

Bloque 11. Tema 5.
Genética molecular

ÍNDICE

- 1) Ciclo celular.
 - 1.1. Núcleo interfásico y en división.
 - 1.2. La mitosis.
 - 1.3. La meiosis.
 - 1.4. Diferencias entre mitosis y meiosis.
 - 2) Ácidos nucleicos.
 - 2.1. El ácido desoxirribonucleico (ADN)
 - 2.2. El ácido ribonucleico (ARN).
 - 2.3. Diferencias entre el ADN y el ARN.
 - 3) Dogma central de la biología.
 - 3.1. Replicación ADN. Conservación de la información genética.
 - 3.2. Transcripción.
 - 3.3. Traducción.
 - 4) Genética mendeliana.
 - 4.1. Las leyes de Mendel.
 - 4.1.1. Problemas de genética mendeliana.
 - 4.2. La herencia del sexo y ligada al sexo.
 - 4.2.1. Problemas de herencia ligada al sexo.
 - 5) Mutación genética.
 - 6) Enfermedades genéticas.
 - 7) La ingeniería genética (cortar y pegar ADN)
-

1) Ciclo celular

Las células, procariotas o eucariotas, se reproducen para dar lugar a nuevas células hijas que, después de crecer y cumplir sus funciones, volverán a reproducirse para dar lugar a nuevas células.

- El **ciclo celular** es la secuencia de acontecimientos que tienen lugar desde que se origina una célula por división de otra célula anterior, hasta que vuelve a dividirse para dar lugar a nuevas células hijas.

En las **células eucariotas**, el **ciclo celular** se divide en dos etapas:

- **Interfase:** es la etapa más larga de la vida de la célula. Comprende el período que transcurre entre el final de una división (mitosis) y la siguiente. Los principales procesos que ocurren durante la interfase son:
 - La célula aumenta de tamaño.
 - Al final de la interfase (cuando la célula decide dividirse) se produce la duplicación o replicación del ADN en el núcleo, de tal forma que cada cromosoma esté formado por dos filamentos idénticos. Así, cada célula hija recibirá la misma cantidad de ADN que la célula madre.
 - Se producen nuevos orgánulos celulares.
 - Se duplican los centriolos.
- **División:** En las células eucariotas la división se puede hacer por **mitosis** o por **meiosis**, que estudiaras en los apartados siguientes.

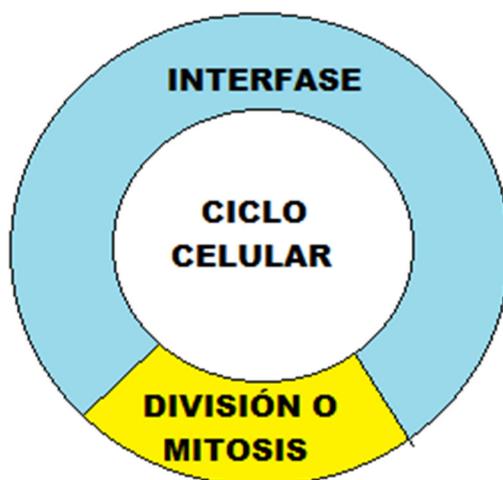


Imagen 1: Ciclo celular. Fuente: Elaboración propia

Ejercicio 1

¿Qué es el ciclo celular?

Ejercicio 2

¿Cuáles son las fases del ciclo celular? Descríbelas

1.1) Núcleo interfásico y en división

El núcleo cambia en una célula según esté en la fase de interfase o esté en división.

Núcleo interfásico

En él se encuentran los caracteres hereditarios y, además, dirige toda la actividad que tiene lugar en el citoplasma. Y su estructura y partes son las que se muestran en el dibujo.

En el núcleo podemos distinguir:

- **Membrana nuclear.** Es la que envuelve al núcleo y lo separa del citoplasma. Es doble y presenta poros.
- **Material genético (ADN ácido desoxirribonucleico).** Son filamentos de ADN y proteínas que se llama **cromatina**. Cuando la célula se divide esa cromatina se compacta y forma los **cromosomas**.
- **Nucleolo.** Es una zona densa donde se fabrican los ribosomas, que salen al citoplasma por los poros de la membrana.
- **Nucleosoma.** Líquido que baña a la cromatina.

