naturaleza y afectan directa o indirectamente a los organismos.



Los factores ecológicos son de importancia vital para los organismos. Su impacto sobre los organismos depende de su fuerza y cantidad. Por ejemplo, las diferentes temperaturas causan distinto efecto sobre los organismos. Hay cuatro grados de impacto: mínimo, máximo, óptimo y pesimum. **Fig.1.**

Mínimo ecológico: el valor más bajo de un factor dado, por debajo del cual la vida es imposible y sobreviene la muerte.

Máximo ecológico: el valor más alto de un factor dado, por encima del cual la vida es imposible y los organismos mueren.

Óptimo ecológico: el valor más favorable de un factor dado para la existencia del organismo.

Pesimum ecológico: el valor del factor ecológico, por encima del mínimo y por debajo del máximo, que inhibe los procesos vitales del organismo, pero no causa su muerte.

Para cada organismo existe cierta cantidad de un factor ecológico que resulta ser el más favorable para su existencia.

La plasticidad ecológica es la capacidad de un organismo de aguantar los cambios en fuerza o cantidad de un factor ecológico abiótico. En dependencia de su plasticidad ecológica, los organismos se dividen en los siguientes grupos ecológicos: *estenobiontes*: tienen una plasticidad ecológica baja, viven solo a cierta temperatura y humedad (zorro del desierto, oso polar, el edelweiss); *euribiontes*: tienen una gran plasticidad ecológica y viven en condiciones muy diferentes y variables (lobo, zorro, rata).

Los organismos, distribuidos por todo el mundo, se denominan *cosmopolitas* y viven en condiciones cambiantes y muy diferentes del medio ambiente. Los organismos, que tienen una distribución limitada, se denominan *endémicos*.

El factor que tiene un valor mínimo, pero del que depende la vida de los organismos y su ausencia pone en peligro la existencia de la especie en condiciones ambientales específicas, se denomina **factor limitante**.

Los factores ambientales actúan juntos sobre los organismos. Por ejemplo, las altas temperaturas son más tolerables para las personas en presencia de viento y poca humedad.

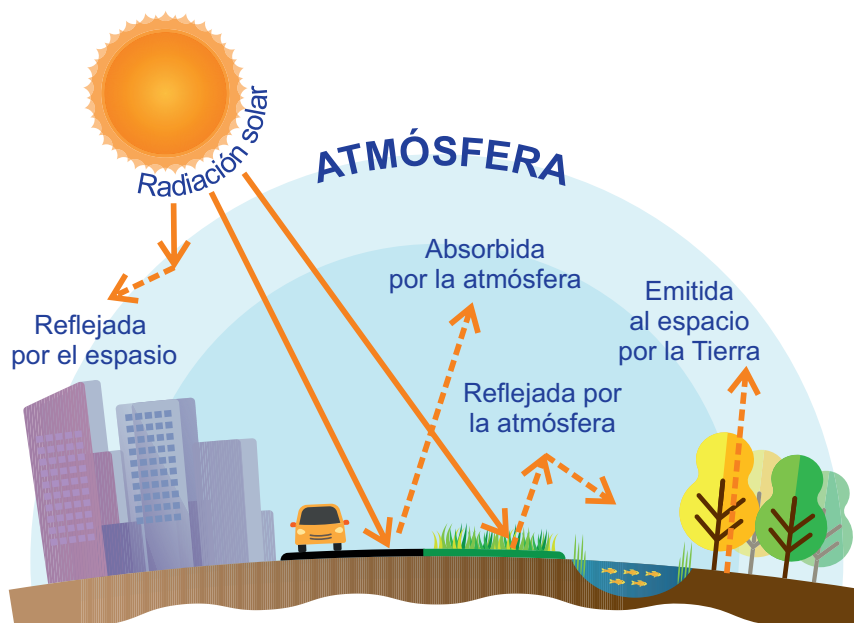
ACTIVIDADES

1. Describan los cuatro hábitats principales, comparando las condiciones que brindan a los organismos.
2. Den cinco ejemplos de:
 - a/ plantas y animales que son estenobiontes;
 - b/ plantas y animales que son euribiontes.
3. Estudien y den ejemplos de factores abióticos limitantes en los océanos y en los desiertos.
4. Den ejemplos de los efectos combinados que tienen los factores abióticos en los organismos.
5. Estudien y expliquen los factores abióticos del medio terrestre. ¿Qué conclusión se puede sacar?

régimen lumínico, régimen térmico

La luz solar (radiación electromagnética) es uno de los factores ambientales abióticos más importantes. Una parte de ella se pierde, debido a la reflexión y la absorción por la atmósfera, y el resto, alrededor del 47%, llega a la superficie de la tierra. **Fig.1.**

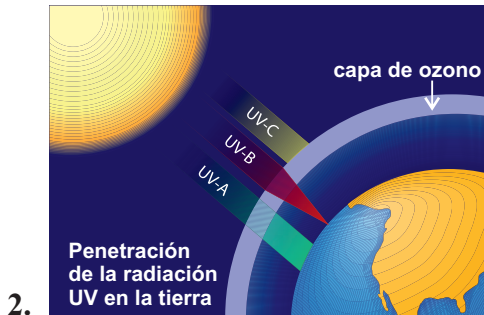
Los rayos ultravioleta (UV), los rayos visibles y los rayos infrarrojos son importantes para los organismos. **Fig.2.** Los rayos ultravioleta son perjudiciales para los organismos. La mayoría de ellos es letal, pero la capa de ozono los detiene en la atmósfera a una altitud



1.

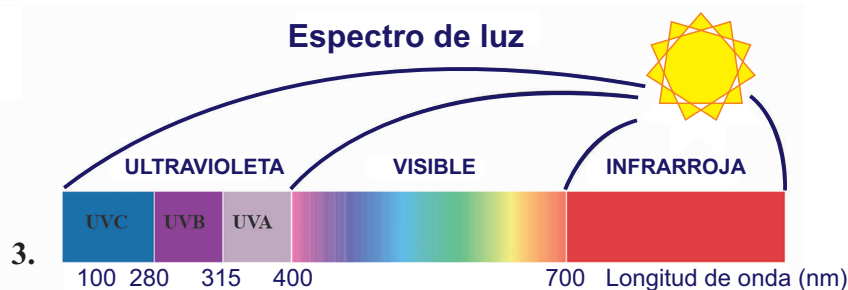
Plantas:	Hábitat	Adaptaciones:
Heliófilas – amantes de la luz: árboles altos, plantas de cereales.	Viven en hábitats abiertos y bien iluminados.	Tienen hojas pequeñas de color verde claro (con un poco de clorofila), cubiertas por una capa gruesa de cera o tricomas.
Heliófobas – amantes de la sombra: helechos, geranio.	Habitantes de bosques de vegetación espesa o embalses de aguas profundas.	Tienen hojas grandes de color verde oscuro (con alto contenido de clorofila).
Tolerantes a la sombra – las especies arbóreas predominan en este grupo: boj, zarza.	Pueden tolerar tanto la luz fuerte como la débil.	Las hojas en la superficie de la parte alta son más pequeñas y de color verde claro, en su interior son más grandes y de color verde oscuro.

de 20-25 km. Los rayos infrarrojos tienen un efecto térmico. La luz visible es de máxima trascendencia ecológica. La cantidad de luz no es la misma en las diferentes partes del planeta y la duración del día depende de: la latitud, la topografía, las condiciones atmosféricas, el cambio de estaciones, etc. **Fig.3.**



La importancia de la luz es diferente para las plantas y los animales. Las plantas verdes necesitan la luz visible para la formación de la clorofila y la realización de la fotosíntesis para el crecimiento y desarrollo, la floración y la formación de frutos. Las diferentes plantas disponen de distintos mecanismos de adaptación (adaptaciones) a través de los cuales se ajustan a lugares de cierto **régimen lumínico**. Según sus necesidades de luz, las especies de plantas se dividen en tres grupos ecológicos: amantes de la luz, amantes de la sombra y tolerantes a la sombra.

La luz visible afecta a la actividad diurna y estacional de los animales: migraciones, hibernación, fertilidad, comportamiento reproductivo y orientación en el espacio. En dependencia de sus actividades durante el día (por ejemplo, búsqueda de comida), los animales se dividen en tres grupos: **animales diurnos** – muchos insectos, aves insectívoras, las que comen granos y frutas, algunas serpientes, lagartos y mamíferos; **animales nocturnos** – casi todos los mamíferos depredadores, aves rapaces nocturnas (los búhos); **animales crepusculares** – están activos por la mañana, al amanecer, o por la tarde, al atardecer, por ejemplo, murciélagos, muchos roedores e insectos.



Hay animales que viven en completa oscuridad: habitantes de las profundidades acuáticas, de las cuevas y del suelo, endoparásitos. En ellos el sentido de la vista ha atrofiado a expensas del desarrollo de otros sentidos.

La temperatura es un factor ambiental importante en el aire, el agua y el suelo. Los rayos infrarrojos de la energía solar son la principal fuente de calor. La superficie calentada de la tierra irradia calor y calienta el aire. La distribución del calor en un hábitat depende de la latitud geográfica y la topografía del terreno y determina su **régimen térmico**. La humedad influye sobre la temperatura: el aire seco se calienta más rápido, mientras que el aire húmedo se calienta más despacio. La humedad y la temperatura juntas afectan a

los organismos. La temperatura, en gran medida, está relacionada con los procesos de la vida: nutrición, reproducción, crecimiento y desarrollo, actividad animal y la propagación de la vegetación por la superficie terrestre. La temperatura corporal de los animales y su metabolismo dependen de la temperatura ambiente.

Las fluctuaciones de temperatura son estacionales y diarias. En el medio acuático son mucho más pequeñas que en la tierra: en los embalses, por debajo de 100 m, la temperatura permanece constante, como en el suelo, por debajo de 1 m.

Para cada especie biológica existen límites de temperatura, en el marco de los cuales los individuos se desarrollan lo mejor posible – temperatura óptima. Hay temperaturas a las que los organismos mueren por enfriamiento – temperatura mínima o por sobrecalentamiento – temperatura máxima. Muchos organismos se vuelven inactivos, cuando se sobrecalientan o enfrían (anabiosis), pero en condiciones propicias recuperan sus funciones vitales.

Grupos ecológicos de plantas según su adaptación al factor temperatura:

Resistentes a temperaturas altas:

- estomas cerradas, protegen la planta de la desecación;
- hojas modificadas en espinas (cactus);
- recubrimiento de cera sobre las hojas (pino, abeto);
- superficie brillante de las hojas (olivo, limonero) que refleja la luz y evita el sobrecalentamiento de las plantas.

Resistentes a temperaturas bajas:

- incremento de la concentración de carbohidratos y sales en las células. Con este proceso se evita la congelación del agua en frutos de maduración tardía;
- tallos rastreros o bajos de algunas especies de alta montaña (pino enano, enebro siberiano) que están cubiertos por una capa de nieve, protectora del frío;
- muchos tricomas en la superficie de las hojas y los tallos (edelweiss) que retienen el calor;
- corcho grueso cubre la corteza de los árboles y una capa cerosa en las hojas (pino, abeto);
- escamas compactas que envuelven las hojas y los botones florales (castaño);
- presencia de sustancias resinosas en las escamas compactas de las yemas (castaño).

Grupos ecológicos de animales en función de su adaptación al factor temperatura: ***poiquilotermos:*** los unicelulares, todos los invertebrados y de los vertebrados: peces, anfibios y reptiles. Cuando cambia la temperatura ambiente, también cambia la temperatura de su cuerpo. Tienen un metabolismo inestable; ***homotermos:*** las aves y los mamíferos. Su temperatura corporal es alta y constante y no depende de la temperatura de medio ambiente. Tienen un metabolismo estable; ***heterotermos:*** algunos mamíferos: el oso, el murciélago, el erizo. En estado activo mantienen una temperatura corporal constante, pero a bajas temperaturas ambientales su temperatura corporal baja y caen en un estado inactivo.

Tipos de adaptaciones de los animales que les ayudan a adaptarse a la temperatura: *fisiológicas*: están asociadas a un cambio activo en el metabolismo; *morfológicas*: se realizan a través de cambios morfológicos específicos, a saber: acumulación de tejido adiposo subcutáneo, que actúa como aislante térmico, engrosamiento del pelaje en los mamíferos y del plumón en las aves en invierno, color corporal característico (en la mayoría de los insectos alpinos el color de su cuerpo es negro); *etológicos*: cambio de comportamiento para evitar temperaturas adversas – migraciones en aves, hibernación en osos.

El aire es una mezcla de gases (el 21% de oxígeno, el 78% de nitrógeno, el 0,03% de CO₂, el 1% de vapor de agua y pequeñas cantidades de otros gases) que forman la atmósfera terrestre y permanecen alrededor de la Tierra debido a las fuerzas de gravedad. El aire es de gran importancia para la vida en el planeta porque es:

- Fuente de CO₂, necesario para la fotosíntesis a través de la cual las plantas producen O₂ y materia orgánica.
- Fuente de O₂, necesario para la respiración de los organismos aeróbicos (plantas, animales y algunos microorganismos).
- Fuente de O₃, que forma la capa de ozono en la atmósfera. Protege a los organismos vivos de la radiación mortífera ultravioleta del Sol.
- Fuente de N₂, parte del cual, gracias a las bacterias fijadoras de nitrógeno, se incluye en el ciclo biogeoquímico de las sustancias.
- El entorno donde se propagan las ondas sonoras y los olores; facilita la comunicación entre los organismos.
- Fuente de vapores de agua: su presencia en la atmósfera es importante porque forman nubes y precipitaciones, participan en los procesos del intercambio del calor atmosférico y absorben la energía radiante. Por lo tanto, afectan al clima y al movimiento de las masas de aire (vientos). Los vientos favorecen la polinización de algunas plantas, la dispersión de muchas especies, así como la transpiración en las plantas y la termorregulación en los animales.

ACTIVIDADES

1. Den ejemplos de plantas con ciertas adaptaciones de semillas y frutos para su propagación con la ayuda del viento por la naturaleza.
2. Citen nombres de animales, que viven en cuevas y en el suelo, mencionando sus características específicas que les ayudan a orientarse en completa oscuridad.
3. Investien a qué profundidad de los mares viven las algas ¿Qué adaptaciones al factor de la luz tienen?
4. Indiquen las adaptaciones fisiológicas de los animales a temperaturas bajas y altas.
5. Estudien y expliquen el efecto de los rayos ultravioleta de onda larga en los seres humanos:
a / beneficios; b / daños

hidrobiontes, hidrófitos, transpiración, equilibrio hídrico, humus, fertilidad del suelo

El agua es el entorno en el que se ha originado la vida en la Tierra. El agua es un factor vital para la existencia de todos los organismos.

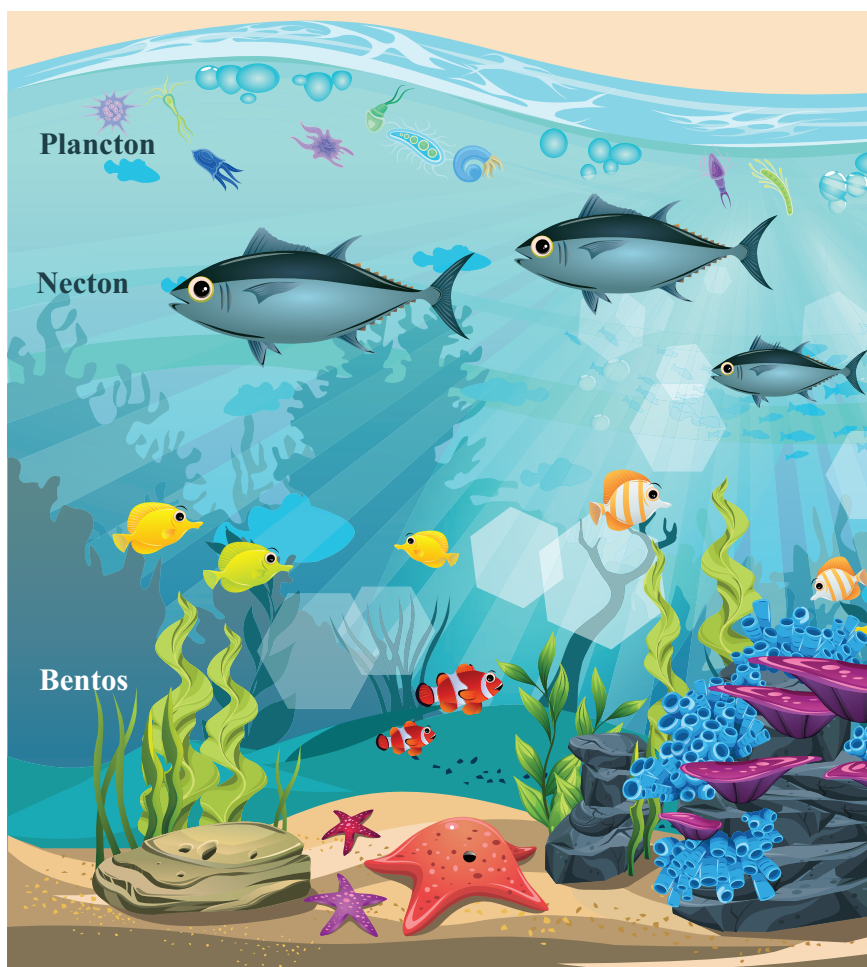
Características del agua que hacen resaltar su importancia para la vida:

- Transparencia – permite la transmisión de la luz.
- Capacidad de absorber y liberar grandes cantidades de energía sin cambiar su temperatura – evita el sobrecalentamiento de los organismos. Se calienta lentamente, pero también se enfría lentamente – esto se refleja sobre el clima.
- Tiene densidad máxima a 4°C. A diferencia de otras sustancias, que se expanden cuando se calientan, el agua reduce su volumen cuando se calienta de 0°C a 4°C. Cuando la temperatura en los depósitos de agua cae por debajo de 4°C, el agua más fría, que tiene una densidad más baja, permanece cerca de la superficie y el proceso de congelación va desde arriba hacia abajo. El hielo, que es mejor aislante que el agua líquida, mantiene debajo de su capa temperaturas positivas, con lo que permite la existencia de habitantes acuáticos.
- El agua es un disolvente universal. Las sustancias disueltas en ella aseguran la existencia normal de los organismos. La temperatura del agua afecta a la cantidad de oxígeno disuelto en ella. El agua caliente es pobre en oxígeno, el agua fría es rica en O₂.
- La composición del agua depende de las sales minerales, disueltas en ella (sulfatos, carbonatos y cloruros).
- Las amplitudes de la temperatura del agua son menores que las del aire.
- La movilidad del agua es importante para los habitantes acuáticos porque facilita su movimiento.

El agua como entorno de vida

El medio acuático es el entorno de vida más extenso. Incluye: océanos, mares, lagos, pantanos, ríos, arroyos, más otros tipos de embalses. Los organismos que viven en él se denominan **hidrobiontes**. Existen tres grupos de hidrobiontes según su ubicación en el medio acuático:

Plancton: organismos que son transportados pasivamente por el agua sin hundirse. Estos, a su vez, se subdividen en *fitoplancton* (algas unicelulares) y *zooplancton* (animales unicelulares, pequeños crustáceos y moluscos, larvas de animales acuáticos, caviar, etc.); **necton:** organismos que nadan activamente en el agua (peces, pulpos, mamíferos marinos, etc.) y **bentos:** organismos que viven en el fondo o en la arena (diferentes tipos de gusanos, peces demersales, corales, mejillones, etc.). **Fig.1.**



1.

Los hidrófitos (amantes del agua) son plantas que viven en ríos, lagos u otros embalses de agua (lotos, nenúfares). Están sumergidos total o parcialmente en el agua, no tienen estomas y no pueden controlar la evaporación del agua.

El agua como factor ecológico

El agua es uno de los factores ambientales más importantes para los animales terrestres. Su importancia se expresa en lo siguiente:

- Es parte fundamental del citoplasma de las células.
- Sirve de medio para los procesos vitales que transcurren en las células (es importante para el metabolismo).

- Disuelve sustancias y participa en su transporte.

Grupos ecológicos de organismos, según sus necesidades de agua para mantener el equilibrio hídrico:

	Plantas	Animales
1. Amantes de humedad	Higrófitos: arroz, juncos	Higrófilos: ranas, mosquitos
2. Amantes moderados de humedad	Mesófitos: malezas, cereales, verduras	Mesófilos: tortugas terrestres, escarabajos
3. Amantes de sequedad	Xerófitos: cactus, asclepias, plantas suculentas	Xerófilos: camellos, escorpiones, zorros del desierto

Las adaptaciones de las plantas para mantener el equilibrio hídrico, que conducen a una absorción más completa del agua y su menor pérdida, son: *morfológicas*: presencia o ausencia de una capa cerosa o de tricomas en las hojas, hojas modificadas (espinas); *anatómicas*: sistema radicular fuerte o poco desarrollado, desarrollo del tejido acuífero, formación de raíces aéreas o de soporte; *fisiológicas*: estomas de hojas cerradas o abiertas para una transpiración óptima, caída de hojas.

El suelo como factor ecológico y entorno de vida

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre y un sistema complejo de partículas sólidas, rodeadas de aire y agua. La calidad del suelo depende de: las cantidades de aire, agua y sales minerales, el humus y la temperatura. En las profundidades, la cantidad de O₂ disminuye y la cantidad de CO₂ aumenta. La cantidad de agua cambia durante las estaciones según las precipitaciones. Las oscilaciones de la temperatura son propias solo de la capa superior del suelo, por debajo de 1 m no hay en el suelo cambios estacionales. El humus es un componente del suelo muy importante. Determina la fertilidad del suelo con su capacidad para aportar nutrientes, agua, aire y calor a las plantas, necesarios para su crecimiento, desarrollo y productividad. El suelo es el hábitat natural no solo para las raíces de las plantas, sino también para muchas especies de microorganismos, insectos, pequeños mamíferos, entre otros.

Grupos ecológicos de organismos que habitan el suelo:

Plantas	Animales Fig.2. y Fig.3.
Psamophytes: habitan las arenas. Son de raíces profundas, resistentes a altas temperaturas (hasta 40°C) y baja humedad – lirio de arena.	Geobiontes: habitantes permanentes del suelo, donde transcurre todo su ciclo de vida – topos, perros ciegos, lombrices de tierra, entre otros.
Halófitos: habitan los suelos salinos cerca de la orilla del mar – espina blanca (<i>Eryngium campestre</i>).	Geófilos: en el suelo pasa una parte del ciclo de vida. La etapa larvaria de la mayoría de los insectos transcurre en el suelo – escarabajo de mayo.
Hazmofitas: viven en las grietas de las rocas donde hay poca tierra – silivryak (<i>Haberlea rhodopensis</i>).	Geoxenes: habitantes temporales del suelo donde encuentran alimento o refugio – zorros, conejos.



2.

3.

ACTIVIDADES

1. Expliquen por qué, incluso en inviernos muy fríos, los organismos que viven en lagos y pantanos sobreviven.
2. ¿Cuáles son los grupos ecológicos de los organismos acuáticos? Háganles una breve descripción.
3. Indiquen qué adaptaciones para la vida en el suelo tienen:
 - a/ la lombriz de tierra;
 - b/ el topo y el perro ciego.
4. Expliquen las propiedades de la fertilidad del suelo.
5. Estudien las etapas, los procesos y la duración de la formación del suelo.

29

relaciones intraespecíficas, relaciones interespecíficas

Los factores bióticos se refieren al conjunto de influencias que algunos organismos ejercen sobre la existencia y el desarrollo de otros organismos. Estos factores están presentes en las poblaciones, las biocenosis y los ecosistemas. A menudo, los seres vivos se conectan entre sí a través de la comida y sus relaciones se manifiestan en las redes alimentarias (tróficas).

Existen diferentes tipos de relaciones, entre las poblaciones de una especie o entre las poblaciones de diferentes especies, que mantienen el equilibrio ecológico en la naturaleza:

I. Relaciones neutrales	1. (0/0) Neutralismo
II. Relaciones negativas	1. (-/-) Competencia: (-/-) Competencia intraespecífica; (-/-) Competencia interespecífica 2. (-/0) Amensalismo 3. (-/+) Explotación: (-/+) Parasitismo; (-/+) Depredación
III. Relaciones positivas	1. (+/0) Comensalismo 2. (+/+) Mutualismo: (+/+) Protocooperación; (+/+) Simbiosis

Relaciones neutrales: *neutralismo*

Neutralismo – relaciones interespecíficas en las que las poblaciones de dos especies habitan un área común, pero no interactúan entre sí. Ejemplos: coexistencia de jabalíes y ardillas; de ardillas y pájaros carpinteros en el bosque. En esta biocenosis conviven y no se superponen ni en el aspecto espacial ni en el nutricional.

Relaciones negativas: *competencia, amensalismo, explotación*

Competencia – muchos individuos de una determinada especie (*competencia intraespecífica*) o de diferentes especies (*competencia interespecífica*), tanto en plantas como en animales, luchan por

1.



2.



3.



4.



5.



recursos limitados: alimento, agua, luz, oxígeno, espacio, que son necesarios para su supervivencia y reproducción. Dado que los individuos de una especie tienen necesidades muy parecidas, la competencia intraespecífica es la forma más feroz de su relación y prueba de ello es el canibalismo que existe en algunas especies.

Amensalismo – relación interespecífica en la que individuos de una especie experimentan efectos adversos sobre sí mismos por parte de individuos de otra especie. En la mayoría de los casos, esta relación interespecífica le es indiferente y natural a la especie opresora. Ejemplos: el moho que crece en el pan genera el antibiótico penicilina que mata las bacterias. **Fig.1.** Las raíces del nogal negro de la especie *Juglans nigra* segregan sustancias que matan las plantas circundantes. **Fig.2.**

Explotación – depredación y parasitismo

Depredación: relación interespecífica entre un individuo (depredador) que se alimenta de otro individuo (víctima). El depredador se aprovecha, obteniendo nutrientes y energía de la presa que mata y come. La depredación tiene un efecto ecológico positivo, ya que elimina a los individuos enfermos y viejos de la población víctima. Por un lado, los animales sanos y jóvenes sobreviven y producen crías viables y, por el otro, reducen la competencia intraespecífica. El efecto sobre la población de los depredadores también es positivo, porque sobreviven los depredadores más rápidos y ágiles. **Fig.3.**

Parasitismo: relación interespecífica entre un organismo de una especie (parásito) que vive sobre o dentro del cuerpo de un organismo de otra especie (huésped), se alimenta de las sustancias producidas por él, no lo mata, pero lo debilita y lo hace vulnerable a enfermedades o depredadores. Los parásitos pueden ser: bacterias, hongos, animales o plantas. **Fig.4.** y **Fig.5.** Ejemplos: pulgas, piojos, garrapatas, ácaros y mosquitos hembra (ectoparásitos), que parasitan en el cuerpo de algunos animales y se alimentan de su sangre. Las taenias (endoparásitos) viven en los intestinos de ciertos animales.

Relaciones positivas: comensalismo, mutualismo

Comensalismo – relación interespecífica en la que los individuos de una especie encuentran refugio y/o alimento

en individuos de otra especie, sin dañarlos. El beneficio es solo para el primer individuo, mientras que para el segundo la relación es irrelevante. El comensalismo se manifiesta como coexistencia: algunos peces se adhieren a los tiburones para ser transportados más rápido; **Fig.6.1.** los peces payaso se esconden en anémonas que los protegen de los depredadores. **Fig.6.2.** También existe el comensalismo alimentario, que conduce a una absorción más completa de nutrientes, por ejemplo, las hienas comen las sobras de la comida de los leones.



6.1.



6.2.

Mutualismo – relación interespecífica en la que los organismos de dos especies diferentes obtienen beneficios mutuos.

En la protocooperación la relación entre los organismos de las dos especies no es obligatoria. Crecen, sobreviven y se reproducen mejor juntos que individualmente. Ejemplo: aves que limpian la piel de los ciervos de ectoparásitos. Las aves se benefician porque se alimentan y los ciervos se deshacen de los parásitos. **Fig.7.**



7.

En la simbiosis los individuos de ambas especies se benefician, pero su relación es obligatoria, ya que una especie no puede existir sin la otra. Ejemplo: las abejas se alimentan del néctar de las flores y las plantas son polinizadas por las abejas. **Fig.8.**



8.

ACTIVIDADES

1. Expliquen las razones del surgimiento de una relación competitiva.
2. Expliquen en qué consiste el canibalismo, dando ejemplos.
3. Den ejemplos de endoparásitos y sus adaptaciones para sobrevivir.
4. Los líquenes son un ejemplo de simbiosis. Investiguen entre qué organismos existe simbiosis y cuál es su papel al respecto.
5. Expliquen cómo la depredación tiene un efecto positivo en la población de los depredadores. ¿Qué adaptaciones han desarrollado los depredadores para atrapar la presa?

factores antropogénicos, contaminación ambiental, protección del medio ambiente, problemas globales, tecnosfera, desarrollo sostenible

Los **factores antropogénicos** representan un conjunto de actividades humanas que afectan tanto al medio ambiente como a los organismos vivos que lo habitan. A medida que la población va creciendo, su impacto se vuelve más fuerte y más dañino, porque la mayor parte de las tecnologías no está en conformidad con el medio ambiente. **La contaminación ambiental** se define como presencia de agentes físicos, químicos y biológicos que tienen un efecto perjudicial sobre la seguridad y la salud de todos los seres vivos y ponen en peligro su existencia.

Existen los siguientes tipos de contaminación:

1. Contaminación térmica: cambio de la temperatura ambiente causado por la intervención humana.
2. Contaminación radiactiva: problemas con las centrales nucleares, la producción y uso de armas nucleares.
3. Contaminación acústica: se da cerca de carreteras y aeropuertos.
4. Contaminación electromagnética: líneas de transmisión de energía eléctrica.
5. Contaminación química: expulsión de varios compuestos químicos que se generan al quemar gasolina, carbón o en otras producciones industriales.

Todos estos tipos de contaminación pueden causar problemas ambientales locales que, según el área afectada y la duración de la acción, pueden convertirse en problemas ambientales globales.

Los problemas ambientales globales y sus consecuencias son:

Superpoblación: problema fundamental que puede servir de premisa para el surgimiento de otros problemas. A principios del siglo XX, había 1.600 (mil seiscientos) millones de personas, hoy hay alrededor de 7.500 (siete mil quinientos) millones y para el 2050 la población podría ascender a 10.000 (diez mil) millones de personas. Las tasas más altas de crecimiento demográfico se registran en África, Asia y América del Sur.

Contaminación del aire

Causas:	Consecuencias: se crean otros problemas ambientales
<p>1. Uso de combustibles como: carbón, petróleo y gas natural (metano), así como algunas actividades agrícolas e industriales específicas que hacen aumentar la concentración de CO₂, metano (CH₄) y NO₂ en la atmósfera, que son gases de efecto invernadero.</p>	<p>1. Cambio climático que conduce al calentamiento global debido al efecto invernadero.</p>
<p>2. Emisión de óxidos de azufre y nitrógeno de la industria.</p>	<p>2. Lluvia ácida</p>
<p>3. Emisión de hollín y aerosoles del hogar, del transporte y de la industria.</p>	<p>3. Contaminación industrial</p>
<p>4. Emisión de ozono y aerosoles de la industria.</p>	<p>4. Esmog de ozono: “mal O₃”</p>
<p>5. Uso de freones y óxidos de nitrógeno en la industria.</p>	<p>5. Adelgazamiento y destrucción de la capa de ozono.</p>

Contaminación del agua

Causas:	Consecuencias: se crean otros problemas ambientales
<p>Descarga de sustancias nocivas en fuentes naturales de agua (ríos, mares, océanos):</p> <ul style="list-style-type: none"> • productos químicos tóxicos de la industria; • desechos orgánicos y microorganismos patógenos del hogar y la agricultura; • fertilizantes químicos de la agricultura; • derrames de petróleo; • contaminación radiactiva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deterioro de la calidad del agua y escasez de agua potable. 2. Eutrofización de las aguas. 3. “Florecimiento” de las aguas. 4. Extinción de los organismos acuáticos.

Contaminación del suelo

Causas:	Consecuencias: se crean otros problemas ambientales
<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso incorrecto de fertilizantes químicos y productos fitosanitarios. 2. Uso de plaguicidas altamente tóxicos. 3. Acumulación de metales pesados en el suelo, transportados por el agua y el aire contaminados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Destrucción de la capa fértil del suelo. 2. Reducción de la fertilidad del suelo. 3. Extinción de los habitantes del suelo.

Deforestación

Causas:	Consecuencias: se crean otros problemas ambientales
<ol style="list-style-type: none"> 1. Para obtener madera. 2. Para liberar nuevos territorios para actividades agrícolas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extinción de especies vegetales y animales. 2. Erosión del suelo. 3. Cambio climático.

El estado actual de la biosfera, como resultado de la acción de los factores antropogénicos, se denomina **tecnosfera**. Se caracteriza por: disminución de la diversidad biológica y alteración de la estabilidad del ecosistema; perturbación de la circulación de las sustancias, ya que se obstaculiza la actividad de los agentes reductores y las sustancias de desecho de la actividad humana se acumulan en la biosfera; cambia el flujo de energía debido al efecto invernadero.

Desarrollo sostenible: desarrollo económico de la humanidad, respetuoso con el medio ambiente, en el que se logra un equilibrio entre la naturaleza y las necesidades humanas y la **protección del medio ambiente** está garantizada.



ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son los problemas ambientales locales y cuáles son los globales?
2. ¿Qué problemas ambientales han observado en la región donde viven? Hagan sugerencias concretas para prevenirlos.
3. Expliquen las causas y la naturaleza del efecto invernadero en la Tierra y las consecuencias que trae para el planeta y la vida de la gente.
4. Estudien y expliquen los procesos de eutrofización y “floración” del agua.
5. Investiguen y expliquen las similitudes y las diferencias entre “el ozono bueno” y “el ozono malo”. ¿Cómo y cuándo se forman? ¿Qué efecto tienen sobre los organismos?
6. Estudien y expliquen el impacto de las sustancias nocivas (óxidos de carbono, nitrógeno y azufre, compuestos aromáticos de hidrocarburos, vapores de plomo y mercurio, “ozono malo”) de la atmósfera sobre la salud humana. Hagan una presentación.
7. Expliquen los conceptos de biodiversidad y de reserva. Busquen información sobre la reserva Srebarna y hagan una presentación sobre el tema.
8. Hagan una presentación sobre las plantas y los animales desaparecidos y los que están en peligro de extinción en el territorio de Bulgaria.



EVOLUCIÓN BIOLÓGICA



**ORIGEN Y DESARROLLO
DE LA MATERIA VIVA**

**ORIGEN Y DESARROLLO
DEL SER HUMANO**

**EVIDENCIAS DE
LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA**

31

abiogénesis, panspermia, evolución química, evolución bioquímica, evolución biológica

El origen de la vida en la Tierra siempre ha emocionado a la gente, pero sigue siendo un misterio para la ciencia moderna. Algunos hechos dan cierta idea a los científicos sobre las condiciones en las que hubiera podido originarse la vida, pero los mecanismos por los que la naturaleza inanimada cobró vida aún no se han aclarado por completo.

Hay varias hipótesis que explican el origen de la vida en la Tierra.

Hipótesis del comienzo divino

Se basa en la creencia de que Dios, o varios dioses, han creado todo lo que existe (el universo y los seres vivos). Esta hipótesis constituye la base de todas las religiones.

Hipótesis de la autogeneración arbitraria (Abiogénesis)

Según esta hipótesis, la vida se autogenera repetidamente de forma espontánea a partir de la materia inanimada, sin la participación de fuerzas sobrenaturales, pero con la ayuda del calor del sol y la humedad. Esta teoría se originó en la Antigüedad. Sus seguidores son los antiguos filósofos griegos: Aristóteles, Demócrito, Tales y, más tarde, Newton (físico), René Descartes (matemático), entre otros.

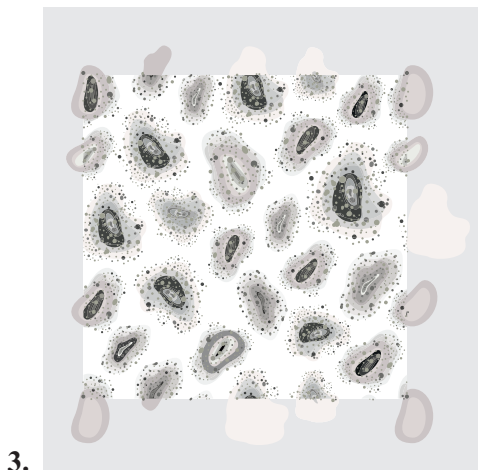
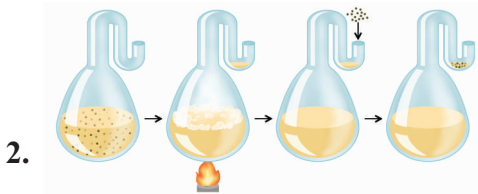
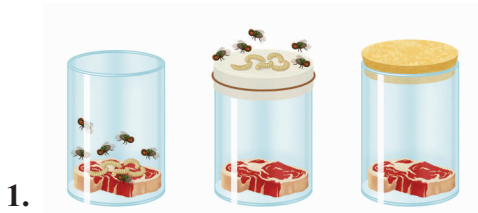
En el siglo XVII, el médico italiano Francesco Redi demostró de manera convincente que esta hipótesis es errónea. Al experimentar con carne, dio pruebas definitivas de que los organismos no pueden autogenerarse a partir de una materia en descomposición, sino que provienen de los de su propia especie. **Fig.1.** En el siglo XIX, el científico francés Louis Pasteur confirmó con experimentos la veracidad de las afirmaciones de Redi y la hipótesis de la autogeneración espontánea de la vida fue descartada por completo. **Fig.2. y Fig.3.**

Hipótesis del estado estacionario

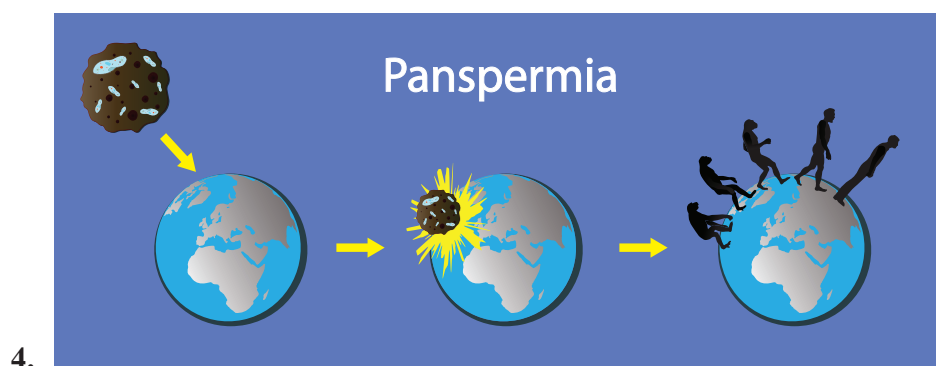
Esta hipótesis afirma que la Tierra ha existido siempre, como también todos los seres vivos en ella. Los datos de la ciencia moderna y, más concretamente, los de la paleontología, refutan por completo las afirmaciones de que la vida ha existido desde siempre y nunca se ha desarrollado ni ha cambiado.

Hipótesis del origen cósmico (panspermia)

La palabra panspermia significa en griego semillas por todas partes. Según esta hipótesis, las “semillas de la vida“ existen en



el universo y viajan a través de él de un lugar a otro. Sus defensores sostienen que la vida ha pasado a la Tierra en forma de esporas de meteoritos y asteroides que han caído en nuestro planeta desde hace miles de millones de años. El creador de esta hipótesis es el bioquímico sueco Svante Arrhenius. En la actualidad, la ciencia moderna proporciona datos científicos tanto en apoyo como en contra de la panspermia. **Fig.4.**



Hipótesis de la evolución bioquímica

La Tierra se ha formado hace unos 4.5 – 5 mil millones de años y la vida ha aparecido hace unos 3.5 mil millones de años.

El científico ruso Oparin y el científico inglés Edward Holden exponen, independientemente el uno del otro, la hipótesis de que la vida en la Tierra ha surgido a partir de la materia inanimada, mediante procesos de evolución gradual química y bioquímica. La ciencia moderna, basada exclusivamente en serias pruebas científicas, obtenidas de experimentos, convierte esta hipótesis en una teoría.

Se admite que las principales etapas en el desarrollo de la Tierra, hasta la aparición de la vida, son cinco.

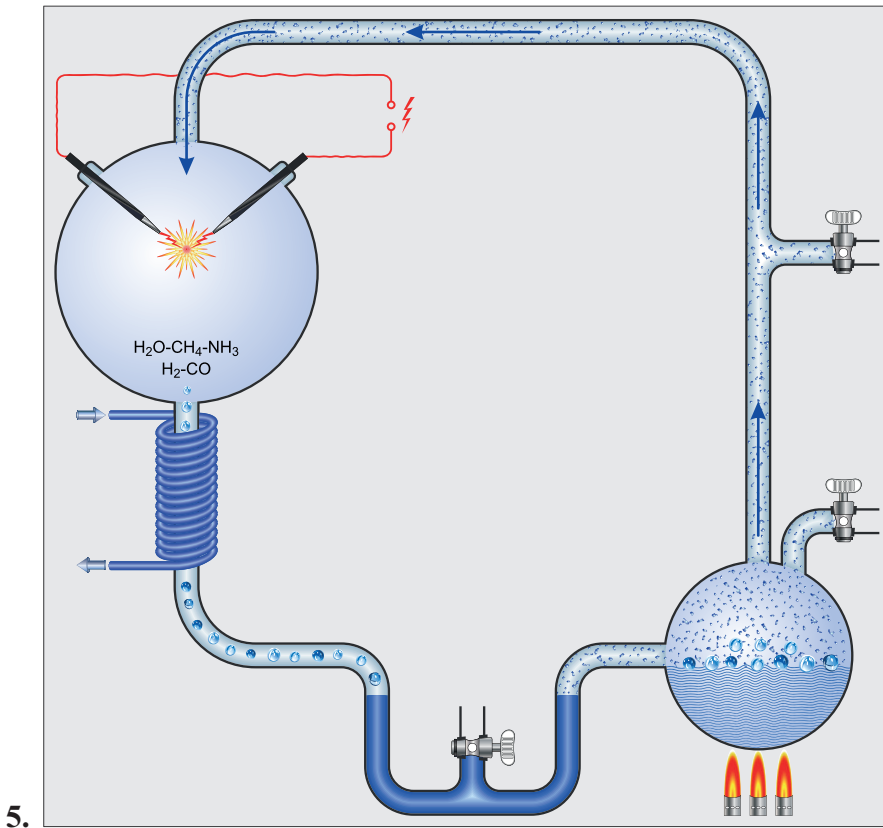
1. Formación de una atmósfera primaria (evolución química): mezcla de gases de sustancias inorgánicas con orgánicas de bajo peso molecular: vapores de agua, NH_3 , CH_4 , N_2 , H_2 , CO , CO_2 , compuestos de azufre, gases nobles. No ha habido O_2 libre.