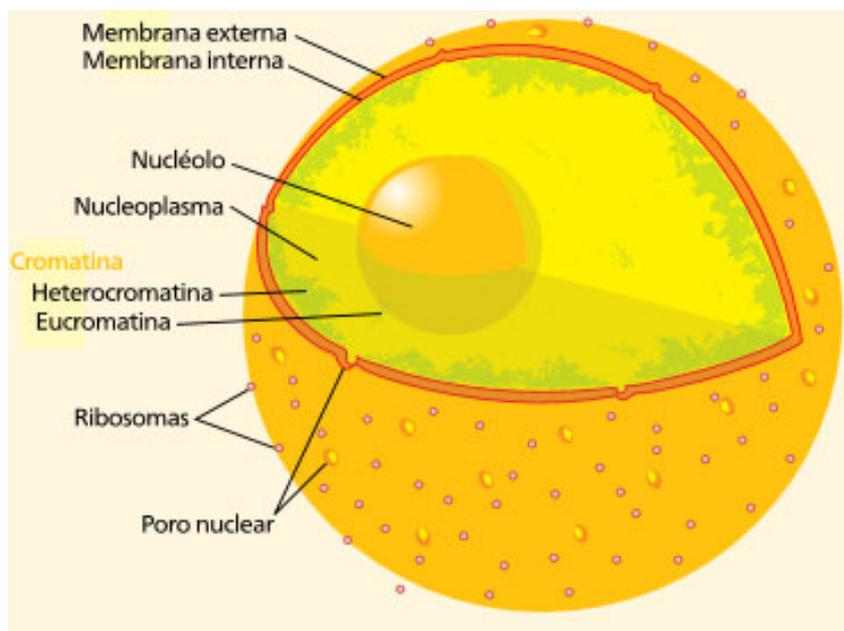


Imagen 2: Partes del núcleo interfásico.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_human_cell_nucleus_es.svg?uselang=es

Autor: Mariana Ruiz Villarreal. Licencia: Creative commons (CC).

Núcleo en división

Cuando la célula se divide el núcleo desaparece ya que la membrana nuclear se desintegra y la cromatina se condensa formando los **cromosomas**.

- **Los cromosomas** (del griego χρώμα, -τος chroma, color y σῶμα, -τος soma, cuerpo o elemento) **son las estructuras, formadas por ADN y proteínas**, que contienen la información genética del individuo (**genes**). Sólo se hacen visibles cuando la célula se está dividiendo (mitosis o meiosis). En interfase no se pueden ver porque están en forma de cromatina.

Hay dos tipos de cromosomas:

- **Metafásicos** que tienen dos cromátidas (filamentos de ADN).
- **Anafásicos** que tienen solo una cromátida.

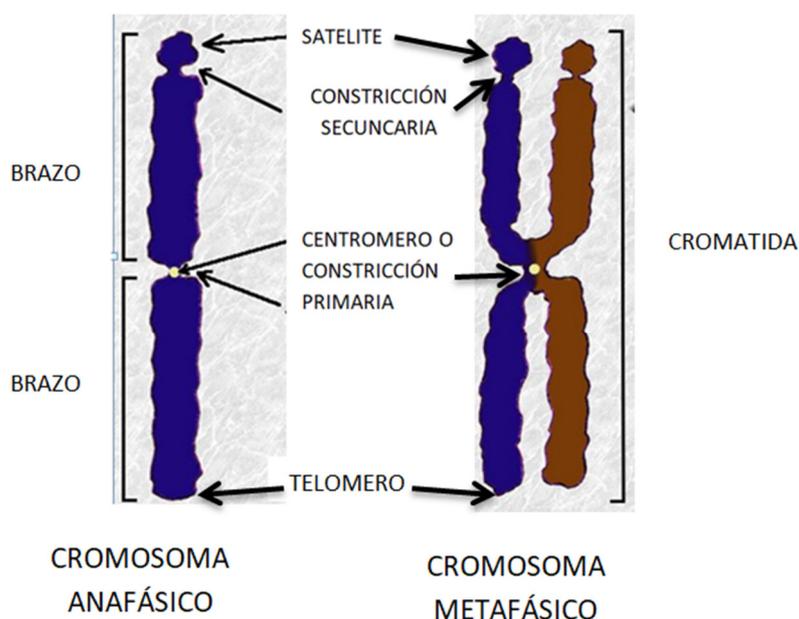


Imagen 3: Partes de un cromosoma.