2. Formación de monómeros: de compuestos inorgánicos, bajo la influencia de los rayos ultravioleta del sol, se han formado compuestos orgánicos simples: aminoácidos, nucleótidos, lípidos, monosacáridos. Los resultados de esta etapa han sido probados por dos científicos, Yuri y Miller, en un experimento de laboratorio. **Fig. 5.**

3. Formación de polímeros (evolución bioquímica): los biopolímeros se han formado mediante procesos de polimerización de monómeros: polipéptidos de bajo peso molecular, proteínas, ácidos nucleicos, complejos supramoleculares. Se cree que primero se ha formado el ARN (con una estructura más simple y funciones catalíticas) y luego, el ADN. Son portadores de la información genética y pueden formar sus propias copias.

4. Formación de coacervados: complejos coloidales con estructuras de membrana y enzimas primitivas. Esta etapa de la evolución es la más controvertida.

5. Formación de protobiontes (evolución biológica): son precursores de las células vivas.



5.

Se cree que han tenido un código genético primitivo, han realizado sus propias reacciones químicas y se han reproducido.



6.

Los primeros organismos vivos de la Tierra han sido las bacterias. Habitando un ambiente exento de oxígeno, se han desarrollado como anaerobios heterótrofos. Las evidencias más remotas de vida en la Tierra provienen de fósiles, de 3.500 millones de años, estromatolitos – depósitos de cianobacterias unicelulares. **Fig. 6.**

ACTIVIDADES

1. Encuentren pruebas para apoyar u oponerse a la hipótesis de la panspermia.
2. Estudien y expliquen la experiencia de Pasteur.
3. Investiguen y expliquen la naturaleza de los coacervados.

evolución biológica, gradación, correlación, premisas, factores y motores de la evolución

La idea de la evolución de los organismos se ha originado en la Antigüedad. A lo largo de los siglos, las personas han ido cambiando sus puntos de vista sobre ella, ya que han conocido la naturaleza y han acumulado conocimientos sobre el mundo viviente, lo que es una premisa para el desarrollo de la idea evolutiva.

Antigüedad

A pesar de los conceptos extraños y erróneos sobre el origen de la vida, debido a la falta de conocimientos, los antiguos filósofos griegos aceptan la idea de la evolución y contribuyen a su desarrollo. **Aristóteles** marca el inicio de la clasificación del mundo orgánico, ordenando todos los cuerpos de la naturaleza en una escalera, según la complejidad de su organización: minerales → corales → plantas → animales (sin sangre y con sangre) → hombre. Introduce el concepto de especie. En sus obras aparece la primera información sobre la anatomía y embriología comparativas, como también la idea de la **gradación** en la complicación paulatina de los organismos.

Edad Media

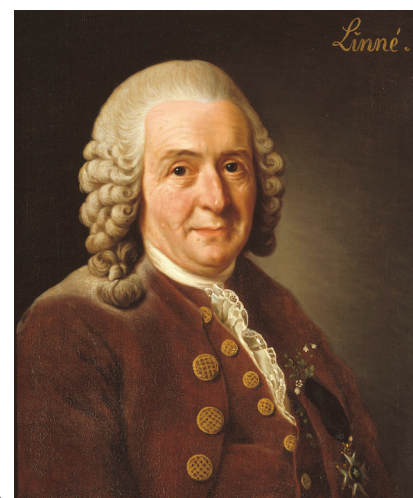
La Iglesia impone puntos de vista idealistas y la idea de la inmutabilidad de la naturaleza. Se rechaza la idea evolutiva. No hay desarrollo de la biología.

Renacimiento

Los grandes descubrimientos geográficos se convierten en una premisa para el desarrollo de la botánica descriptiva y la zoología, debido al descubrimiento de plantas y animales hasta entonces desconocidos. Se van acumulando cada vez más conocimientos sobre el mundo viviente, lo que respaldará futuros descubrimientos científicos.

Desarrollo de la idea evolutiva en los siglos XVIII y XIX

Carl Linnaeus (siglo XVIII) describe una gran cantidad de plantas y animales y crea la mejor clasificación de organismos en aquel momento. Impone la especie como la unidad estructural más pequeña en la naturaleza viva y la clase, como la más grande. Introduce el doble nombre latino de las especies que aún se sigue utilizando en la ciencia. El primer nombre es del género y el segundo, de la especie. Varias especies estrechamente relacionadas se unen en un género, varios géneros – en una familia; varias familias – en un orden, varios órdenes – en una clase. La jerarquía de las categorías sistemáticas, establecida por él, confirma la idea de que existen ciertas relaciones de parentesco entre los organismos vivos. **Fig. 1.**



1.

2.



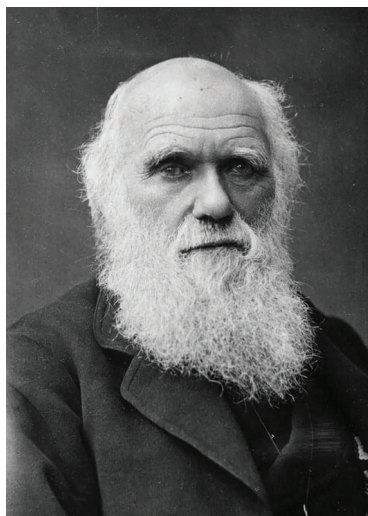
Jean Baptiste Lamarck (siglos XVIII – XIX) crea la primera teoría científica integral del desarrollo del mundo orgánico. Según su opinión, el desarrollo de los organismos está determinado por el impacto de las condiciones ambientales y la aspiración al perfeccionamiento de los organismos. Formula dos leyes: 1. El ejercicio frecuente y prolongado de un órgano, por parte de un animal a una edad temprana, lo fortalece, desarrolla y agranda, mientras que la falta de ejercicio lo debilita y conduce a su desaparición. 2. Los cambios en los organismos, adquiridos bajo la influencia de las condiciones externas, se heredan de generación en generación. **Fig.2.**

3.



Georges Cuvier (siglos XVIII – XIX) promueve la anatomía comparativa y la paleontología. Desarrolla la idea de las catástrofes. En ciertos períodos de la historia de la Tierra, han sucedido cambios repentinos y drásticos en las condiciones de vida y como resultado han muerto muchos organismos. Posteriormente, han aparecido nuevos organismos, creados por Dios. Formula dos leyes: 1. Ley de la correlación (dependencia) de los órganos. Todos los órganos en el cuerpo de los animales están estrechamente relacionados y dependen unos de otros. El cambio de cualquiera de ellos lleva a una alteración de su correlación con los otros órganos, por lo cual el organismo muere. 2. Todo animal tiene sólo los órganos que necesita para asegurar su existencia en determinadas condiciones naturales. **Fig.3.**

4.



Charles Darwin (siglo XIX) Hasta el año 1831, él cree que todas las especies existentes son constantes y únicas, pero después de un periplo por mar de cinco años alrededor del mundo como naturalista, llega a la conclusión de que los organismos evolucionan lentamente. Durante la travesía recoge evidencias de la evolución del mundo orgánico. Después de muchos años de investigaciones, deduce que las especies cambian lentamente como resultado de ciertas **premisas** y bajo la influencia de ciertos **factores**, a los que él llama **motores de la evolución**. **Fig.4.**

ACTIVIDADES

1. Expliquen el concepto de correlación y den ejemplos específicos.
2. ¿Cómo explica Lamarck la gran diversidad del mundo orgánico?
3. ¿En qué consiste la inconsistencia de la teoría de las catástrofes de Cuvier?



Herbario, realizado por Charles Darwin, Islas Galápagos, septiembre de 1835

33

factores evolutivos (selección natural y lucha por la existencia), premisas evolutivas (variabilidad y herencia), selección artificial, lucha por la existencia

Charles Darwin creó la primera teoría de la evolución basada en la ciencia.

Como resultado de profundizadas investigaciones científicas, publicó en 1859 un libro titulado *El origen de las especies*. En esta obra sugiere que las especies evolucionan y que todos los seres vivos descienden de un ancestro común.

Las condiciones previas para la creación de esta teoría son muchas, pero una de ellas es la teoría de Lamarck. De él Darwin aceptó dos afirmaciones: 1. La naturaleza está en constante evolución, como también los organismos que la componen. Algunas especies surgen y otras desaparecen. 2. El proceso evolutivo es continuo y gradual, sin cambios bruscos.

Darwin desarrolló aún más la idea de la evolución, agregando que: 1. Los organismos tienen un origen común; 2. La evolución se efectúa a través de **factores evolutivos (selección natural y lucha por la existencia) y premisas evolutivas (variabilidad y herencia)**.

Según la opinión de Darwin, **la variabilidad** es propiedad de los individuos de una especie de adquirir nuevos caracteres, distintos de los de sus padres. Hay cuatro tipos de variabilidad:

Variabilidad definida: 1. Se debe a las condiciones ambientales; 2. Afecta a todos los individuos de la especie; 3. Se manifiesta de manera igual; 4. Los cambios no se heredan; 5. Es temporal y reversible.

Variabilidad indefinida: 1. Se debe a cambios en las condiciones ambientales; 2. Afecta a algunos individuos de la especie; 3. Se manifiesta de manera similar; 4. Los cambios se heredan; 5. Es permanente e irreversible; 6. Tiene importancia para la evolución.

Variabilidad combinatoria: 1. Se debe al cruzamiento de diferentes variedades de plantas y razas de animales; 2. Los caracteres de los padres se combinan y cambian, manifestándose de manera diferente; 3. Se crean nuevos caracteres.

Variabilidad correlativa: 1. Se debe a los cambios simultáneos de varias características independientes, pero interconectadas; 2. Constituye la base de la selección artificial: la deliberada cría de animales y cultivo de plantas para obtener individuos de ciertos caracteres o combinación de caracteres, útiles para los humanos.

La genética moderna confirma las explicaciones de Darwin, las desarrolla y les da nuevos nombres: *definida* – **modificacional**, *indefinida* – **mutacional**, *combinatoria* – la explica con el cruzamiento, la distribución independiente de cromosomas en la meiosis y su combinación aleatoria en fertilización y *correlativa* – **pleiotropía**.

1.



2.



Según la opinión de Darwin, **la herencia** es la capacidad de los padres de transmitir sus características a su descendencia, como resultado de lo cual la descendencia se les parece.

Según la teoría darwiniana, el factor principal de la evolución es **la selección natural**. Se conservan las diferencias o los cambios individuales útiles y se eliminan los perjudiciales. Así, los organismos se adaptan a las condiciones del medio ambiente, sobreviven y crean descendencia. Los cambios beneficiosos se conservan en muchas generaciones. De esta manera se forman gradualmente las variedades y, a partir de ellas, se crean nuevas especies. Esto lleva a una gran biodiversidad en la naturaleza. Un ejemplo de selección natural es el

fenómeno del melanismo industrial y la mariposa de los abedules (*Biston betularia*). Este fenómeno confirma la suposición de Darwin de que la selección natural juega un papel primordial en la aparición de nuevos caracteres y propiedades. **Fig.1.**

Darwin señala tres formas de selección natural: individual (que afecta a un individuo), grupal (que afecta a un grupo de individuos) y sexual (relacionada con la creación de descendencia; se observa dimorfismo sexual). **Fig.2.**

Lucha por la existencia

Darwin crea el término *Lucha por la existencia*, aplicado a todas las relaciones, diversas y complejas, entre los organismos, así como entre los organismos y la naturaleza inanimada. Hay tres formas de esta lucha: *intraespecífica* (competencia), *interespecífica* (competencia, depredación, parasitismo) y *constitucional* (mecanismos de adaptación de los organismos, habituándolos a las cambiantes condiciones ambientales).

Hoy, la teoría de Darwin está en la base de la teoría evolutiva moderna. En su forma moderna proporciona una explicación lógica de la evolución y la biodiversidad.

ACTIVIDADES

1. Acuérdense de los tipos de variabilidad de la genética. Den ejemplos específicos de variabilidad definida, indefinida, combinatoria y correlativa.
2. Expliquen la selección sexual con ejemplos específicos, como también la importancia que tiene para el individuo y para la especie, en su conjunto. Expliquen el dimorfismo sexual.
3. Investiguen y expliquen la esencia del melanismo industrial con el ejemplo de la mariposa de los abedules (*Biston betularia*). Busquen otros ejemplos.
4. Nombren tres formas de *lucha por la existencia* y den ejemplos de cada una.
5. ¿Cuál de las tres formas es la más feroz? Argumenten su respuesta con ejemplos.
6. Hagan un resumen de los fundamentos principales de la teoría de Darwin.

teoría moderna de la evolución, microevolución, macroevolución, unidad evolutiva elemental, factores evolutivos, eventos evolutivos elementales, fuerzas evolutivas elementales

La teoría moderna de la evolución (teoría sintética de la evolución) es un conjunto de conocimientos científicos de las causas y regularidades de los procesos evolutivos, asociados con los organismos vivos. Está basada en la teoría de Darwin, confirmada y desarrollada a partir de los últimos avances en genética, biología molecular, bioquímica, ecología, paleontología y otras ciencias biológicas. Explica la diversidad, la unidad y la adaptación de los organismos a los factores ambientales abióticos.

El proceso de los cambios continuos y el perfeccionamiento de los organismos se llama evolución biológica. Son dos procesos en unión inseparable: microevolución y macroevolución. **La microevolución** engloba los procesos que tienen lugar dentro de una especie, lo que lleva a cambios en la especie existente y al surgimiento de nuevas especies. **La macroevolución** abarca los procesos de aparición y evolución de unidades sistemáticas de superespecies: género, familia, orden, clase, tipo, reino.

La microevolución es un proceso natural que ha comenzado con la aparición de la vida en la Tierra y continúa hasta la actualidad. Procesos microevolutivos: 1. Ocurren en áreas limitadas (lagos, montañas, islas, etc.) y por un período de tiempo relativamente corto (miles de años). 2. La estructura natural en la que se desarrollan es **la población**, donde se lleva a cabo la selección natural. La población es una **unidad evolutiva elemental**. 3. Para la realización de los procesos microevolutivos se necesitan ciertas condiciones: **factores evolutivos** (eventos evolutivos elementales y fuerzas evolutivas elementales).

Eventos evolutivos elementales	Fuerzas evolutivas elementales
1. Crean variabilidad y cambian la composición genética de la población.	1. Eliminan la variabilidad de las formas de vida en el curso de la evolución.
2. Variabilidad mutacional y migraciones.	2. Olas poblacionales y selección natural.

Variabilidad mutacional. Proporciona una “reserva” de variabilidad que permite a los organismos adaptarse a las condiciones cambiantes. Para la evolución son importantes: la influencia de las mutaciones sobre los individuos – hacen que aumente o disminuya su vitalidad y capacidad reproductiva; las mutaciones que afectan a los gametos – se heredan y se transmiten de generación en generación; la frecuencia con la que ocurren las mutaciones; el número de los individuos, portadores de ciertas mutaciones.

Las migraciones son desplazamientos periódicos o no periódicos de muchas especies de animales que se deben a cambios climáticos, falta de alimentos, enfermedades, desastres naturales. Mediante las migraciones se “exportan” mutaciones de una población de la especie y se “importan” a otra población. Esto puede alterar el curso del proceso evolutivo, especialmente si las condiciones ecológicas de las dos poblaciones difieren.

Las olas poblacionales son fluctuaciones bruscas que inciden en el número de las poblaciones. Son periódicas y no periódicas. Las olas poblacionales periódicas están relacionadas con los cambios estacionales del número de poblaciones. Son propias de insectos y plantas herbáceas anuales. Las olas poblacionales no periódicas se deben a eventos aleatorios y pueden ser: *positivas* (hacen que aumente el número de individuos en la población) y *negativas* (el número de individuos disminuye). Las olas poblacionales pueden detener, ralentizar o acelerar el proceso evolutivo.

El aislamiento es la incapacidad de los individuos de dos poblaciones de una especie de cruzarse libremente entre sí. El aislamiento es:

Aislamiento geográfico (espacial)	Aislamiento biológico (reproductivo)
Se debe a obstáculos naturales insuperables: mar, abismo, desierto.	Se debe a la imposibilidad de fertilizar o de crear un híbrido estéril.
Como resultado del aislamiento espacial, las diferencias genéticas entre las poblaciones, que están a ambos lados del obstáculo, aumentan y esto se convierte en una premisa para la aparición de nuevas especies.	Como resultado del aislamiento biológico, las características genéticas de la especie se conservan y esto se convierte en una premisa para su estabilización. El aislamiento biológico es: genético, ecológico, etológico y estacional.

Los eventos evolutivos no llevan a una evolución. Son solo premisas para ello. La selección natural es la principal fuerza motriz que lleva a la evolución.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué significa la teoría sintética de la evolución?
2. ¿Cuáles son los factores evolutivos? Expliquen el resultado final de la acción de los eventos evolutivos elementales y de las fuerzas evolutivas elementales.
3. La microevolución tiene un carácter contradictorio. Respalden esta afirmación con ejemplos concretos.
4. Investiguen los tipos de aislamiento biológico y hagan una breve descripción.

35

selección natural, selección estabilizadora, selección direccional, selección disruptiva o selección balanceada

Según la opinión de Darwin, la selección natural representa la supervivencia de los organismos más adaptados, porque reafirma todos los caracteres útiles, a través de los cuales pueden sobrevivir en la lucha por la existencia. La selección natural es un factor básico y trascendental en el proceso de la evolución.

Según la teoría moderna de la evolución, la selección natural es un proceso de supervivencia selectiva y reproductiva de individuos que tienen diferentes genotipos. Como resultado de su acción, mejoran los mecanismos de adaptación y se crean nuevas especies. Por consiguiente, solo sobreviven los organismos con el genotipo más adecuado, garantizando una combinación de caracteres que les ayudan a adaptarse al medio ambiente. La selección natural es la fuerza impulsora más importante de la evolución.

La selección natural se manifiesta en tres formas principales: selección estabilizadora, selección direccional, selección disruptiva.

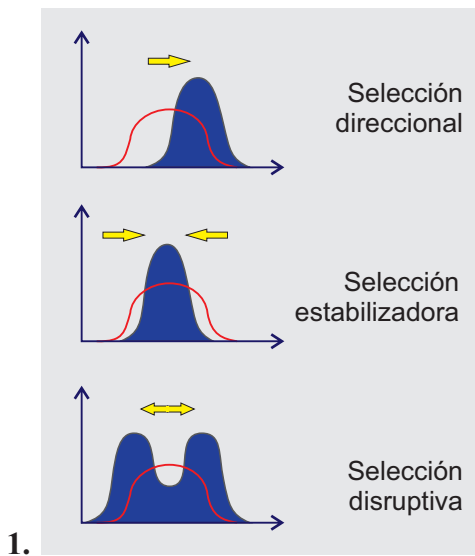
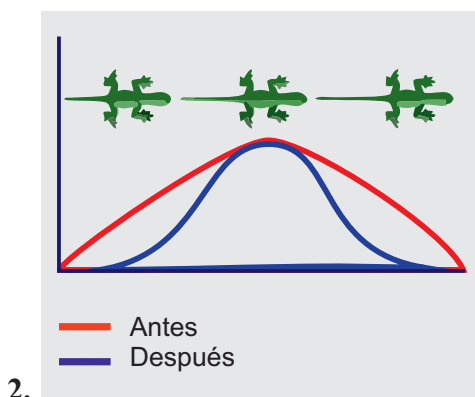
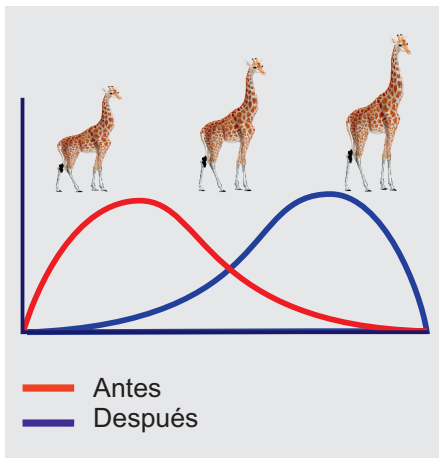


Fig.1.