Fuente: Adaptación de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CromosomaMorfologia.jpg>.

Autor: Alejandro Porto. Licencia: Creative commons (CC).

Un cromosoma está formado por:

- Una o dos **cromátidas** idénticas procedentes de la duplicación del ADN, por lo que se les denomina cromátidas hermanas.
- El **centrómero o constricción primaria** que hace que el cromosoma presente 2 o cuatro **brazos** (2 en los anafásicos, 4 en los metafásicos), manteniendo unidas a las dos cromátidas, en los cromosomas metafásicos.
- El **satélite**, segmento del cromosoma separado por la constricción secundaria).
- El **telómero** es el extremo del cromosoma, con propiedades especiales.

El número de cromosomas

Todas las células, excepto los gametos, de los seres pluricelulares de una misma especie, tienen el mismo número de cromosomas. Los gametos (células reproductoras) tienen la mitad de cromosomas (n), ya que cuando se unan el óvulo y el espermatozoide en la fecundación, el cigoto que se forme tendrá el número normal ($2n$) de cromosomas.

Los humanos, por ejemplo, tienen 23 pares de cromosomas, 23 procedentes del padre y 23 procedentes de la madre. Otras especies, tienen otros números, sin que el tener mayor número de cromosomas indique mayor complejidad.

Según el número de cromosomas de la célula distinguimos:

- **Células haploides.** Son aquellas células que sólo tienen un juego de cromosomas, por lo que no tienen ninguno repetido. Una célula haploide se representa " n ".
- **Células diploides.** Son células que tienen dos ejemplares de cada cromosoma, uno procedente del padre y otro de la madre, por lo que a cada uno de estos pares se les llama **cromosomas homólogos**. El número de cromosomas de una célula o individuo diploide se representa con " $2n$ ".

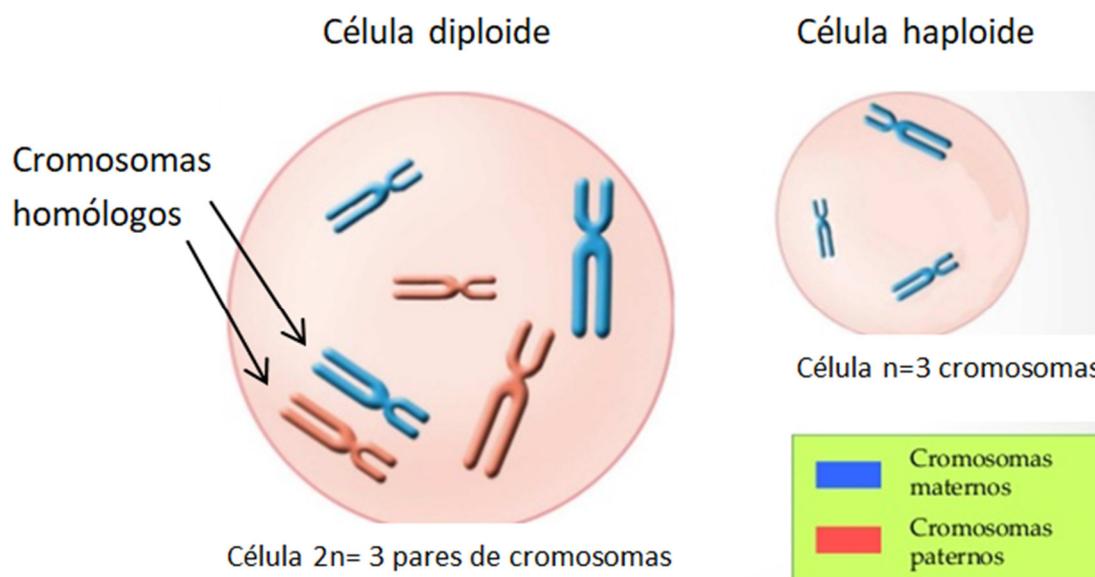


Imagen 4: Diferencia entre diploide y haploide.