La selección estabilizadora (selección normalizadora) obra en un entorno de condiciones inalterables durante un largo período de tiempo. Por esta razón, actúa un determinado alelo de un gen que provoca la manifestación concreta de un carácter. Los alelos recién formados del gen no aparecen y se eliminan. La selección estabilizadora garantiza la preservación de los caracteres típicos de la especie, a lo largo de miles de generaciones, porque los cambios, dentro de ciertos límites de los fenotipos, disminuyen. Los organismos con “valores promedios” de los caracteres sobreviven más tiempo, mientras que el efecto de la selección sobre los organismos con “valores extremos” de los caracteres, es desfavorable. El tamaño, la forma y la estructura de las flores de las plantas; la presencia de cuatro extremidades en los mamíferos, las dos alas de las aves, las extremidades de cinco dedos en las tortugas terrestres, son ejemplos de selección estabilizadora. **Fig.2.**



La selección direccional (selección positiva) opera en un entorno de condiciones alterables, lentos y graduales durante un largo

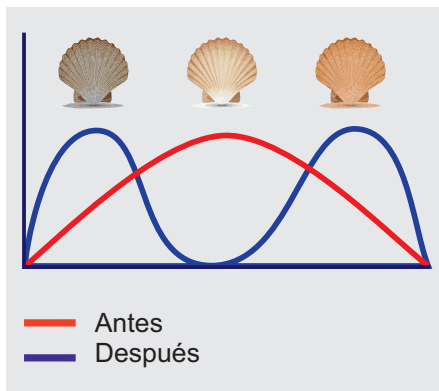


3.

período de tiempo. Como resultado, el alelo establecido del gen se elimina y se reemplaza por un alelo recién formado. Se crea una nueva manifestación de un carácter, que adapta a los organismos a las nuevas condiciones. Ejerce un efecto adverso en organismos con “valores promedios” y “valores extremos” de los caracteres ubicados en las direcciones opuestas, mostrados en el gráfico. Ejemplos de selección direccional: la transformación de las extremidades de las tortugas marinas en aletas, la pérdida de extremidades en las serpientes, los ojos atrofiados en los animales del suelo. **Fig.3.**



4.1.



4.2.

La selección disruptiva (selección balanceada) opera en un entorno de condiciones heterogéneas. Como resultado, el alelo establecido del gen se elimina y se reemplaza por dos o más alelos recién formados. Se reafirman nuevas manifestaciones de un carácter que adaptan a los organismos a las condiciones ambientales. Esto conduce a la creación de mayor diversidad en el marco de una especie, pero no conduce a la formación de una nueva especie. Como ejemplo de la selección disruptiva podemos citar los colores protectores de las mariposas en diferentes áreas geográficas. **Fig.4.1.y Fig.4.2.**

ACTIVIDADES

1. Comparen la selección estabilizadora con la selección direccional, según los resultados finales.
2. Comparen la selección direccional con la selección disruptiva, según su importancia para la evolución.

36

**critorio biológico, critorio espacial,
especies duplicadas, cariotipo**

La especie es la unidad básica – el taxón más pequeño para la clasificación de los organismos. Sirve también de unidad para la biodiversidad.

La especie se define como un grupo grande de organismos que:

- tienen un ancestro común, el mismo cariotipo y morfología similar;
- se cruzan libremente entre sí y crean una descendencia fértil;
- habitan un territorio determinado, denominado área de distribución;
- tienen una relación similar con los factores ambientales abióticos y bióticos

Cada especie es un sistema de genotipos con un destino evolutivo común. La especie existe a través de sus poblaciones.

La biodiversidad de la Tierra es grande y por eso existe un sistema de reglas – criterios, con la ayuda de los cuales se determina la pertenencia de un individuo a una especie.

Los criterios son: *biológicos* (morfológico, fisiológico, genético, bioquímico, etológico) y *espaciales* (ecológico, geográfico).

El criterio morfológico se basa en las diferencias en la estructura anatómica y morfológica entre los individuos de diferentes especies. Es el criterio más antiguo, más accesible y más utilizado, pero no es siempre aplicable por dos razones:

- La presencia de dimorfismo sexual en muchos animales. En algunas especies, las diferencias entre machos y hembras son tan grandes que en el pasado se han descrito como especies diferentes.
- La presencia de especies duplicadas, que son muy similares en apariencia, pero que no pueden cruzarse entre sí. Muchas especies duplicadas se encuentran en insectos (grillos, mariposas, mosquitos, abejas), hongos, ranas, ratas, etc.

El criterio fisiológico se basa en las semejanzas en los procesos básicos de la vida. Los individuos de una especie tienen la mayor similitud en la forma de reproducirse. Por lo tanto, el criterio fisiológico se utiliza para identificar las especies duplicadas. Por ejemplo, las especies duplicadas en las abejas difieren según la temporada en la que se reproducen.

El criterio bioquímico se basa en las moléculas individuales de la proteína, específicas de cada individuo. La estructura de las moléculas de la hemoglobina, la insulina y de algunas enzimas son similares tanto en los representantes de una especie como en las especies, relacionadas filogenéticamente. Este criterio es muy preciso, pero se utiliza solo en los casos cuando los otros criterios no son suficientes o los resultados, que derivan de ellos, son inciertos, porque es necesario contar con un laboratorio especialmente equipado.

El criterio genético es el más exacto, porque se basa en **el cariotipo** (el conjunto del número, la forma y el tamaño de los cromosomas), específico de cada especie. Al aplicarlo, se comparan los cariotipos de los diferentes individuos. Cuando dos individuos, independientemente de sus similitudes externas, tienen un número diferente de cromosomas, pertenecen con certeza a especies diferentes. Por ejemplo: en los mosquitos de la malaria, hay seis especies duplicadas, cada una con un número específico de cromosomas, diferente de los demás números.

El criterio etológico se basa en el comportamiento específico de la especie animal. Se utiliza para identificar especies duplicadas. Por ejemplo: existen 18 especies de luciérnagas que se han identificado debido a sus diferencias en la forma de iluminar (duración, frecuencia y longitud de la luz irradiada). Con su ayuda, las aves se dividen en diferentes especies en función de los diferentes sonidos que emiten. Durante la reproducción, los machos de muchos animales tienen un comportamiento característico que es una señal por la cual las hembras de la misma especie los reconocen. El criterio etológico no es aplicable a las plantas.

El criterio ecológico se basa en las exigencias específicas de cada especie hacia determinadas condiciones ambientales. Por ejemplo: hay dos tipos de pulpos duplicados que viven a diferentes profundidades y son anfitriones de diferentes parásitos. La adaptación de las especies a las condiciones abióticas del medio ambiente también se emplea para identificarlas. Por ejemplo: dos de las especies duplicadas del mosquito de la malaria se identifican por el embalse donde ponen sus huevos, uno es de agua dulce y el otro es de agua salada. Este criterio se aplica junto con otros criterios.

El criterio geográfico está relacionado con los límites de las áreas habitadas por las diferentes especies y la velocidad de su asentamiento. Las áreas de cada especie también se caracterizan por determinados factores abióticos. Hay especies, cuyos límites de hábitat se establecen con precisión (pingüino emperador) y, en este caso, dicho criterio es aplicable. Para otras especies, con áreas de distribución fragmentadas o extensas, cuyos límites no están establecidos con exactitud, el criterio geográfico es inaplicable. Por tanto, el criterio geográfico no es preciso y no se aplica solo.

Para determinar rigurosamente la pertenencia de un individuo a una especie, todos los criterios deben usarse juntos, si cabe esta posibilidad.

ACTIVIDADES

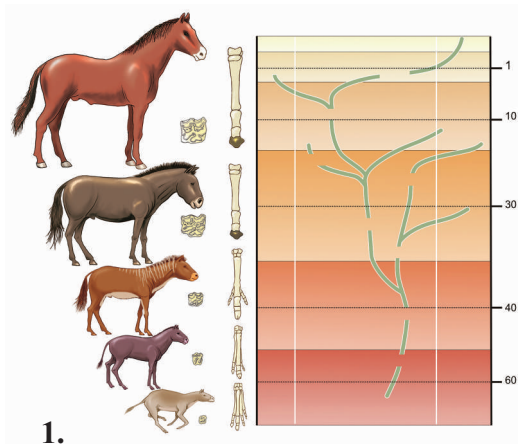
1. Nombren los criterios para determinar la pertenencia de un individuo a una especie. ¿Cuál es el más preciso? Justifiquen su respuesta con ejemplos.
2. Expliquen por qué los criterios ambientales y geográficos no son precisos y no deben aplicarse solos.
3. Expliquen por qué el criterio etológico no es aplicable a las plantas.
4. Expliquen qué características del comportamiento animal se utilizan para distinguir las especies duplicadas. Den ejemplos.

37

especiación filética, especiación instantánea, especiación gradual, especiación alopátrica, especiación simpátrica

La formación de las especies es un proceso evolutivo durante el cual aparecen nuevas especies.

Los procesos microevolutivos, que transcurren en las poblaciones de la especie, provocan cambios permanentes en su composición genética. Debido a la presencia del aislamiento espacial (imposibilidad de cruzamiento libre) y el posterior aislamiento reproductivo (creación de híbridos con vitalidad o fertilidad reducidas), se intensifican las diferencias genéticas entre las poblaciones, favorecidas por la variabilidad (mutaciones) bajo la acción de los factores abióticos del medio ambiente. Después de la intervención de la selección natural, en un período de tiempo muy prolongado, aparecen subespecies de una especie y luego surgen nuevas especies.



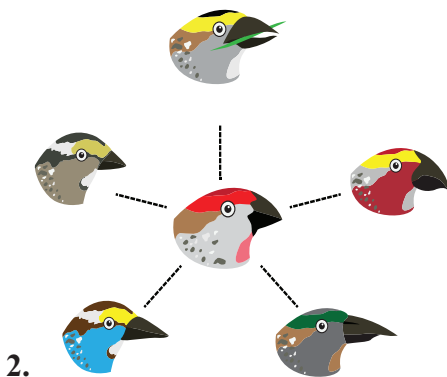
Hay dos formas principales de especiación:

Transformación de una especie en otra (especiación filética): proceso en el que una especie se convierte gradualmente en otra especie durante un largo período de tiempo. El número de especies no aumenta (Tipo A → Tipo B → Tipo C) Ejemplo: la aparición del elefante, el camello y el caballo. **Fig.1.**

La desintegración de una especie inicial en varias especies nuevas: proceso en el que una especie pone el inicio de la existencia de dos o más especies. Su número aumenta y esto se convierte en premisa para la biodiversidad. Ejemplo: la aparición de diferentes familias de plantas angiospermas (con semillas dentro del fruto) y órdenes de aves. **Fig.2.**

Según su velocidad, la especiación es **instantánea y gradual**.

La especiación instantánea de especies ocurre raras veces en la naturaleza y es típica de las especies de plantas. Se asocia con cambios rápidos del cariotipo, dentro de una o más generaciones, debido a mutaciones genómicas (autopoliploidía o aloploidía). Si los individuos desarrollan caracteres, que les confieren una ventaja en la lucha por la existencia, se preservan por la selección natural y conducen a la formación de una nueva especie. En los animales,

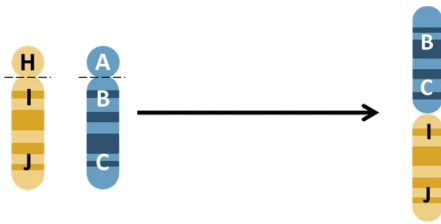




3.1.

las mutaciones cromosómicas pueden llevar a la formación de una nueva especie. Por ejemplo, el panda gigante es resultado de una translocación de Robertson (dos cromosomas no homólogos de un solo brazo se unen a sus centrómeros en un cromosoma de dos brazos). **Fig. 3.1. y Fig. 3.2.**

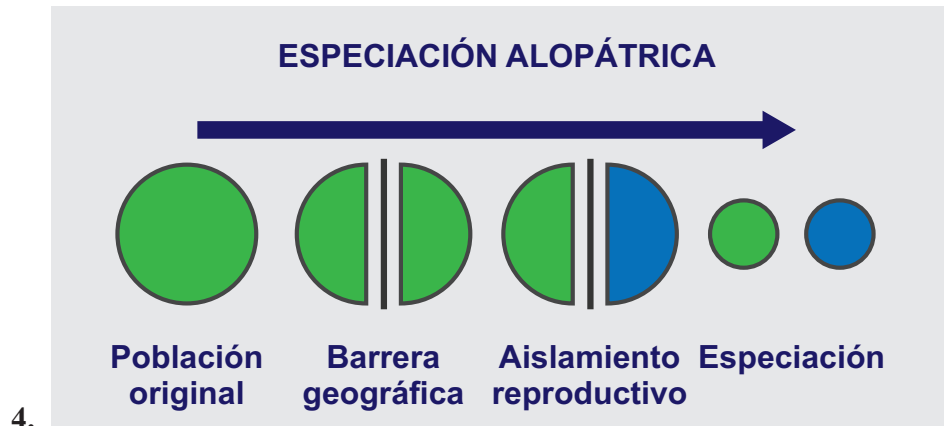
3.2.



La formación gradual de especies es la principal vía para la aparición de especies que se reproducen sexualmente. Es un proceso lento, gradual y largo que involucra a muchas generaciones sucesivas. Se debe a mutaciones genéticas que no reducen la capacidad reproductiva de los individuos y provocan variabilidad. Si las mutaciones son positivas, la selección natural las conserva. Para que ocurra la especiación, la población debe estar aislada de otras poblaciones de la misma especie.

La especiación gradual es: *alopátrica y simpátrica*.

Especiación alopátrica (geográfica). Fig.4.

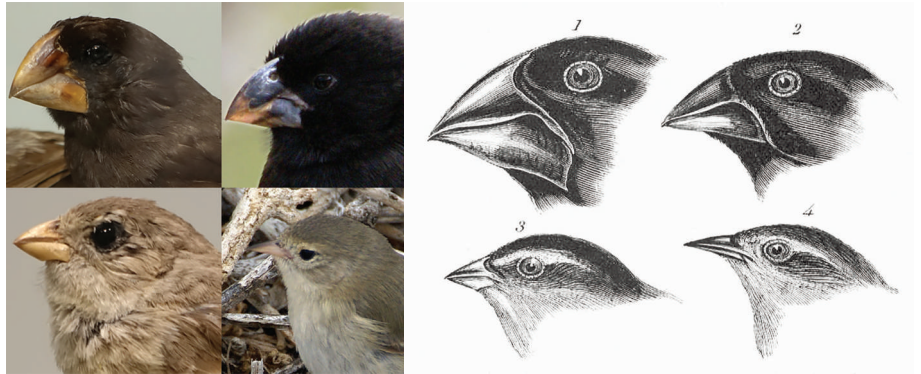


4.

Una población inicial comienza a expandir el territorio que ocupa. Algunos de los individuos se dirigen a la periferia del área. Con el tiempo, aparece una barrera geográfica: un precipicio, un río, una montaña (aislamiento espacial) que separa las dos poblaciones – la inicial y la recién formada. Los individuos de la nueva población se encuentran en nuevas condiciones de vida y se adaptan a ellas, desarrollando caracteres beneficiosos como resultado de mutaciones, conservadas por la selección natural. Y así, durante un largo período de tiempo, los cambios se hacen cada vez más numerosos y las diferencias, cada vez más profundas. Aparecen dos subespecies y, a la larga, dos especies – la inicial y la nueva. Si comparten el mismo territorio, no podrán crear una descendencia fértil, porque entre ellas



5.1.

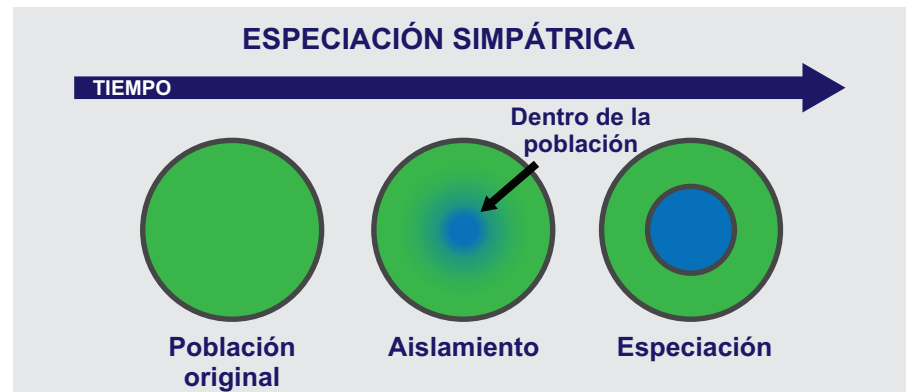


5.2.

se ha producido un aislamiento reproductivo. Como ejemplos de especiación alopátrica se podrían citar dos especies de ardillas en el Gran Cañón **Fig.5.1.**, y los pinzones – pájaros de las Islas Galápagos, estudiados por Darwin. **Fig.5.2.**

Especiación simpátrica (ecológica). Fig.6.

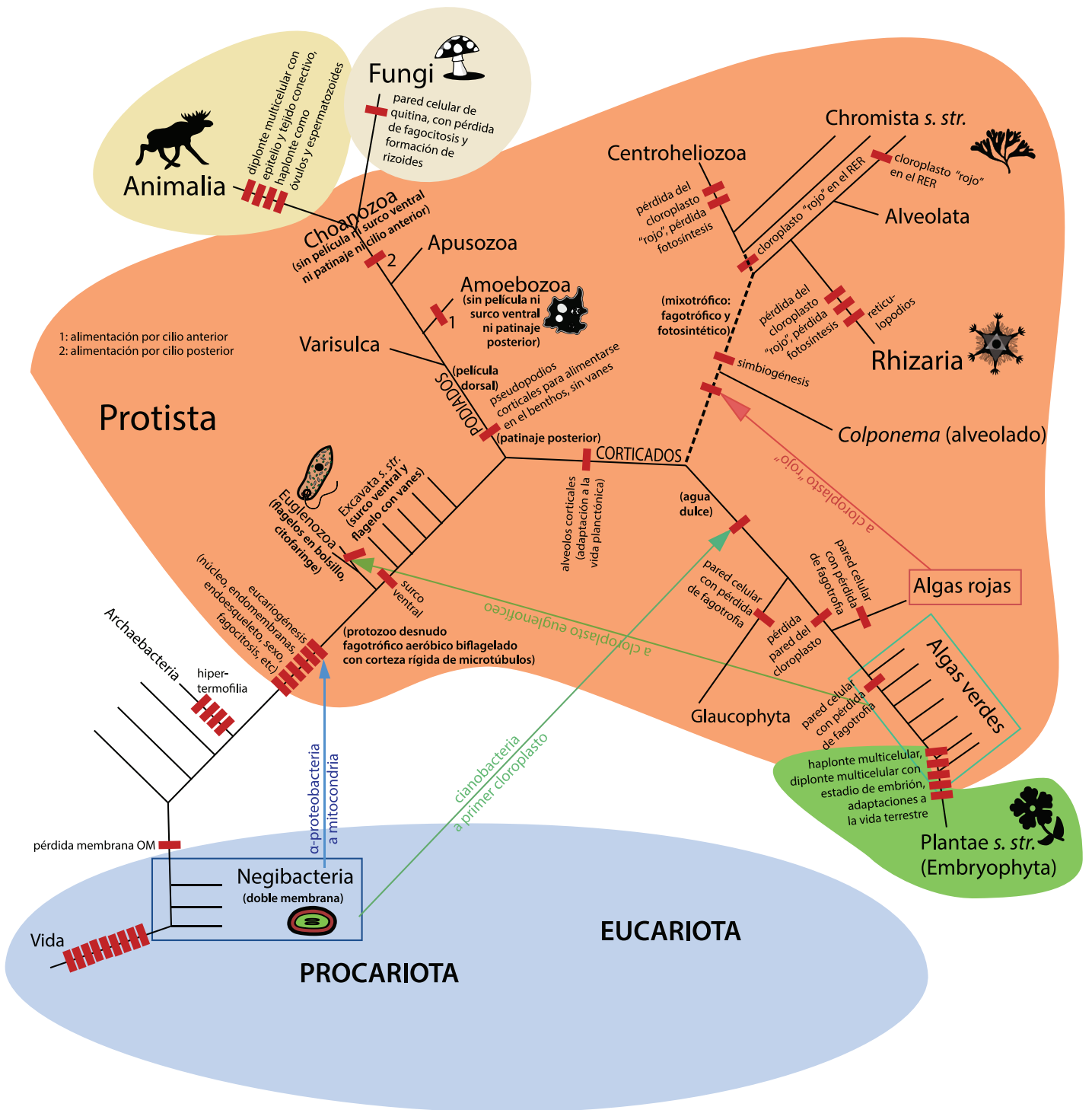
En la especiación simpátrica, la especie original y la nueva ocupan el mismo hábitat y sus áreas se superponen parcial o completamente. Ocurre un aislamiento reproductivo. Los cambios, resultantes de la variabilidad mutacional, son reafirmados o eliminados por la selección natural. Ejemplo de especiación simpátrica es la aparición de especies duplicadas.



6.

ACTIVIDADES

1. Acuérdense de las mutaciones genómicas. Encuentren información sobre el origen de la ciruela, explicándolo. Aclaren la importancia de la poliploidía en plantas, dando ejemplos concretos.
2. Describan la secuencia de los procesos microevolutivos en la especiación alopátrica.
3. Encuentren información sobre la investigación de Darwin sobre los pinzones de las Islas Galápagos y comenten los resultados.
4. Estudien la especiación filética del elefante, resumiéndola en un texto breve.



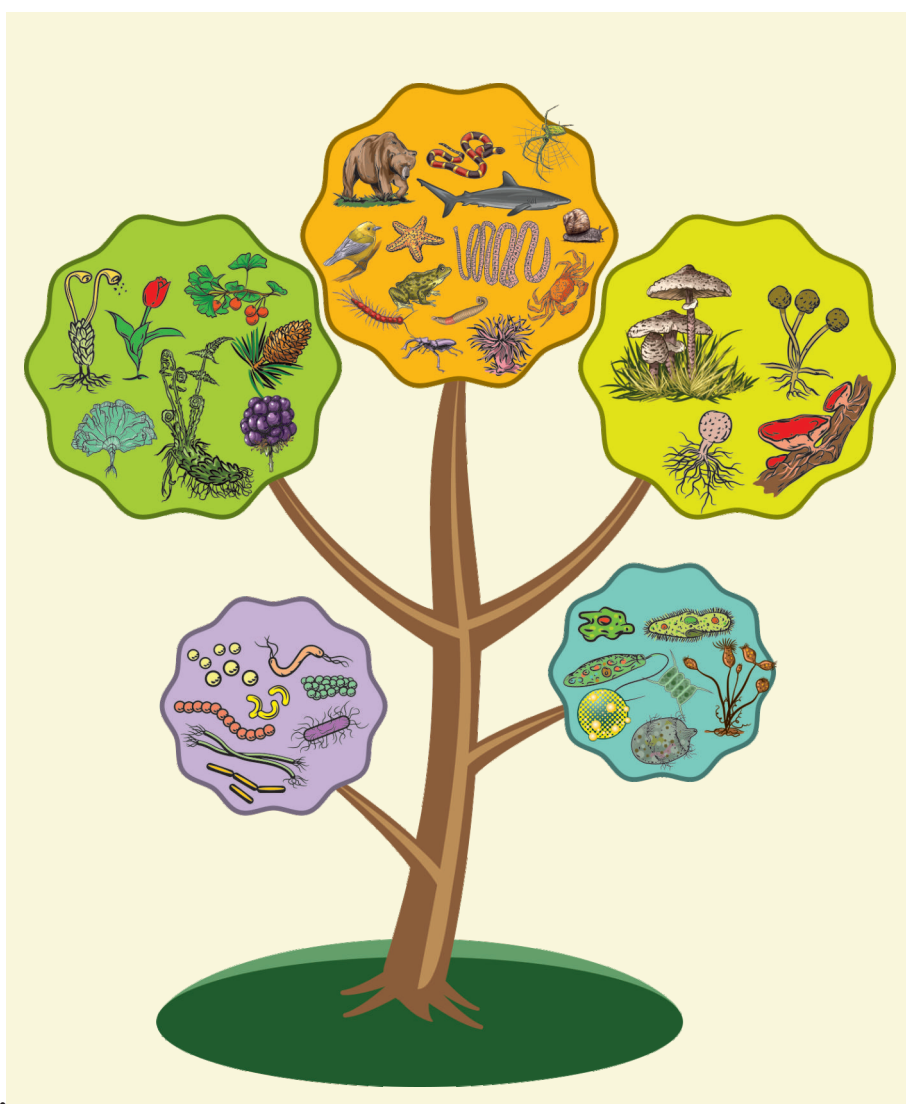
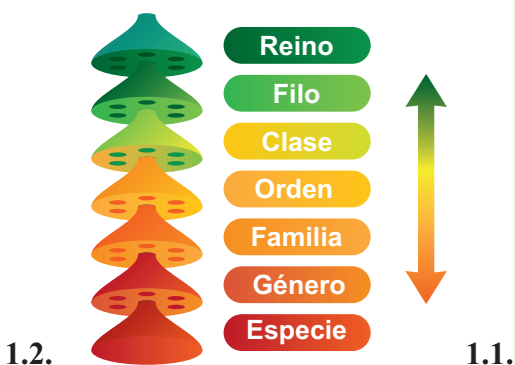
Árbol de la vida

Dibujado a partir de Cavalier-Smith (2013, 2010a, 2010b, 2009)

evolución filética, evolución divergente, evolución convergente, evolución paralela

La vida en la Tierra acumula mutaciones y las transfiere, a través de la selección natural, de generación en generación durante aproximadamente 3,5 mil millones de años. Este tiempo es suficiente para que los procesos evolutivos puedan crear la ingente biodiversidad de la Tierra. **Fig. 1.1.**

Macroevolución: proceso natural de cambios evolutivos, que ocurren a gran escala, actuando a nivel de supraespecies y formando grandes grupos taxonómicos (géneros, familias, órdenes, clases, tipos, reinos). **Fig. 1.2.**



Procesos macroevolutivos:

1. Ocurren en grandes áreas (continentes, océanos, la Tierra en su conjunto) y durante grandes períodos de tiempo (millones, miles de millones de años).
2. La estructura natural en la que suceden es la especie.
3. Su realización requiere los mismos factores evolutivos que afectan a la microevolución. Por consiguiente, los procesos microevolutivos sirven de base para la macroevolución.

Las evidencias científicas de la evolución demuestran que los grupos taxonómicos de las supraespecies surgieron de cuatro maneras: evolución filética, evolución divergente, evolución convergente y evolución paralela.

La evolución filética es el proceso evolutivo de formación de especies en el que los cambios evolutivos hacen que las especies se adapten en las generaciones sucesivas, cambiando por completo el fondo genético. Esta evolución forma series filogenéticas de especies sucesivas. Como resultado final, la especie inicial tiene solo una última especie hereditaria. **Fig.2.**

La evolución divergente (divergencia) está asociada con el proceso de alejamiento de los caracteres de las especies que tienen un ancestro común. Dicha evolución es promovida por las mutaciones, el aislamiento y la selección natural disruptiva. Se crean nuevos grupos sistemáticos de especies de cercano parentesco (géneros, familias, órdenes), es decir, se garantiza una gran biodiversidad. Estas especies, que tienen órganos homólogos, ocupan diferentes nichos ecológicos, lo que reduce la competencia entre ellas. Ejemplos: diferentes familias de plantas con flores y diferentes órdenes de aves. **Fig.3.**

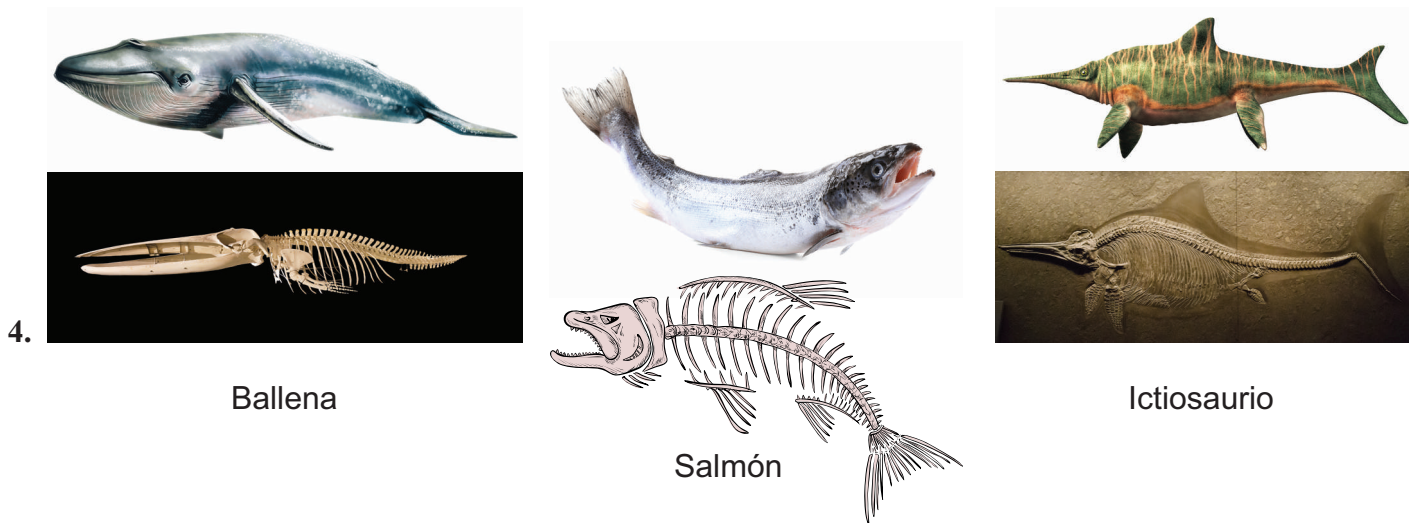


2.



3.

La evolución convergente (convergencia) es un proceso de desarrollo independiente de caracteres similares en organismos entre los que no existen relaciones de parentesco. Viven en un entorno que ofrece las mismas condiciones ecológicas. El resultado de esta evolución lo vemos en los órganos análogos que son diferentes en estructura y origen, pero adaptan a los organismos a las condiciones ambientales. Ejemplos de convergencia en animales: la ballena (mamífero), el ictiosaurio (reptil que hoy no existe) y el tiburón (pez), que pertenecen a diferentes clases, pero habitan el mismo medio acuático. Como resultado, existe una similitud en la forma del cuerpo y las aletas. Ejemplos de convergencia en plantas: los cactus y el algodoncillo, parecido al cactus. **Fig.4.**



La evolución paralela (paralelismo) es el proceso de acercamiento de los caracteres de dos o más grupos sistemáticos, con relaciones de parentesco, que habitan un ambiente con las mismas condiciones ecológicas (acuáticas, de suelo, de organismos). Como resultado de la acción unidireccional de la selección natural, los organismos adquieren rasgos similares (órganos homólogos), a pesar de que viven en distintos y alejados lugares, en diferentes períodos de tiempo. Ejemplos de la evolución paralela en animales: mamíferos pinnípedos – focas, morsas, elefantes marinos **Fig.5.**; pájaros de patas largas – cigüeñas, garzas, flamencos **Fig.6.**; aves acuáticas – patos, gansos, cisnes, entre otros.



5.



6.

ACTIVIDADES

1. Expliquen las características de la macroevolución.
2. Expliquen la divergencia, utilizando ejemplos específicos.
3. ¿Como resultado de qué forma de evolución apareció el hombre moderno? Argumenten su respuesta.
4. Indiquen los caracteres similares obtenidos como resultado de la evolución paralela en:
 - a/ focas, morsas, elefantes marinos – _____
 - b/ cigüeñas, garzas, ibis – _____
 - c/ patos, gansos, cisnes – _____

39

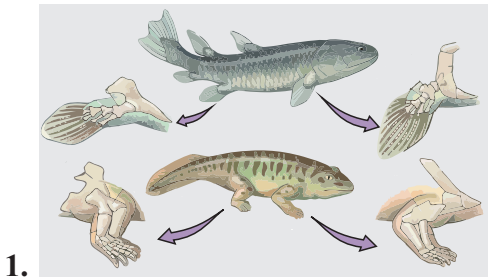
**progreso biológico, aromorfosis, idioadaptación,
catamorfosis, regresión biológica**

Los procesos macroevolutivos se desarrollan en dos direcciones: progreso y regresión biológicos.

El progreso biológico está asociado con el “auge” de las especies y los grupos de supraespecies. Se manifiesta en el incremento del número de individuos de un determinado grupo como consecuencia de su gran adaptabilidad a las condiciones ambientales. Esto conduce a su reasentamiento y es una premisa para ampliar el área de distribución. El área más extensa ofrece, en sus diferentes partes, condiciones más variadas, lo que favorece los procesos microevolutivos. A esto le sigue la formación de grupos intraespecíficos y, más tarde, de nuevas especies y grupos supraespecíficos.

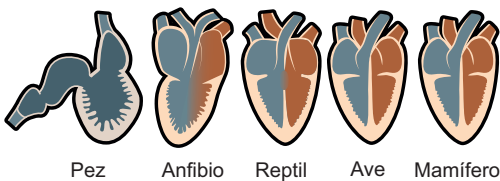
El progreso biológico es resultado de procesos diferentes, pero interrelacionados, llamados vías de la evolución: aromorfosis, idioadaptaciones, catamorfosis y cetogénesis.

Aromorfosis: cambios evolutivos que complican la estructura y las funciones de los organismos. Están asociados con los cambios en el entorno de vida, el tipo de metabolismo, el paso del proceso vital básico. Ejemplos de aromorfosis: aparición de las cianobacterias, los organismos multicelulares, la fotosíntesis, los organismos aeróbicos, la reproducción sexual, las semillas de plantas, entre otros. **Fig.1.** y **Fig.2.**



1.

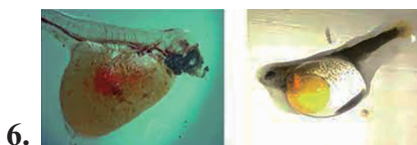
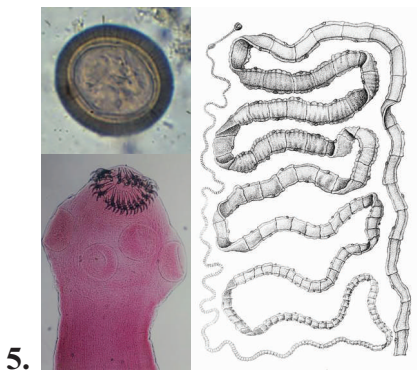
Idioadaptaciones: cambios evolutivos que llevan a la adaptación de los organismos a las condiciones ambientales. Ejemplos de idioadaptaciones en las plantas: adaptaciones relacionadas con la polinización de las plantas que florecen: formas, colores y aromas de las flores; adaptaciones para esparcir semillas y frutos; adaptaciones de protección contra las temperaturas altas y bajas. Ejemplos en los animales: forma y color del cuerpo que se fusionan con el medio ambiente, etc. **Fig.3.** y **Fig.4.**



Pez Anfibio Reptil Ave Mamífero

2.

Catamorfosis (degeneración general): cambios evolutivos que simplifican la estructura y las funciones de los organismos y como resultado algunos órganos atrofian. Están relacionados con las específicas condiciones ambientales. Por ejemplo, la taenia porcina (endoparásito) no tiene sistema digestivo ni respiratorio, tiene



un sistema nervioso y sentidos poco desarrollados, por otro lado, el sistema reproductivo y las adaptaciones de adherencia están muy desarrollados. **Fig.5.**

También hay cambios evolutivos que ayudan a los organismos a adaptarse en la etapa embrionaria del desarrollo individual. Ejemplos: la placenta en los mamíferos, las cáscaras protectoras de los huevos, los nutrientes en las semillas. **Fig.6.** (saco vitelino en peses)

La regresión biológica está asociada con la extinción de las especies, precedida por la disminución del número de los individuos y de las poblaciones de especies y el estrechamiento de su área de distribución. Puede ser causada tanto por problemas con el fondo genético de la especie como por factores externos (enfermedades, parásitos, desastres naturales).

Hoy en el planeta, están en un proceso de progreso biológico los cereales (de las plantas) y los insectos, las aves y los mamíferos (de los animales). En una regresión biológica están los helechos (de las plantas) y los anfibios y los reptiles (de los animales).

Principios básicos de la evolución biológica:

- es un proceso continuo e irreversible;
- la velocidad a la que discurre es diferente para los diferentes grupos sistemáticos y para los diferentes períodos de la historia de la Tierra;
- tiene un carácter adaptativo;
- afecta a todo tipo de organismos;
- crea biodiversidad.

El futuro del curso, la velocidad y los resultados de la evolución son impredecibles.

ACTIVIDADES

1. Describan el progreso biológico.
2. Den ejemplos de idioadaptación de los organismos en áreas semidesérticas.
3. Expliquen como resultado de qué vías del progreso biológico aparecen los órganos análogos, homólogos y rudimentarios.
4. Expliquen la afirmación de que la evolución es irreversible.
5. La macroevolución tiene un carácter contradictorio, expliquen esta afirmación.

40

I. Resumen

Principios básicos de la teoría moderna de la evolución:

1. La población es el sistema biológico más pequeño en el que se lleva a cabo la evolución.
2. Las mutaciones y las nuevas combinaciones de genes sirven de material para la evolución.
3. El cambio del fondo genético de la población es un evento evolutivo fundamental.
4. La selección natural es un factor básico de la evolución.
5. El aislamiento geográfico es una premisa para la aparición de una nueva especie y el aislamiento biológico – para la preservación de la especie.
6. Las nuevas especies se forman tanto de forma gradual como repentina.

ACTIVIDADES

1. Comparen la microevolución con la macroevolución y señalen las similitudes y las diferencias entre ellas.

Similitudes: _____

Diferencias (completan la tabla):

Crterios	Microevolución	Macroevolución
1. Estructura biológica (sistema) en la que operan.		
2. Territorios en los que se llevan a cabo.		
3. Período de tiempo durante el cual se llevan a cabo.		
4. Resultado final.		

2. Indiquen los factores evolutivos, repartiéndolos en la tabla, según su significado biológico:

Eventos evolutivos elementales	Fuerzas evolutivas elementales
Crean variabilidad	Eliminan la variabilidad
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3. En el proceso de la formación de las especies, el sistema genéticamente abierto – la población – se convierte en un sistema genéticamente cerrado – una nueva especie. Expliquen por qué es correcta esta afirmación.

4. Expliquen el concepto de *selección natural* según la teoría de Darwin y según la teoría moderna de la evolución.

5. Definan el concepto de *criterios de especie*. ¿Cuál de los criterios de especie estudiados es el más preciso? Expliquen por qué. Ordenen los criterios según su objetividad.

6. Comparen la selección direccional y la disruptiva según su importancia para la evolución.

7. Expliquen los conceptos de *progreso biológico* y *de regresión biológica*, comparándolos. Señalen grupos sistemáticos de plantas y animales que están en la actualidad en progreso biológico y en regresión biológica.

II. Proyectos y debates

1. ¿Cuál es la forma más feroz de la lucha por la existencia ? Argumenten sus respuestas y den ejemplos.

2. Resuman en un texto breve los fundamentos de la teoría de Darwin.

3. Investiguen la biografía y la actividad investigadora del naturalista inglés Alfred Wallace. Expliquen con qué descubrimiento científico es famoso y cuál es su contribución al desarrollo de la idea de la evolución.

4. Expliquen por qué y cómo se desarrollan los procesos microevolutivos en la población.

III. Control y evaluación

1. ¿Quién es el creador de la hipótesis de la transferencia de la vida a la Tierra desde otros cuerpos cósmicos?

- a/ Svante Arrhenius
- b/ Louis Pasteur
- c/ Francesco Reddy
- d/ Aristóteles

2. Las olas poblacionales son:

- a/ cruzamiento libre de los individuos en la población;
- b/ reafirmación de una forma nueva a cambio de otra vieja;
- c/ desplazamientos periódicos de los organismos;
- d/ fluctuaciones bruscas en el número de individuos de una población determinada

3. Para aplicar el criterio bioquímico en la determinación de la especie se requieren datos para:

- a/ el comportamiento de los organismos que se deben determinar;
- b/ las particularidades de su reproducción;
- c/ la secuencia de los aminoácidos en determinadas proteínas;
- d/ el cariotipo igual

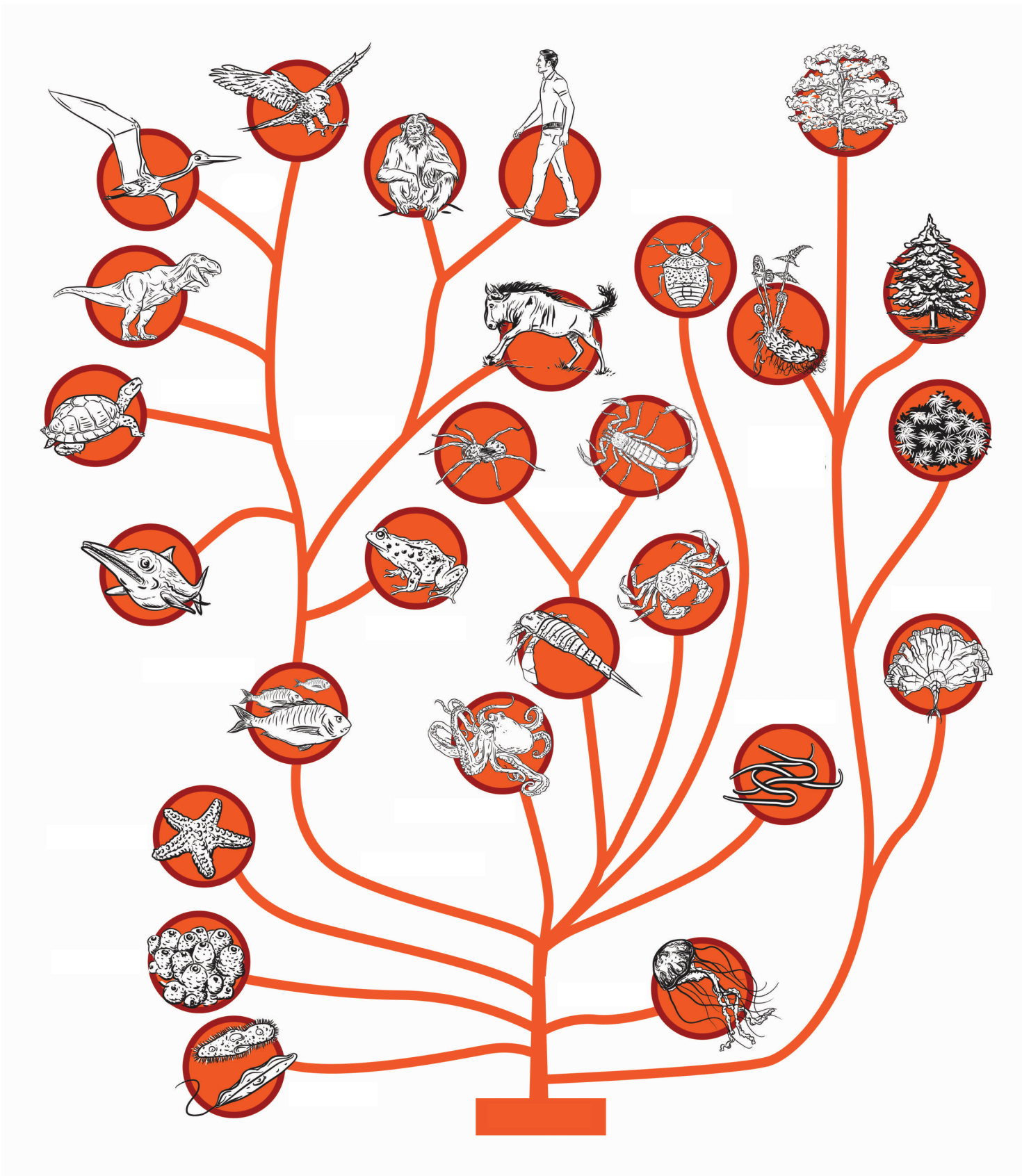
4. Las especies duplicadas pueden ser distinguidas por:

- a/ la presencia de aislamiento reproductivo (no se pueden cruzar);
- b/ sus características morfológicas;
- c/ las áreas de distribución;
- d/ el tipo de metabolismo

5. Distribuyan los siguientes ejemplos en la respectiva trayectoria del progreso biológico:

- a/ aromamorfosis _____
- b/ idioadaptación _____

1. Aparición de cianobacterias.
2. Aparición de alas en aves.
3. El color brillante de la cereza.
4. Fecundación interna en animales.
5. Patas largas en aves de pantano.
6. Despigmentación del cuerpo en animales de cueva.
7. La placenta en mamíferos.
8. Ausencia del aparato digestivo en la taenia porcina.
9. Aparición de los primeros organismos aeróbicos.
10. Coloración protectora del oso polar.