Fuente: Adaptación de <https://es.slideshare.net/Miriammor/la-clula-38365091>.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Para que se mantenga constante el número de cromosomas en los individuos de la misma especie, la reproducción de las células que originan los gametos se realiza mediante meiosis. Así, se reduce a la mitad el número de cromosomas en los gametos (n, haploides) para que el cigoto sea diploide (2n).



Vídeo 1: Cromosomas.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=97NnVDICIUQ>

Ejercicio 3

Lea el párrafo que aparece abajo y complete con las siguientes palabras que faltan:

hereditaria	cromatina	equitativa	cromátidas	cromosomas
ADN	genes	duplica	brazos	centrómero

Los _____ son los portadores de nuestros _____. A su vez, nuestros genes son los que transmiten la información _____ de padres a hijos.

El _____ se encuentra en el núcleo de la célula, unido a proteínas, formando la _____. Cuando la célula se va a dividir, la cromatina se _____ para poder distribuir la información genética de forma _____ entre las dos células hijas.

Tras la duplicación, cuando la célula empieza a dividirse, los cromosomas estarán formados por dos partes idénticas denominadas _____, unidas entre sí por el _____, que divide a cada cromátida en dos partes denominadas _____.

Ejercicio 4

Observa el dibujo del núcleo y completa con las palabras que faltan.

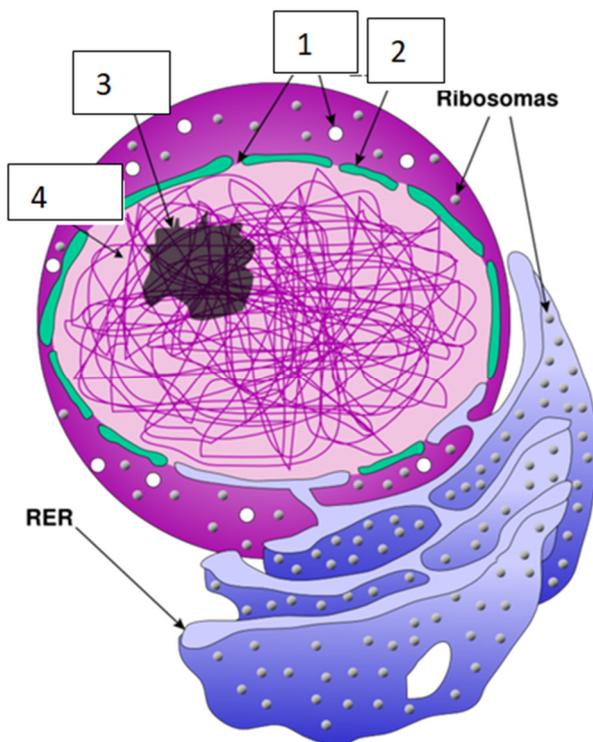


Imagen 5: Núcleo. Fuente:

Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Nucleus_ER.png.

Autor: Magnus Manske. Licencia: Creative commons (CC).

El dibujo corresponde a un núcleo en _____

Sus partes son:

El número 1 corresponde con los _____

El número 2 es la _____ nuclear.

El 3 es el _____

El 4 es la _____

Ejercicio 5

Observa el dibujo del cromosoma y completa con las palabras que faltan.

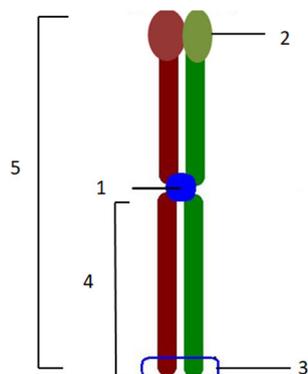


Imagen 6: Cromosoma. Fuente: Adaptación de Wikimedia https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cromosoma_metaf%C3%A1sico.JPG.
 Autor:J.L. Pérez-Figueroa. Licencia: Dominio público.

El dibujo es un cromosoma _____, que solo es visible en la fase de _____ del ciclo celular.