41

antropogénesis, actividad nerviosa superior

La evolución humana es parte de la evolución biológica. Está relacionada con su aparición y constitución como especie aparte.

El proceso de la aparición y la evolución del ser humano se llama **antropogénesis**.

Las opiniones sobre el origen del ser humano han ido cambiando a lo largo de los siglos.

Los antiguos **filósofos griegos** creían que el ser humano provenía de la materia inanimada, sin la intervención de fuerzas sobrenaturales. **Aristóteles** colocó al ser humano entre los mamíferos de cuatro patas. En la Edad Media prevaleció la idea de la creación sobrenatural del ser humano por Dios. De acuerdo a las ideas científicas de los siglos XVII – XIX, **Linneo** puso en su taxonomía al ser humano y a los simios (monos) en el orden de los primates. **Lamarck** relacionó su origen con los simios. **Darwin** (siglo XIX), alegando numerosas pruebas científicas, sostenía que los orígenes del ser humano estaban vinculados a los simios antiguos, enfatizando la imposibilidad de que los simios actuales fueran sus antepasados.

En la sistemática moderna de los organismos, el ser humano está en el reino *Animales*; tipo *Cordados*; subtipo *Vertebrados*; clase *Mamíferos*; subclase *Placentarios*; orden *Primates*; suborden *Antropoides*; superfamilia *Humanoides*; familia *Homínidos*; género *Homo*; especie *Homo Sapiens*. **Fig.1.**



1.

La ciencia moderna establece muchos caracteres comunes entre los humanos y los vertebrados, lo que representa una prueba elocuente de sus relaciones de parentesco.

Evidencias de **la anatomía comparativa**: *plan común* en la estructura de los huesos, el esqueleto, las extremidades de cinco dedos, los músculos, los órganos internos en los humanos y los otros mamíferos; los *órganos rudimentarios* del ser humano están subdesarrollados, pero en los animales están desarrollados y realizan ciertas funciones (apéndice, vello corporal, coxis, pliegos semilunares, etc.); *los atavismos* son caracteres propios de los ancestros humanos, pero no del ser humano moderno (vello por todo el cuerpo, cola, abertura entre las cavidades del corazón, entre otros).

Evidencias de **la embriología comparativa** sobre las relaciones filogenéticas entre humanos y vertebrados: el desarrollo embrionario comienza con la formación de *cigoto* y pasa por *fragmentación* (se forma la blástula), *gastrulación* (se diferencian tres capas embrionarias idénticas) y *organogénesis*, tanto en humanos como en el resto de los vertebrados.

En las diferentes etapas del desarrollo del embrión humano se observan las siguientes similitudes: con los peces – cuerpo con cola, corazón de dos partes con una aurícula y un ventrículo; con los anfibios – membrana flotante entre los dedos; con los reptiles – barrera incompleta entre las cavidades del corazón.

No obstante, es mayor el parecido entre el ser humano y los simios:

Hay 369 *similitudes anatómicas*: número de las vértebras y las costillas, número y tipo de los dientes, falta de cola, uñas planas, semejanza en la estructura de los órganos internos.

Similitud en los procesos fisiológicos de: nutrición, respiración, excreción, irritabilidad.

Similitud en la reproducción: pubertad (10-12 años), nueve meses de gestación, nacimiento de uno a dos críos de un embarazo.

Similitud en las características bioquímicas de la sangre: el 100% de similitud de la hemoglobina, presencia de la proteína del factor Rhesus, los mismos grupos sanguíneos.

Similitud en los cambios, asociados con el envejecimiento: encanecimiento del pelo, pérdida de dientes y cabello, etc.

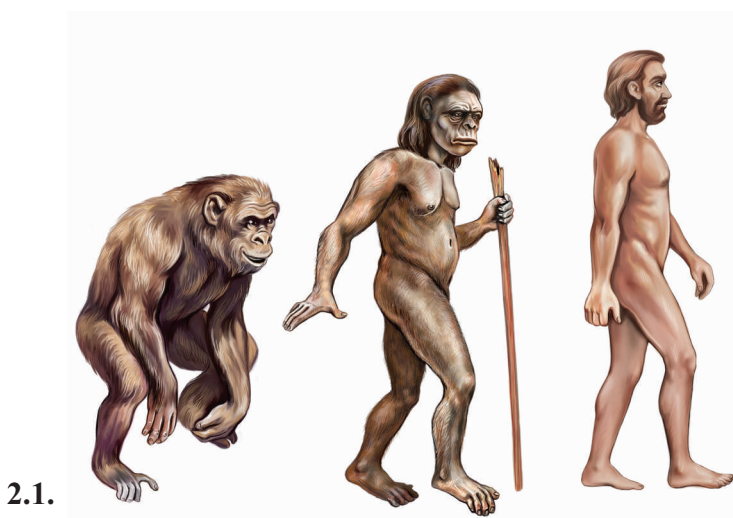
Similitud en las enfermedades.

Similitud en el comportamiento: jerarquía, ayuda mutua, maternidad.

La *genética molecular moderna* proporciona las evidencias más irrefutables del parentesco entre humanos y simios. Las diferencias en las secuencias de los nucleótidos del ADN en humanos y chimpancés ascienden solo a un 1,6%.

Hay que señalar también las diferencias muy significativas, que existen entre humanos y monos, en cuanto al cráneo, el esqueleto, la posición del pulgar con respecto a los otros dedos, el tamaño de las extremidades anteriores y posteriores, la corteza cerebral, el desarrollo de los músculos faciales, etc.

Los cambios evolutivos, que convirtieron al mono en ser humano, están relacionados con **la marcha erguida y el desplazamiento sobre dos piernas**, lo que provocó muchas transformaciones subsecuentes: **Fig. 2.1. y Fig. 2.2.**



Cambios en las extremidades superiores: se hacen más cortas; las palmas, más amplias y el pulgar está opuesto a los otros dedos, una premisa para realizar actividades laborales.

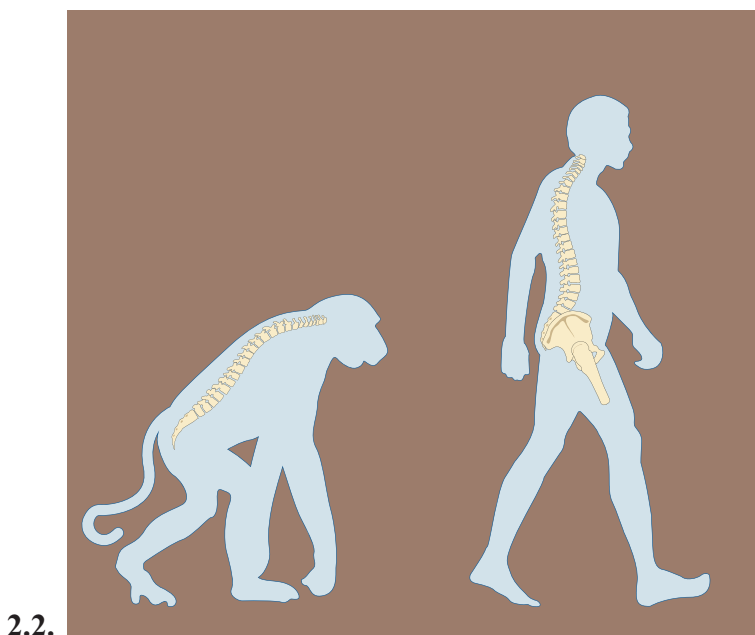
Cambios en las extremidades inferiores: aumenta su tamaño y fuerza; se forma el arco del pie, todo eso facilita la caminata prolongada.

Cambios en la pelvis: se dilata, pero se acorta, una premisa para el distanciamiento de las extremidades inferiores y una postura estable. El área de los huesos pélvicos aumenta lo que asegura un mejor soporte de los órganos internos.

Cambios en la curva de la columna vertebral: de arqueada se convierte en doble, en forma de S, así protege mejor contra una posible conmoción cerebral.

Cambios en la caja torácica: de lateral pasa a ser aplastada dorso-abdominal, una premisa para distanciar las extremidades superiores y aumentar su movilidad.

Conexión de la cabeza con la columna vertebral: la abertura craneal occipital se desplaza en medio de la base del cráneo; la cabeza ocupa una posición equilibrada por encima de la columna, una premisa para reducir el tamaño de las vértebras cervicales y los músculos del cuello.



Dieta alimentaria omnívora

Provoca cambios en el tamaño, la forma, la inclinación y la superficie masticatoria de los dientes: los incisivos y los caninos se hacen más pequeños y los molares aumentan su superficie. La mandíbula inferior cambia de forma, disminuye de tamaño y aumenta de movilidad.

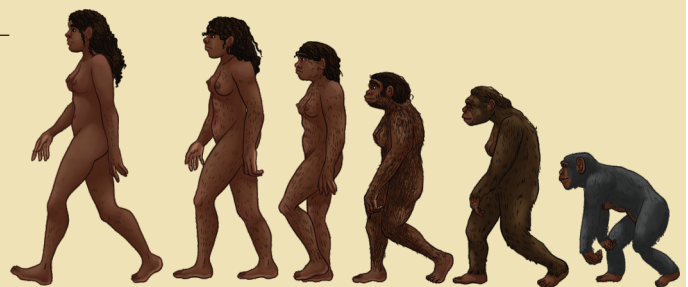
Incremento del cerebro y desarrollo de la actividad nerviosa superior.

El cerebro humano es tres veces más grande que el del chimpancé. En el curso de la antropogénesis aumenta no solo su masa, sino se desarrolla también la corteza del cerebro (aumenta el número de las neuronas y se operan cambios en su disposición). La corteza cerebral es el órgano de la **actividad nerviosa superior** que incluye: la actividad mental (gracias a ella, el ser humano realiza una actividad consciente, controla sus emociones y sentimientos y, por ende, su comportamiento), la memoria, el aprendizaje y la articulación del habla. Los cambios, acaecidos en el tamaño del cerebro, se convierten en premisa para aumentar el volumen del cráneo y cambiar la proporción entre la parte cerebral y la parte facial del cráneo, a favor de la parte cerebral.

ACTIVIDADES

1. Indiquen evidencias de la embriología comparativa sobre las relaciones filogenéticas entre humanos y vertebrados.
2. Den ejemplos en apoyo a la afirmación de parentesco entre humanos y simios.
3. Expliquen las consecuencias para la evolución del ser humano a partir de la marcha erguida.
4. Escriban las palabras que faltan en la clasificación humana.

8. _____ – _____
7. _____ – _____
6. _____ – Cordados
5. _____ – _____
4. _____ – Primates
3. _____ – Homínidos
2. _____ – Homo
1. _____ – Homo sapiens



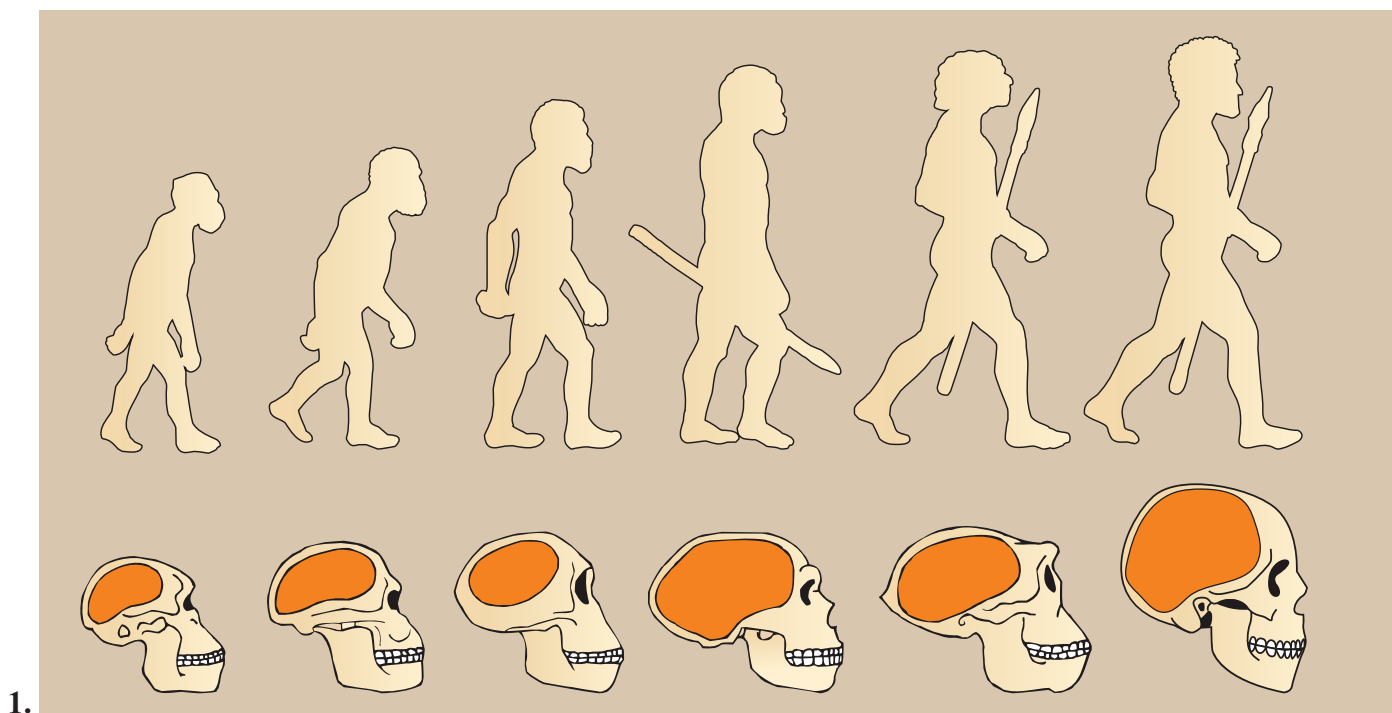
42

filogénesis, ramapithecus, australopithecus, archantropus, paleoanthropus, neoanthropus, Homo sapiens

La antropogénesis es la teoría del origen y la evolución del hombre. La evolución humana es un proceso histórico (filogenético) gradual de cambios biológicos, desde los antepasados más primitivos del ser humano, hasta el surgimiento de nuestra especie (Homo sapiens). El estudio de este proceso es objeto de muchas ciencias, principalmente de la antropología, la paleontología, la genética, la fisiología y la arqueología.

La ciencia moderna divide la historia evolutiva del ser humano en cuatro etapas:

1. Proanthropus – precursor del ser humano – preaustralopithecinos y australopithecus;
2. Archantropus – homo más antiguo;
3. Paleoanthropus – homo antiguo;
4. Neoanthropus – homo moderno. **Fig.1.**



Precursores del ser humano:

Ramapithecus: se considera el antepasado más antiguo del ser humano. Vivió hace unos 14-10 millones de años. Como resultado del cambio climático y, por ende, de la vegetación (los bosques tropicales fueron reemplazados por abiertos espacios herbáceos), él abandonó su forma de vida, subido en los árboles, y descendió a la tierra. Entre las altas hierbas de la sabana, la posición erguida del cuerpo le confería ventajas en la búsqueda de comida y a la hora de evitar a los enemigos. Empezaron a producirse cambios en

2.



Ramapithecus

3.



Australopithecus

4.



Homo habilis

las extremidades superiores. Era omnívoro con mandíbulas y dientes más finos. Se han encontrado restos del Ramapithecus en India y África Oriental. Los científicos suponen que de él han evolucionado los antepasados de los simios humanoides (chimpancés, gorilas, orangutanes) y los australopitecinos. **Fig.2.**

Australopithecus (monos del sur): fueron descubiertos en Sudáfrica. Vivieron hace 6-2 millones de años. Se consideran la etapa transicional entre el animal y ser humano. Habitaban espacios abiertos. La estructura de las rodillas y de la pelvis muestra que se movían con la espalda erguida, sobre dos piernas. Las huellas de sus pisadas, encontradas en Tanzania, lo confirman. Altura media de 125 cm. Cavity craneal de 450-600 cm³, similar en tamaño a la de los simios humanoides de hoy. Utilizaban las extremidades superiores para manejar objetos de la naturaleza (piedras, cuernos, dientes, huesos, etc.) como herramientas de protección y de suministro de alimento. Según sus caracteres físicos, los australopitecinos forman dos grupos. El primer grupo incluye a especies herbívoras que se han extinguido, mientras que el segundo, que agrupa a especies carnívoras con incisivos y caninos desarrollados, ha evolucionado. La línea que conduce al ser humano se separó hace unos 3 millones de años. Los Australopithecus desaparecieron hace 2-1,5 millones de años. **Fig.3.**

Archantropus – homo más antiguo:

La segunda etapa de la filogénesis humana se remonta a 2 millones de años. El orden filogenético (género) del ser humano comienza con el *Homo habilis* (el ser humano hábil). Él medía 120-140 cm de alto y tenía un volumen cerebral de aproximadamente 650-680 cm³. Elaboró las primeras herramientas, primitivas y bastas de piedra, lo que constituye un evento de importancia crucial para el curso de la antropogénesis. **Fig.4.**

El último representante de este grupo es el *Homo erectus* (el ser humano erguido) que apareció hace unos 1,9 millones de años y existió hasta hace 200 mil años. Vivió en África, pero desde allí emigró a Asia y Europa, expandiendo así su área de distribución. El *Homo erectus* agrupa a: *Pithecanthropus* (Java), *Sinanthropus* (China) y *Homo heidelbergensis* (Europa). Además de herramientas de hueso y piedra, se encontraron evidencias del uso del fuego. Los cambios,

relacionados con la adaptación climática en la zona templada, han acelerado la evolución humana. **Fig.5.1.** y **Fig.5.2.**

Paleoanthropus – homo antiguo:

Homo neanderthalensis (el homo de Neandertal): vivió en Europa, África, Asia e Indonesia hace unos 200-300 mil años. Su altura era relativamente baja, de unos 155-160 cm. No tenía doble curva en forma de S de la columna vertebral. La frente era baja y ligeramente inclinada, las cejas ásperas e hirsutas, la cara ancha. El volumen del cerebro era de aproximadamente 1300-1600 cm cúbicos. Fue el primero de los habitantes del planeta que se adaptó al clima frío. Habitaba cuevas y usaba el fuego, cazaba colectivamente. Enterraba a los muertos. Los representantes de esta especie no tenían habla articulada, ni imaginación. Se supone que el desarrollo de los primeros elementos de la sociedad tribal ha comenzado con él. La especie se ha extinguido hace unos 30 000 años. **Fig.6.**

Neoanthropus – homo moderno:

En Europa y Sudáfrica se han encontrado restos del primer hombre moderno – el *Homo sapiens* (el ser humano sabio). Apareció hace unos 100 000 años. El primer hallazgo, que evidencia su existencia, se ha encontrado en Francia, en la cueva de Cro-Manon y, por eso, también se llama *el homo de Cro-Magnon*. Tiene todos los caracteres del ser humano moderno: 180-187 cm de altura; cerebro grande y desarrollado con un volumen de hasta 1600 cm cúbicos; columna vertebral curva en forma de S; manos capaces de realizar complicadas operaciones laborales; pies con arco interior alto, adaptado para postura y andares erguidos; habla; actividad laboral activa y consciente. Un hito importante en la evolución del homo moderno es la domesticación de animales salvajes y el cultivo de plantas (hace 30 000-10 000 años), lo que permite una relativa independencia del medio ambiente. Numerosos dibujos rupestres atestiguan la presencia de imaginación y de las etapas iniciales del desarrollo del arte. **Fig.7.**

Homo sapiens sapiens (Homo sapiens recens)

Apareció hace unos 12 000-10 000 años. Se distingue por un importante desarrollo espiritual e intelectual, que ha sacado



5.1.

Pithecanthropus



5.2.

Homo erectus

la evolución humana del marco de la evolución puramente biológica y la ha colocado bajo la influencia de las leyes sociales. El desarrollo del habla, como medio de comunicación, ha brindado la oportunidad de crear una sociedad organizada que ha elevado a una etapa superior la sociabilidad del ser humano. **Fig.8, Fig.9.1. y Fig.9.2.**

Factores de la antropogénesis

En la antropogénesis actúan tanto *factores biológicos*, que son los motores principales de la evolución de todos los organismos vivos (*variabilidad hereditaria, lucha por la existencia y selección natural*), como *factores sociales* que son privativos únicamente de la antropogénesis. Los dos tipos de factores han operado simultáneamente y se han interrelacionado, pero la importancia de los factores sociales ha aumentado gradualmente, mientras que los factores biológicos casi han dejado de incidir con la aparición del Cromañón y el desarrollo de la sociedad humana.