Las partes son las siguientes:

- El número 1 es el _____
- El 2 son los _____
- El 3 son los _____
- El 4 son los _____
- El 5 son las _____

Ejercicio 6

Completa el siguiente cuadro sobre las diferencias entre el núcleo celular en interfase y en división, poniendo: si o no

	Núcleo en interfase	Núcleo en división
Tiene membrana nuclear		
El ADN esta en forma de cromosomas		
El ADN esta en forma de cromatina		

1.2) La mitosis

- **Mitosis:** Es un proceso de división celular, propio de las células eucariotas, mediante el cual una célula madre da lugar a dos células hijas con la misma información genética que la célula madre.

Cada mitosis está precedida por una **interfase**, durante la cual el ADN de los cromosomas se duplica, quedando formado cada cromosoma por dos **cromátidas**, lo que asegura que las dos células hijas obtengan exactamente la misma información genética de la célula madre. La mitosis consta de 4 fases.

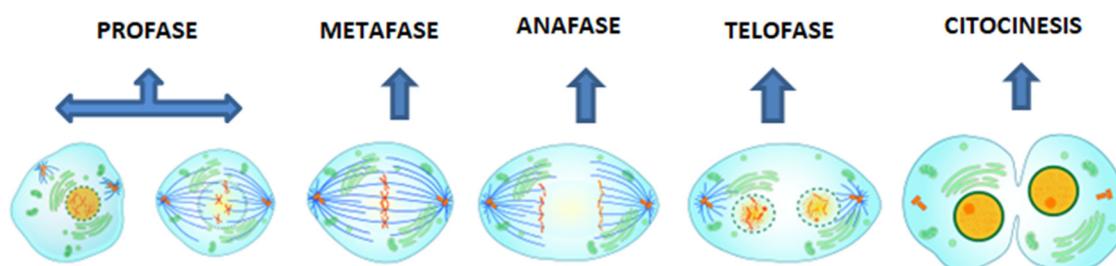


Imagen 7: Mitosis. Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meiosis_mx.png?uselang=es#/media/File:Mitosis_cells_sequence.svg.

Autor: LadyofHats. Licencia: Dominio público.

Fases de la MITOSIS

1. **Profase:** Durante esta fase se producen los siguientes sucesos (los números coinciden con el dibujo):

1. Los cromosomas se condensan y se ven las dos cromátidas que lo forman.
2. Los centríolos se van hacia los polos de la célula y van formando el huso acromático.
3. La membrana nuclear se desintegra.
4. Los centríolos llegan a los polos y terminan de formar el huso acromático.
5. Huso acromático.
6. Las fibras del huso se unen a los cromosomas.

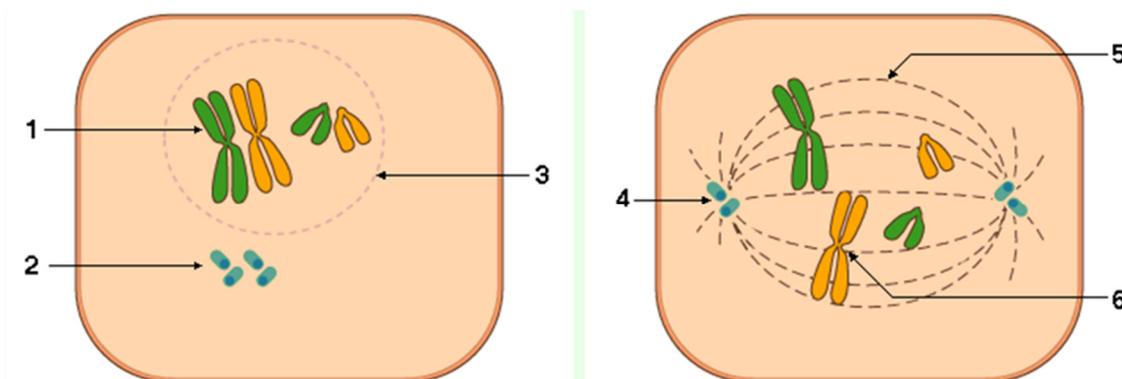


Imagen 8: Profase.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm>.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

2. **Metafase:** Las fibras del huso colocan a los cromosomas en el ecuador de la célula

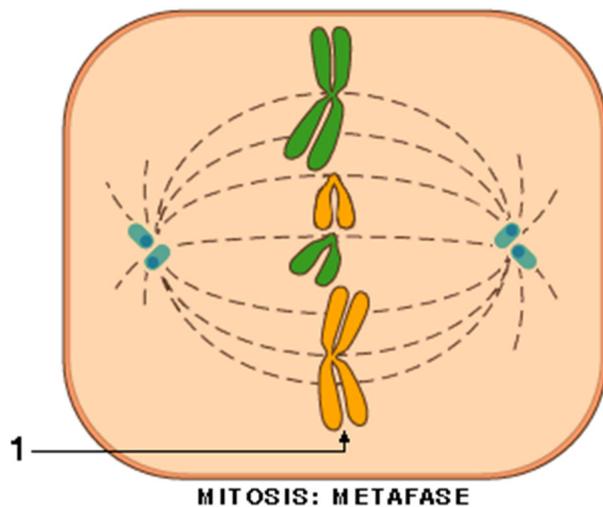


Imagen 9: Metafase.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm>

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

3. **Anafase:** Las cromátidas se separan y van a los polos de la célula.

ANAFASE

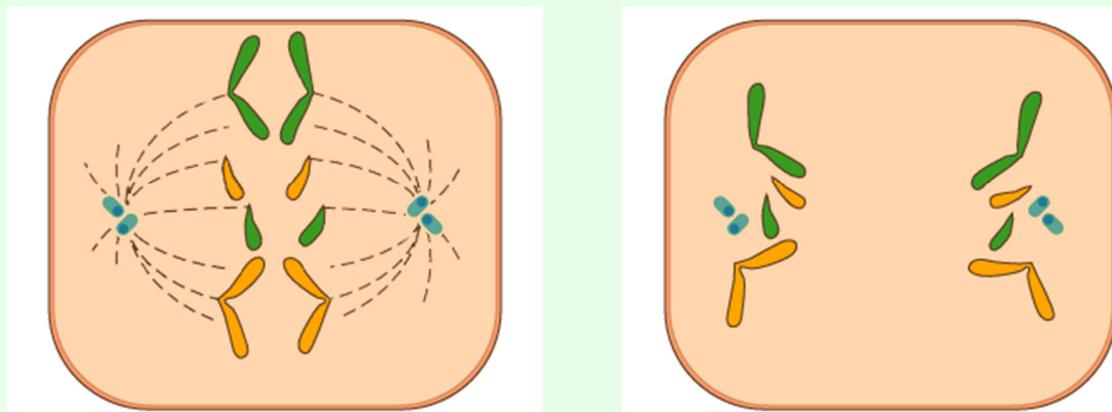


Imagen 10: Anafase.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm>.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

4. **Telofase:** Se forma la membrana nuclear y los cromosomas se descondensan formando la cromatina.

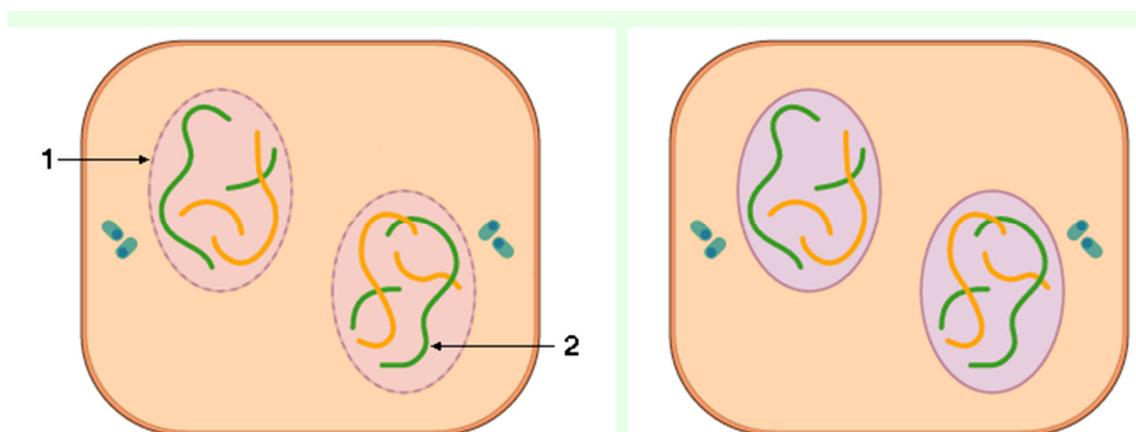


Imagen 11: Telofase.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm>.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