Como factores sociales podemos citar: *la actividad laboral, la vida social, la conciencia y el habla articulada.*

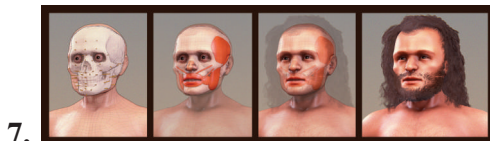
Actividad laboral: formas primitivas de actividad laboral se registraron en los australopitecinos (recolección de raíces, frutos, semillas y caza de pequeños animales para la alimentación). En Homo habilis, todas las actividades se llevaban a cabo de forma colectiva y el trabajo se dividía entre los individuos. Las formas superiores de trabajo surgieron con la creación y el perfeccionamiento de las herramientas de piedra no solo para la alimentación y la protección, sino también para la producción (hace unos 12000 años el ser humano comenzó a cultivar plantas y criar animales domésticos).

Vida social: la vida en manadas de los australopitecinos les ha ayudado en la lucha contra los depredadores y en la crianza de la descendencia. Pero una premisa para el surgimiento de un nuevo tipo humano de organización social es la caza de animales grandes (la manada se convierte en tribu), ya que está asociado con el incremento del número de los individuos de la sociedad y la división del trabajo en ella.

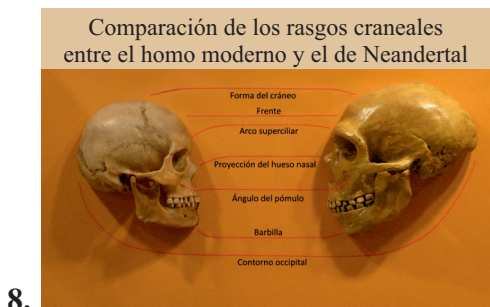
Conciencia: el surgimiento de la conciencia está asociado con el desarrollo del lóbulo frontal del cerebro y la corteza de sus



6. Homo neanderthalensis



7. Homo de Cro-Magnon, reconstrucción de cráneo

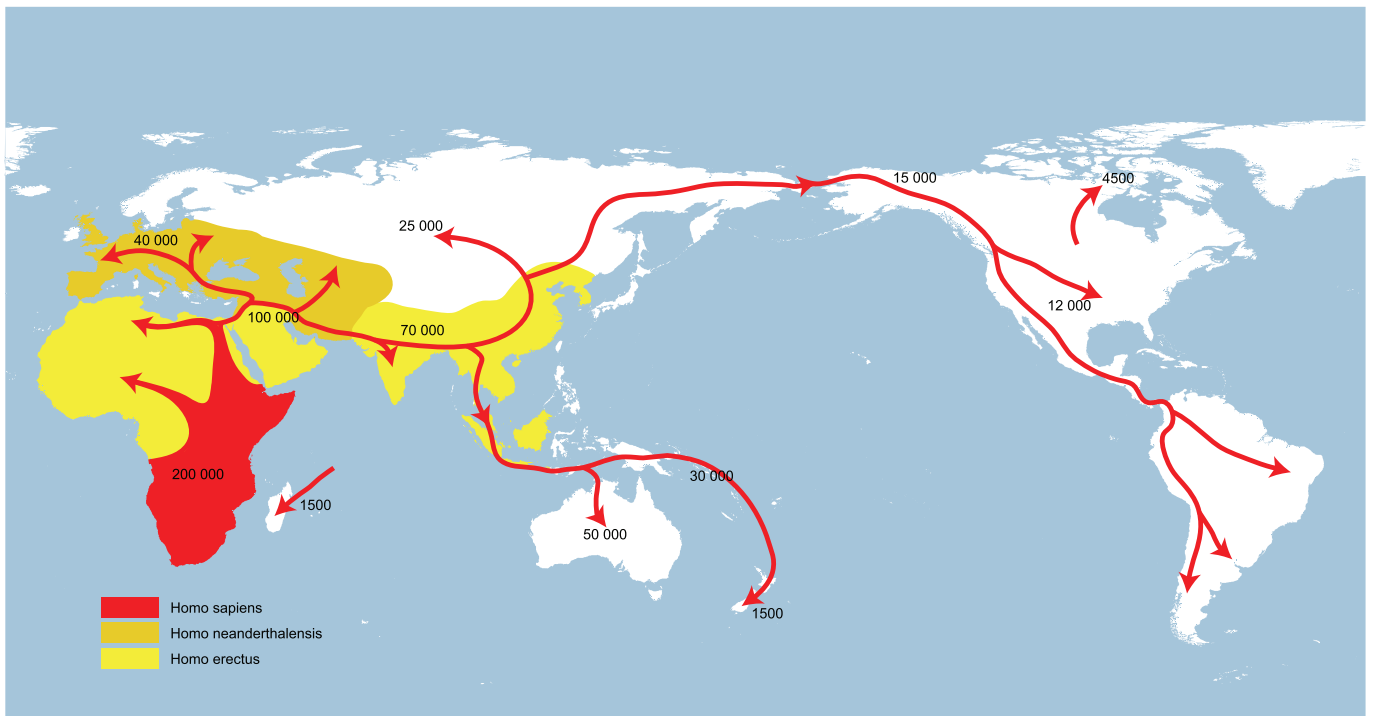


8.

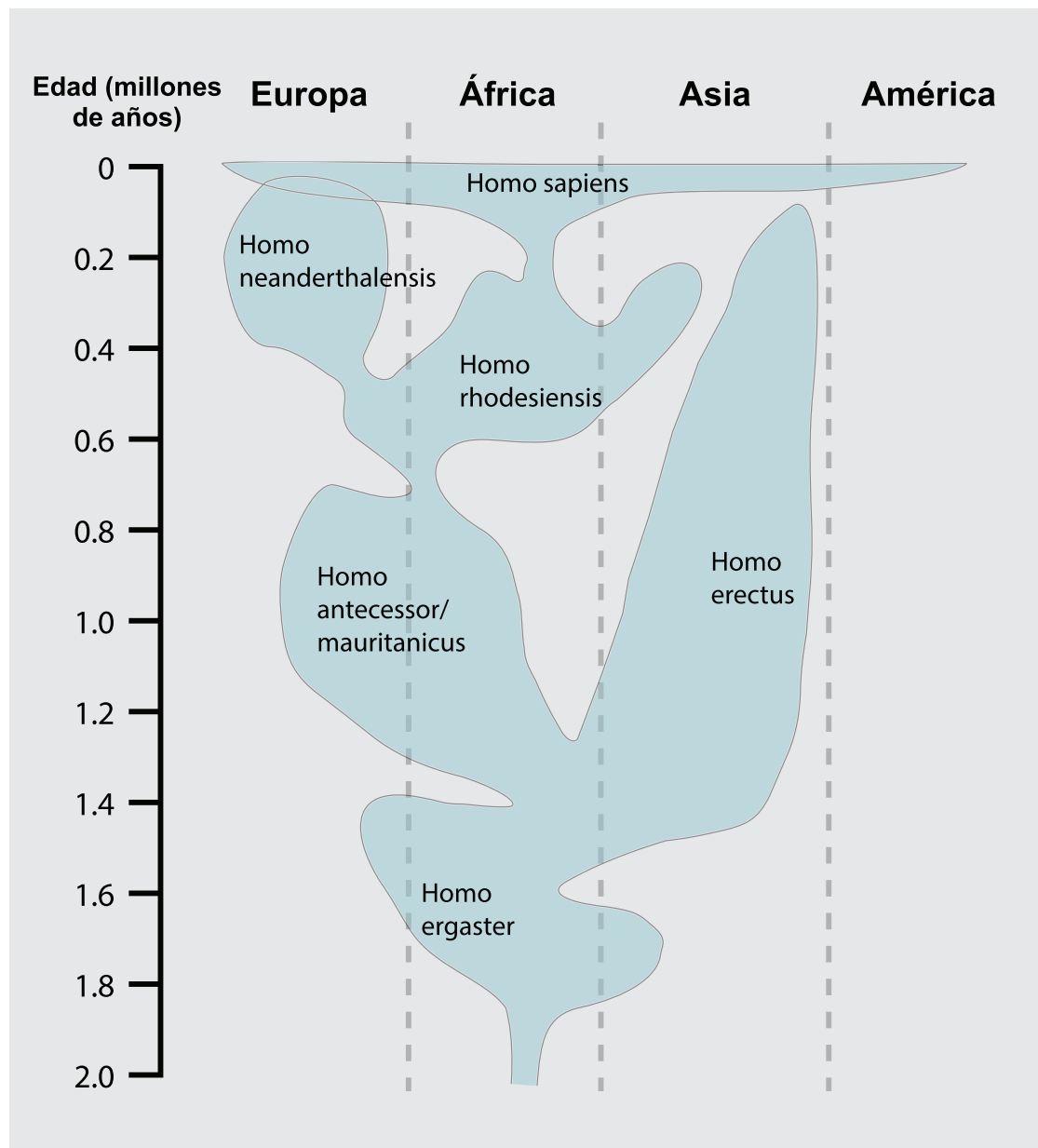
dos hemisferios, así como con la vida social. La actividad laboral fue una premisa para que se operara un cambio en el comportamiento del homo antiguo. Él comenzó a tomar conciencia del mundo que lo rodeaba, a explorarlo, a acumular conocimientos y experiencia, y, como resultado, el trabajo se convirtió en una actividad planeada y consciente.

Habla articulada: el desarrollo de la conciencia, la complicación de la actividad laboral y las relaciones sociales son premisas para el surgimiento del habla articulada. Facilita las relaciones entre las personas y permite la transmisión de conocimientos y experiencias entre las generaciones. Por consiguiente, el habla ha dado un poderoso impulso al proceso evolutivo.

La compleja interacción de los factores biológicos y sociales de la antropogénesis ha llevado al ser humano a la capacidad de pensar; de desarrollar la actividad cognitiva (de investigación); de adquirir experiencia, que transmite a la descendencia a través del habla; de tener una vida espiritual; de crear arte. Estas actividades son típicas del hombre actual y lo definen como la creación más alta de la evolución.



9.1.



9.2.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las principales etapas de la historia paleontológica humana?
2. Estudien y expliquen la importancia del fuego para la evolución humana.
3. Expliquen por qué la lucha intraespecífica y la selección natural pierden su importancia anterior a medida que el papel de los factores sociales gana en importancia.
4. ¿Cuál de los factores sociales es de suma importancia para la antropogénesis? Argumenten sus respuestas con pruebas.
5. Expliquen las premisas para la aparición del habla articulada.

43

**raza humana, características de las razas humanas,
mestizaje**

La raza humana es un grupo grande de personas que tienen un origen común, características morfológicas y fisiológicas similares y un área inicial común.

Todos los seres humanos pertenecen a una especie biológica – el *Homo sapiens* – que se divide en tres razas principales: **la raza europeoide, la raza negro-australoides y la raza mongoloide.**

La ciencia moderna admite que las razas tienen el mismo origen y, en apoyo a ello, presenta las siguientes evidencias: el mismo cariotipo; la misma estructura del esqueleto, del brazo y del aparato vocal; el cráneo y el cerebro tienen el mismo volumen y estructura; cuando se cruzan nace una descendencia fértil y vital.

Las razas humanas se originaron durante las migraciones masivas de los *Neanthropus*, hace unos 40 000 años, desde África hacia los otros continentes. Al conquistar nuevos territorios y adaptarse a las variadas condiciones del entorno (factor determinante en la formación de las razas), en los seres humanos se efectuaron modificaciones que han dado lugar a la gran variedad de caracteres, existentes en la actualidad.

El área de origen de las razas es diferente: Europa y Medio Oriente es de la europeoide, África y Sudeste Asiático es de la negro-australoides y Asia es de la mongoloide.

Las diferencias entre las razas ascienden a unas cien y se dividen en: morfológicas (color de la piel, forma y color del cabello y los ojos, particularidades del cráneo y la cara, el vello corporal, etc.) y fisiológicas (ritmo de crecimiento y metabolismo básico). **Fig.1.**

Las características de las razas humanas son:

Raza europeoide:

- *características morfológicas:* piel – clara; altura – media o alta; ojos – de color azul, gris, verde, marrón claro o marrón oscuro; cabello – de rubio claro a castaño oscuro, liso o ligeramente ondulado;



1.

nariz – estrecha; labios – medio gruesos; pómulos – ligeramente prominentes; mentón – moderadamente prominente;

- *características fisiológicas*: crecimiento – más intenso entre los 7 y los 14 años de edad; metabolismo básico – intensivo; sudoración – normal.

Raza negro-australóide:

- *características morfológicas*: piel – oscura; ojos – marrón oscuro; cabello – negro, muy rizado; nariz – ancha; labios – gruesos; mentón – moderadamente prominente; altura – varía (los alcanfores son unas de las personas más altas y los pigmeos son las personas más bajas);

- *características fisiológicas*: crecimiento – más intenso hasta el séptimo año de edad; metabolismo básico – intensivo; sudoración – aumentada.

Raza mongolóide:

- *características morfológicas*: piel – amarillenta; ojos – color café; cabello – negro, liso y duro; nariz – ancha, ligeramente prominente; labios – delgados o medio gruesos; pómulos – prominentes; mentón – moderadamente prominente; altura – baja o por debajo de la media; las hendeduras oculares son estrechas, ubicadas oblicuamente, con un pliegue cutáneo en el párpado superior que cubre la esquina interna del ojo;

- *características fisiológicas*: crecimiento – más intensivo hasta el séptimo año de edad (la pubertad se inicia antes); sudoración – débil.

Hay tres factores que influyen en la formación de las razas:

Variabilidad mutacional: a ella se debe la capacidad adaptativa de las características raciales.

Aislamiento racial: se debe a las diferentes zonas de origen lo que propicia la acentuación de las diferencias entre ellas. En los últimos dos siglos, gracias a las grandes migraciones de los pueblos, las razas humanas se han mezclado, por lo que las diferencias entre ellas no se profundizan, sino desaparecen paulatinamente. Esto se denomina **mestizaje**.

Selección natural (sexual): la creación de una descendencia numerosa y sana no está afectada por las predominantes diferencias externas de las razas.

ACTIVIDADES

1. Expliquen, con ejemplos concretos, la pertenencia de las tres razas humanas a una especie biológica.

2. Expliquen el papel decisivo de las condiciones ambientales en la formación de las diferencias raciales, subrayando las características de cada raza.

3. Estudien los nombres de las personas, cuyos padres pertenecen a razas diferentes.

4. Investiguen el concepto de racismo, citando hechos que refutan las teorías racistas.

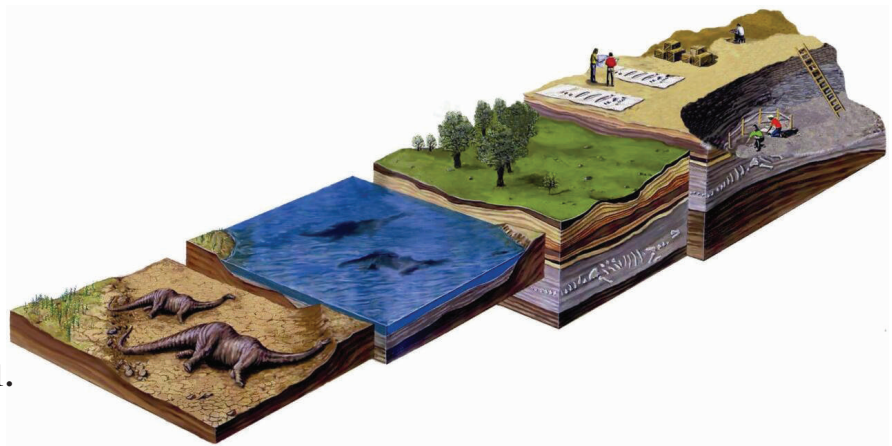
44

paleontología, fósiles, fósiles estratigráficos, formas transicionales, linajes evolutivos (filogenéticos)

La paleontología es la ciencia natural que estudia el pasado de la vida en la Tierra a través de fósiles de tiempos remotos, que constituyen la única evidencia directa de que ha tenido lugar en nuestro planeta un proceso evolutivo. Los fósiles son restos conservados de muchas especies antiquísimas de plantas y animales.

Después de la muerte, los organismos expuestos al aire se descomponen, pero si se hallan expuestos a condiciones adecuadas (falta de O₂, sedimentos), sus partes sólidas se mineralizan y conservan. **Fig.1.**

Los fósiles se encuentran en rocas sedimentarias y son muy variados:



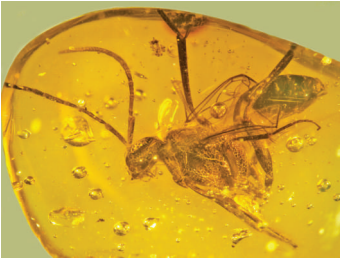
- Fósiles de conchas, huesos, dientes de animales o árboles petrificados.
- Fósiles de huellas de pisadas o de otras partes del cuerpo.
- Fósiles de excrementos petrificados (mayoritariamente de dinosaurios) que nos dan información sobre su alimentación.

• Fósiles de animales enteros conservados (insectos) en ámbar (resina endurecida) o animales momificados (mamuts), resultado de estar en turberas o en capas de tierra congelada en Siberia. **Fig.2.1., Fig.2.2., Fig.2.3. y Fig.2.4.**

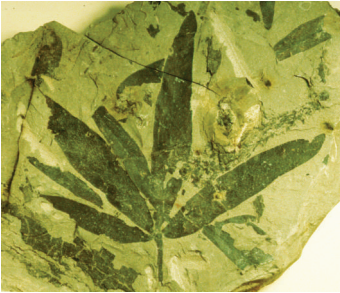


2.1.

2.2.



2.3.



2.4.



3.1.



3.2.



5.



4.1.



4.2.



6.



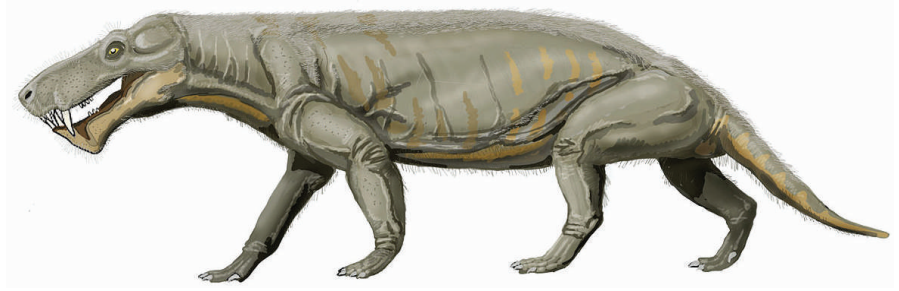
Las capas rocosas, en las que se encuentran los fósiles, proporcionan una información exacta sobre su edad. Cuanto más viejas son, más simples son los organismos que se conservan en ellas. En las capas más jóvenes de la Tierra predominan los restos de organismos superiores y de estructura más compleja.

Hay tres grupos de fósiles importantes para la ciencia, porque proporcionan información sobre un determinado período de la vida terrestre: fósiles estratigráficos, formas transicionales, linaje evolutivo.

- **Fósiles estratigráficos:** restos de organismos, típicos de un período geológico, ampliamente divulgados, que se han extinguido en masa en un tiempo relativamente corto. Por ejemplo: *trilobites* (artrópodos) para el Cámbrico **Fig.3.1**, *amonites* (moluscos cascarudos) para la era Mesozoica **Fig.3.2.**, *mamíferos* para el Terciario de la era Neozoica.

- **Formas transicionales o de transición evolutiva:** organismos que tienen los caracteres típicos de dos grupos sistemáticos adyacentes. Prueban el origen de unos organismos a partir de otros. Se han encontrado formas transicionales entre peces y anfibios (peces antiguos *Latimeria* **Fig.4.1.** y *Stegocephalus* **Fig.4.2.**); entre anfibios y

- reptiles (*Labyrinthodonts* **Fig.5**); entre reptiles y aves (*Archaeopteryx* **Fig.6.**; entre reptiles y mamíferos (*Theriodonte* **Fig.7.**).

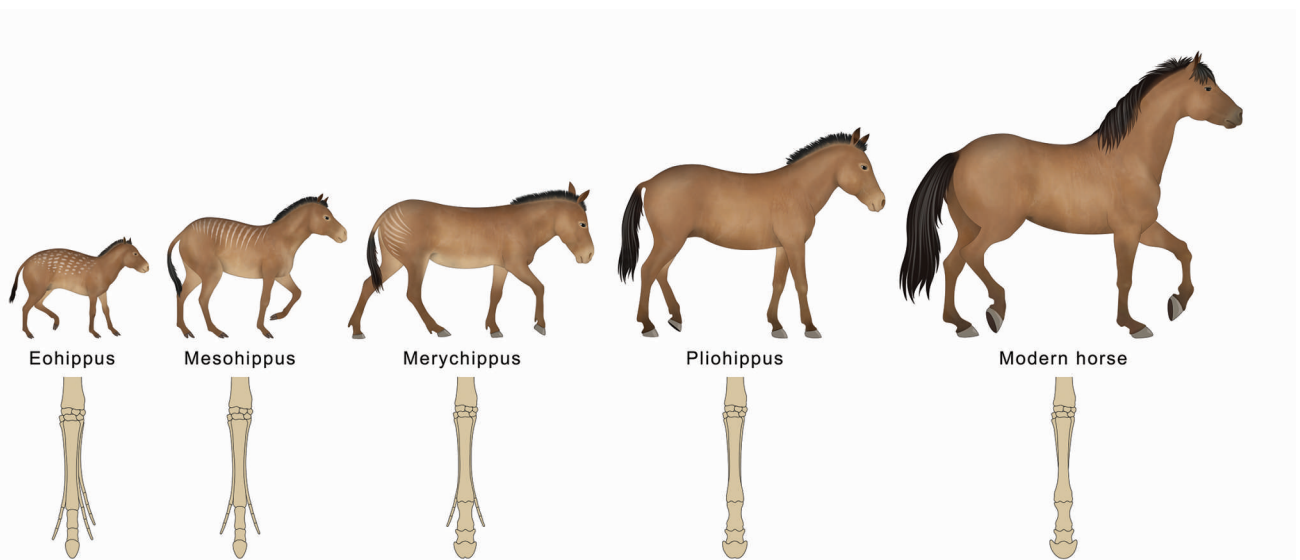


7.

Algunos de los caracteres del Archaeopteryx son propios de los reptiles: mandíbula con dientes, número de las vértebras, conectadas de forma móvil, en la cola, tres dedos con uñas, largos y móviles, en las alas. También tiene semejanzas con las aves: patas delanteras modificadas en alas, boca alargada que termina en un pico córneo, cuerpo cubierto de plumas.

• **Linajes evolutivos (filogenéticos):** serie de formas fósiles de especies que han vivido sucesivamente en el mismo territorio y han provenido unas de otras. Demuestran cómo las especies originales han ido cambiando y complicándose gradualmente y, al adaptarse al entorno cambiante, han dado lugar a la existencia de las especies actuales. Los linajes evolutivos del caballo y del elefante están completamente recompuestos. El del caballo incluye: *eohippus* → *mesohippus* → *meryhippus* → *pliohippus* → caballo actual. **Fig.8.**

Los linajes evolutivos comprueban la naturaleza adaptativa e irreversible de la evolución.



8.



Fósil de trazas de amonita en El Torcal, Antequera (España)

ACTIVIDADES

1. ¿Qué estudia la ciencia de la paleontología y quién es su fundador?
2. Expliquen el significado de los fósiles estratigráficos con ejemplos.
3. Estudien la evolución del caballo. Expliquen de qué forma ha sido afectada por las condiciones ambientales (terreno, clima, vegetación).
4. Estudien la historia del pez Latimeria. Expliquen por qué es importante para la evolución.

45

órganos homólogos, órganos análogos, órganos rudimentarios, atavismos, ley biogenética

La ciencia moderna cuenta con muchas evidencias de la evolución de la Tierra. Los descubrimientos científicos confirman la idea de Darwin del origen común de los organismos y las relaciones de parentesco entre ellos.

Una de las pruebas más convincentes de ello remite al descubrimiento de que las plantas, los animales y los seres humanos están formados por células. En todos los organismos las células construyen tejidos, los tejidos – órganos, los órganos – sistemas y los sistemas conforman un organismo completo.

Hay muchas evidencias, proporcionadas por las diferentes ramas de la biología: la anatomía comparativa, la fisiología comparativa, la embriología comparativa, la biología molecular, la biogeografía y la paleontología, entre otras.

La anatomía comparativa estudia las diferencias y las similitudes en la morfología de los seres vivos. Descubre también los cambios adaptativos en su estructura que se han desarrollado a lo largo de la evolución. Por esta razón, su contribución es trascendental para el estudio evolutivo de los organismos.

Un estudio comparativo de los vertebrados demuestra que tienen un plan común de estructura corporal: simetría bilateral, columna, cráneo, cerebro y médula espinal; cavidad corporal en la que los mismos órganos internos se encuentran ubicados de manera similar. Existe una gran semejanza en la estructura y las funciones de los diferentes sistemas: digestivo, circulatorio, nervioso, etc.

Las evidencias de las relaciones de parentesco entre los organismos están representadas por **los órganos homólogos, los órganos análogos, los órganos rudimentarios y los atavismos.**

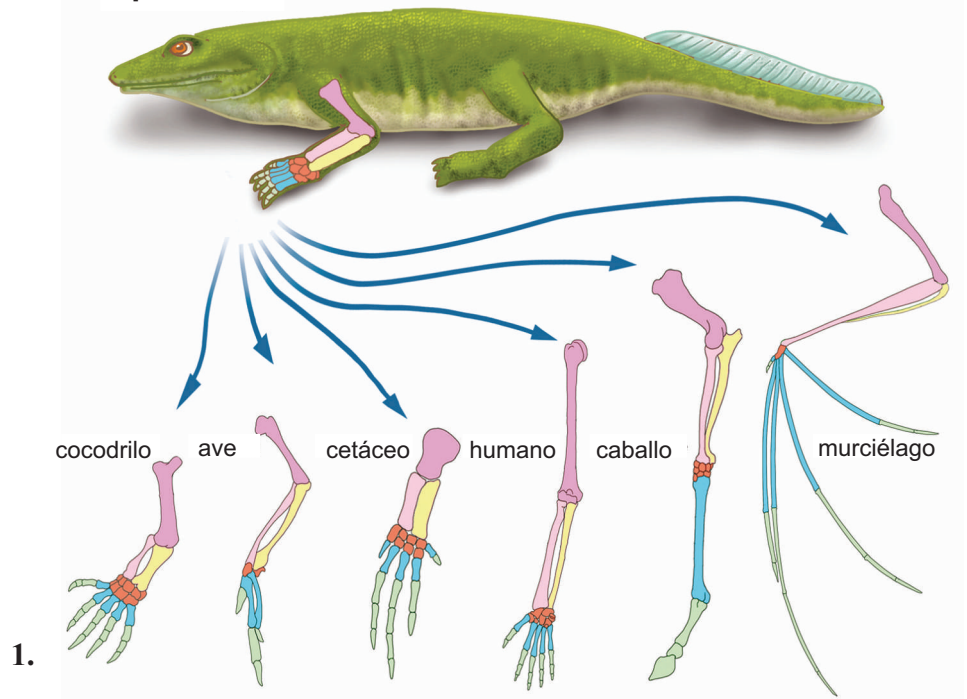
Los órganos homólogos son los que tienen un origen embrionario común, una estructura y ubicación similares, en relación con las otras partes del cuerpo, y que pueden realizar funciones diferentes.

Órganos homólogos en los invertebrados: distintos tipos de órganos orales en insectos (de perforación y de succión en mosquitos; de roedura en avispas y escarabajos; probóscides en moscas y mariposas); el ovopositor en saltamontes y el aguijón en abejas.

Órganos homólogos en los vertebrados: cuatro patas en todos los tetrápodos; cinco dedos en todos los primates (principio de la extremidad de cinco dedos); las extremidades anteriores y posteriores están formadas por los mismos huesos, pero existen diferencias entre ellas porque realizan funciones diferentes

Fig.1.; el sistema circulatorio está compuesto por el corazón y los vasos sanguíneos; el sistema nervioso está formado por el cerebro, la médula espinal y los nervios.

Tetrápodo ancestral



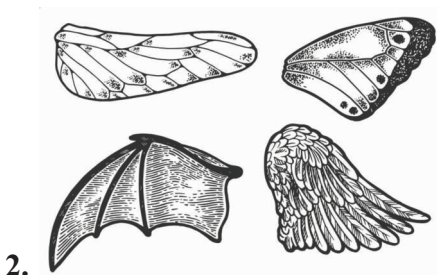
Órganos homólogos en las plantas: raíces y raíces modificadas (raíces frutales de la zanahoria; tubérculos de la dalia; raíces aéreas en lianas y orquídeas); tallos y tallos modificados (bulbos en los tulipanes; rizomas en los helechos; tubérculos en las papas; bigotes en la vid; tallos suculentos en el cactus); hojas y hojas modificadas (espinas en los cactus; escamas en las yemas; bigotes en los guisantes).

Los órganos análogos son los que tienen distinto origen y estructura, pero realizan las mismas funciones en diferentes organismos y son similares en su aspecto. No prueban relaciones de parentesco, sino la naturaleza adaptativa de la evolución.

Ejemplos en animales: alas en los pájaros, los murciélagos y las mariposas; ojos en los moluscos, los insectos y los anfibios; branquias en los peces y pulmones en los mamíferos. **Fig.2.**

Ejemplos en plantas: bigotes de la vid (tallos modificados) y de los guisantes (hojas modificadas); tubérculos de las patatas (tallos modificados) y de la dalia (raíces modificadas).

Los órganos rudimentarios (vestigiales) son órganos atrofiados, subdesarrollados y disfuncionales, pero se encuentran en todos los individuos de un grupo dado.

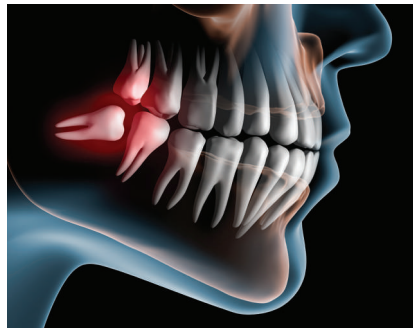




3.

Ejemplos en animales: restos de patas traseras en ballenas y delfines; pelvis y fémur en ballenas y serpientes; alas en avestruces y emús, etc. **Fig.3.**

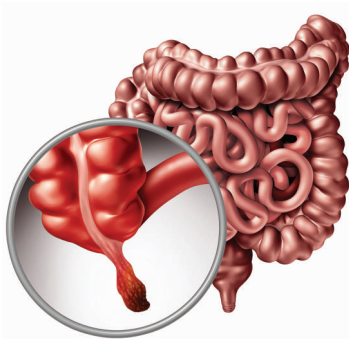
Órganos rudimentarios en humanos: apéndice; vello corporal; coxis; plicas semilunares; muelas de juicio; músculos de las orejas. **Fig.4.1., Fig.4.2. y Fig.4.3.**



4.2.



4.3.



4.1.

Los atavismos son caracteres que aparecen en los individuos de una especie, pero antes han pertenecido a sus ancestros remotos. Son clara evidencia del curso del proceso evolutivo. El nacimiento de un potro de tres dedos, lo que es un atavismo, es prueba de ello (el pliohippus tenía tres dedos).

Atavismos en humanos: desarrollo de cola externa; vello por todo el cuerpo; par adicional de glándulas mamarias; corazón con una abertura entre las cavidades. **Fig.5.**

La fisiología comparativa estudia y compara los procesos básicos de la vida (nutrición, respiración, excreción, crecimiento, desarrollo, reproducción, movimiento, irritabilidad) que transcurren en diferentes grupos de organismos de manera similar.

En los animales de cercano parentesco se ha detectado una gran similitud en los procesos bioquímicos: la síntesis y la descomposición de las sustancias pasan por las mismas etapas, ocurren en los mismos orgánulos, en los procesos participan las mismas enzimas.

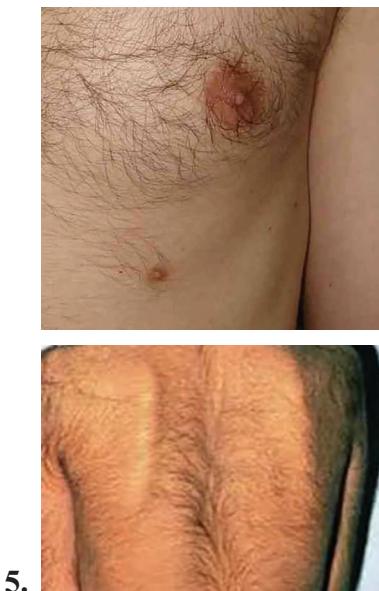
En las plantas, la fotosíntesis y la respiración, entre otras funciones, también transcurren de manera parecida. Los organismos se reproducen de manera diferente, pero la esencia del proceso sexual es la misma: fusión de dos gametos, en los que el material hereditario es haploide, reducido a la mitad.

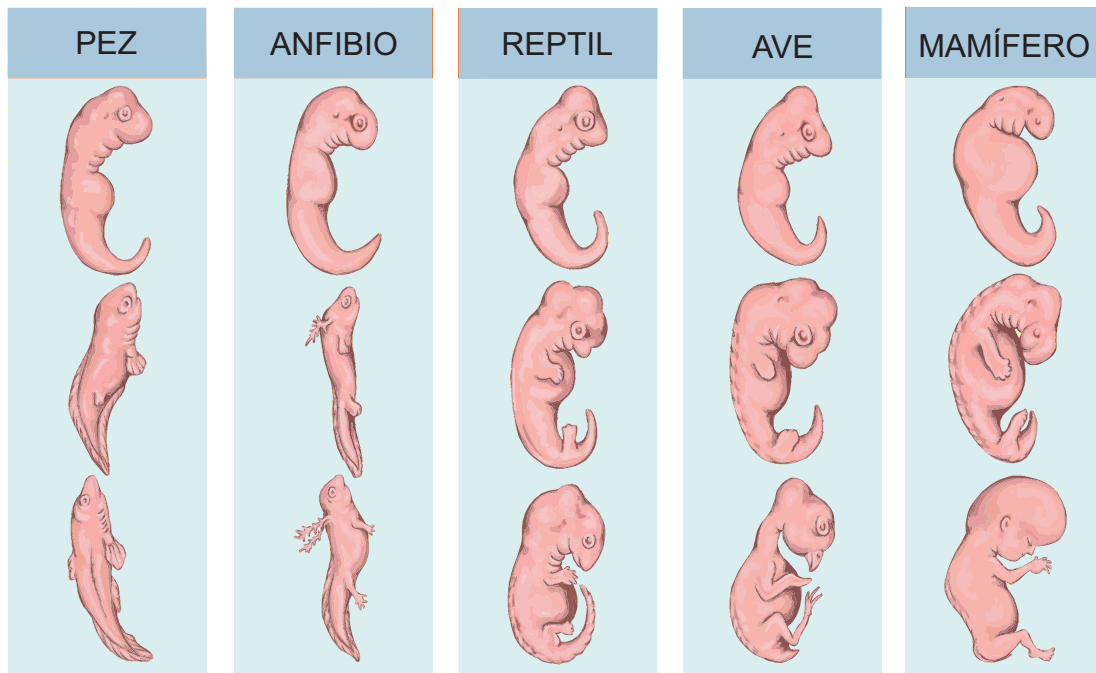
La embriología comparativa estudia las regularidades del desarrollo embrionario en los diferentes animales. En todos los animales multicelulares, que se reproducen sexualmente, el desarrollo embrionario comienza con el cigoto, que está formado por la fusión de dos gametos – un óvulo y un espermatozoide; la estructura del óvulo es similar, a pesar de las diferencias en la forma y tamaño, también es semejante la estructura de los espermatozoides (cabeza, cuello y cola); las etapas del desarrollo embrionario son las mismas: fragmentación, gastrulación, organogénesis; todos los órganos se originan en las mismas capas embrionarias (ectodermo, mesodermo y endodermo).

Comparando los embriones de los vertebrados, se pueden ver muchas semejanzas en las primeras etapas de su desarrollo. Esto dio lugar a que E. Haeckel y F. Miller (1866) formularan una ley biogenética que establece: la ontogénesis (desarrollo individual) es una breve repetición de la filogenia (evolución y desarrollo de las especies). **Fig.6.**

La biología molecular prueba de manera concluyente las relaciones de parentesco entre las especies. Los siguientes hallazgos sirven de fundamento: el código genético es universal; hay similitud en las secuencias de nucleótidos en determinados genes del ADN, se observan coincidencias de las zonas de cromosomas y aminoácidos en las moléculas de proteína en las diferentes especies de organismos.

Fig.7.





6.

górida
humano
chimpancé

GTGCCATCCAAAAGTCCA **AAG** GATGACACCAAAACCCTCATCAAGACAATTGTCACCAGG
GTGCCATCCAAAAGTCCA **AAG** GATGACACCAAAACCCTCATCAAGACAATTGTCACCAGG

humano
chimpancé
górida

ATCAATGACATTTACACACGCAGTCAGTCTCCTCCAAACAGAA **AGG** GTCACCGGTTTGGAC
ATCAATGACATTTACACACGCAGTCAGTCTCCTCCAAACAGAA **AGG** GTCACCGGTTTGGAC

górida
humano
chimpancé

TTCATTCTGGGGCTCCACCC **CTT** ATCCTGACCTTATCCAAGATGGACCA GACACTGGCAGTC
TTCATTCTGGGGCTCCACCC **CTT** ATCCTGACCTTATCCAAGATGGACCA GACACTGGCAGTC

humano
chimpancé
górida

TACCAACAGATCCTCACCAGTATGCCTTCCAGAAAC **GAA** TGATCCAAATATCCAACGACCTG
TACCAACAGATCCTCACCAGTATGCCTTCCAGAAAC **GAA** TGATCCAAATATCCAACGACCTG

humano
chimpancé
górida

GAGAACCTCCGGG **TCC** TTCTTCAGGTGCTGGCCTTCTCTAAGAGCTGCCACTTGCCCTGG
GAGAACCTCCGGG **TCC** TTCTTCAGGTGCTGGCCTTCTCTAAGAGCTGCCACTTGCCCTGG

7.

ACTIVIDADES

1. Expliquen con ejemplos cuáles son los órganos que no prueban relaciones de parentesco.
2. Formulen la ley biogenética.
3. Den ejemplos de atavismos en humanos que no tienen importancia para su desarrollo individual, así como de aquellos que ponen en peligro su salud y su vida. Argumenten las respuestas.
4. Encuentren evidencias de la biología molecular de las cercanas relaciones entre los humanos y los chimpancés.



GLOSARIO

A

- aleatorio, a (al azar):** случайно разпределение на индивидите в популацията
- (alelismo) múltiple:** множествен (алелизъм)
- anemia falciforme:** сърповидно-клетъчна анемия
- animales crepusculares:** сумрачни животни, активни при смрачаване
- animales diurnos:** животни, активни през деня
- animales nocturnos:** животни, активни през нощта
- arbitrario, a:** произволен
- (auto) polinización:** (само) опрашване
- branquias:** хриле
- cremallera entre los dedos:** ципа между пръстите
- cruzamiento prueba:** анализиращо кръстосване
- descomponedores:** редуценти
- diferenciación:** диференциация; формиране (при гаметогенезата)
- especiación:** видообразуване
- esporulación:** спорообразуване
- estrato:** ниво, слой, пласт; етаж от вертикалната морфологична структура на биоценозата
- fecundación:** оплождане
- fertilización:** оплождане
- feto:** плод, при който органите са оформени
- formas transicionales:** изкопаеми преходни форми
- fósiles:** вкаменелости
- fósiles estratigráficos:** ръководни вкаменелости
- fragmentación:** дробене, раздробяване

E

gemación: пъпкуване

generación filial: поколение (дъщерно; хибридно)

instantáneo, a: мигновно

ley de la segregación: закон за разпадане на белезите във второ хибридно поколение

linajes evolutivos (filogenéticos): филогенетични редове

mariposa de los abedules (Biston betularia): пеперуда брезова педомерка (брезовка)

nicho ecológico: екологична ниша

omnívoro, a: всеяден

oruga: гъсеница

pinzón: чинка

período fetal: вторият период на вътреутробното развитие на плода в утробата на майката след първите осем седмици

planta primula china: растение китайската иглика

planta punta de flecha: растение стрелолист

precursor, a: предшественик

premisas: предпоставки

proliferación: увеличаване броя на клетки, изграждащи дадена тъкан, вследствие на тяхното делене и нарастване

pupa (crisálida): какавида

renacuajo: попова лъжичка

sexo: пол

tubérculo: грудка

uniforme: равномерно разпределение на индивидите в популацията

ИЗТОЧНИЦИ НА ИНФОРМАЦИЯ

1. Биология и здравно образование, 10. клас, „Булвест 2000“
2. Биология и здравно образование, 10. клас, „Просвета“
3. Биология и здравно образование, 10. клас, „Просвета-Аз Буки“
4. Биология и здравно образование, 10. клас, „Анубис“
5. Биология и здравно образование, 10. клас, „Педагог“

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Biología y educación sanitaria, décimo grado, “Bulvest” 2000
2. Biología y educación sanitaria, décimo grado, “Prosveta”
3. Biología y educación sanitaria, décimo grado, “Prosveta-Az Buki”
4. Biología y educación sanitaria, décimo grado, “Anubis”
5. Biología y educación sanitaria, décimo grado, “Pedagog”

RECURSOS UTILIZADOS EN EL LIBRO

Las imágenes (gráficos, fotos, esquemas, tablas, etc.), utilizadas en el libro, son elaboración propia de la diseñadora gráfica (Dorotea Milanova) o están descargadas de internet de las páginas web:

ИЗПОЛЗВАНИ СРЕДСТВА В УЧЕБНИКА

Изображенията (графики, снимки, схеми, таблици и др.), използвани в учебника, са авторски труд на дизайнерката (Доротея Миланова) или са свалени от уеб-страниците на интернет:

<https://www.shutterstock.com/>

<https://es.wikipedia.org>

<https://www.freepik.com>

www.pixabay.com

<https://www.vecteezy.com>

<https://www.pngegg.com/es>

<https://pngtree.com/>

Todas las imágenes descargadas tienen permiso de uso comercial libre o están con derechos pagados para uso comercial en recursos online.

Всички свалени изображения имат разрешение за свободно ползване или са с платени права за употреба на уеб-базирано съдържание.