Después del proceso de mitosis (división del núcleo) se produce la **citocinesis** que es la división del citoplasma, en las células animales se hace por estrangulación como muestra el dibujo, así resultan dos células hijas idénticas a la célula madre con el mismo número de cromosomas. Si te fijas en estos dibujos la célula madre tenía 4 cromosomas y las hijas también tienen 4 cromosomas.

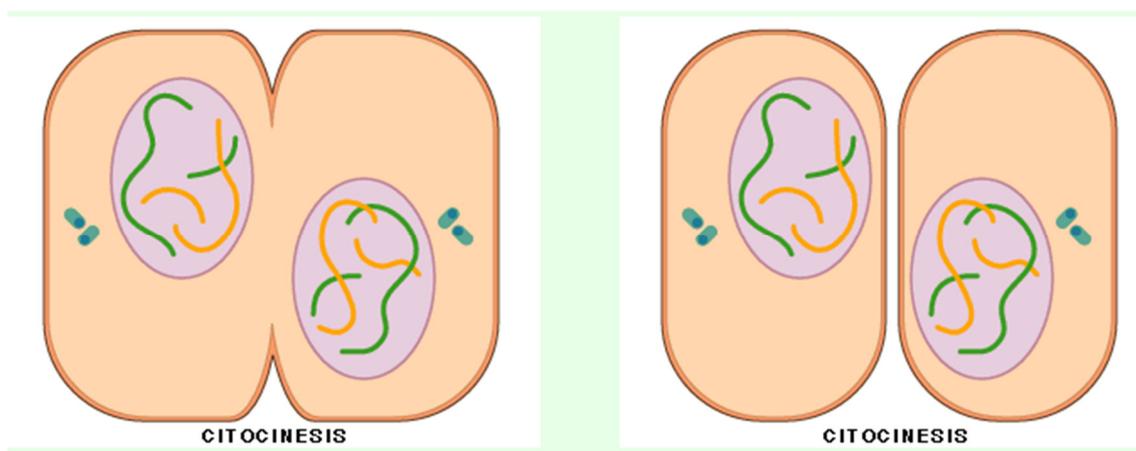


Imagen 12: Citocinesis.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm>

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

Importancia biológica de la mitosis

- **En seres unicelulares.** Tiene como finalidad la **reproducción asexual** del organismo. Se reproduce la célula y aumenta el número de individuos de la población, todos ellos idénticos al progenitor.
- **En seres pluricelulares.** Su finalidad es la de **aumentar las células para que el organismo pueda crecer, renovar las células dañadas y renovar tejidos.**



Vídeo 2. Mitosis paso a paso. Fuente: Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=IXisSVgRI6s>



Vídeo 3. Mitosis. Fuente: Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=ZRWkyboMS8>

Ejercicio 7

Relaciona cada número con la fase de la mitosis que corresponde:

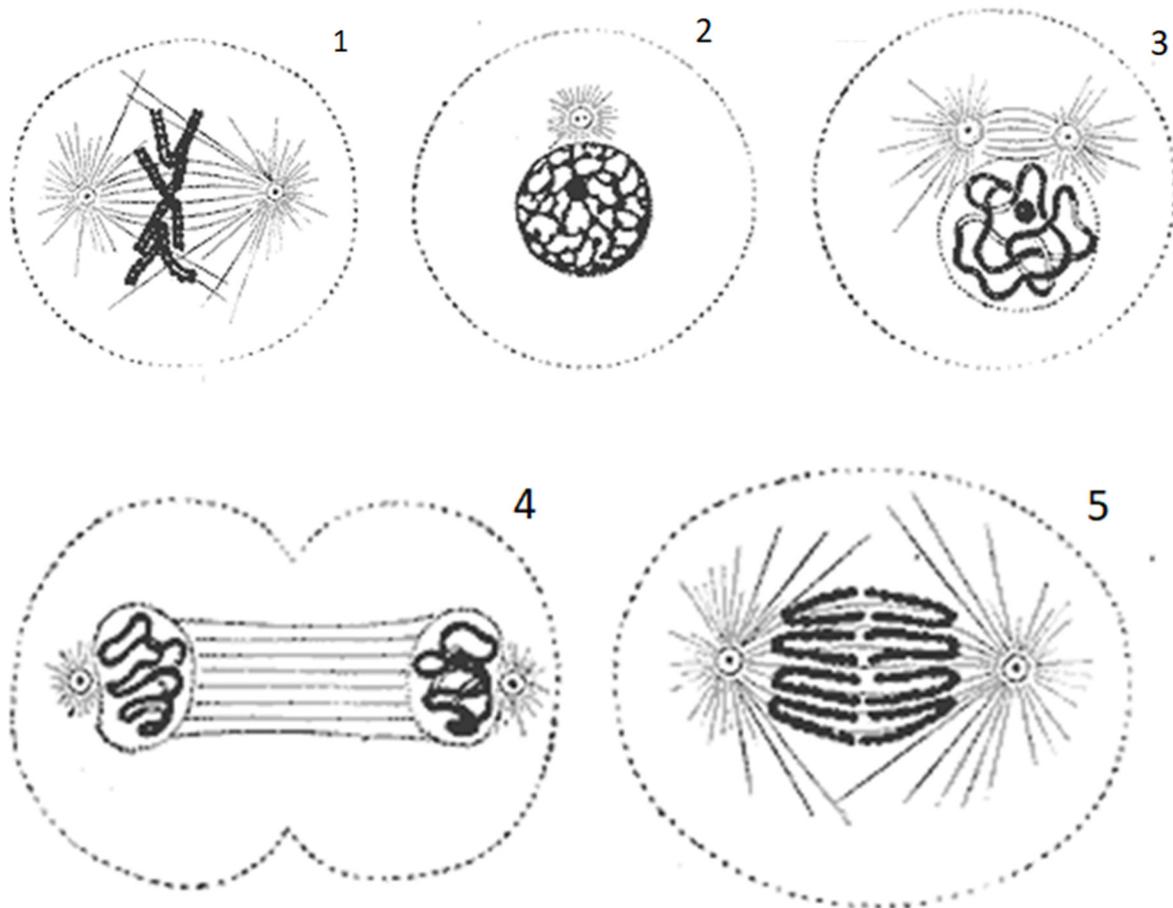


Imagen 13: Fases de la mitosis.

Fuente: Adaptación de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray2.png>.

Autor: Henry Vandyke. Licencia: Dominio público.

La interfase es el número _____

La profase es el número _____

La metafase es el número _____

La anafase es el número _____

La telofase es el número _____

Ejercicio 8

Indica la finalidad de la mitosis en los seres unicelulares.

Ejercicio 9

Indica la finalidad de la mitosis en los seres pluricelulares.

Ejercicio 10

Si una célula humana de 46 cromosomas se divide por mitosis. ¿Qué cantidad de cromosomas tendrán las células hijas?

a) 23
b) 32
c) 46
d) 92

Ejercicio 11

Si una célula humana de 46 cromosomas se divide por mitosis. ¿Cuántas células hijas se formaran?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

Ejercicio 12

Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan

La división del citoplasma se llama _____, en las células animales se hace por _____

1.3) La meiosis

- La **meiosis** es un **proceso por el cual a partir de una célula madre se forman cuatro células con la mitad de cromosomas que la célula madre**. Son dos mitosis consecutivas en la que no hay duplicación del material genético entre la primera división y la segunda.

Mediante la meiosis, una **célula diploide 2n** (2 juegos de cromosomas) en su núcleo, dará lugar a cuatro **gametos haploides n** (óvulos o espermatozoides) con la mitad de cromosomas que la célula inicial. ^Por tanto es un proceso que solo ocurre en la células diploides 2n.

Los cromosomas de cada par son homólogos (es decir, tienen los mismos genes) pero no exactamente iguales. Uno procede del padre y otro de la madre.

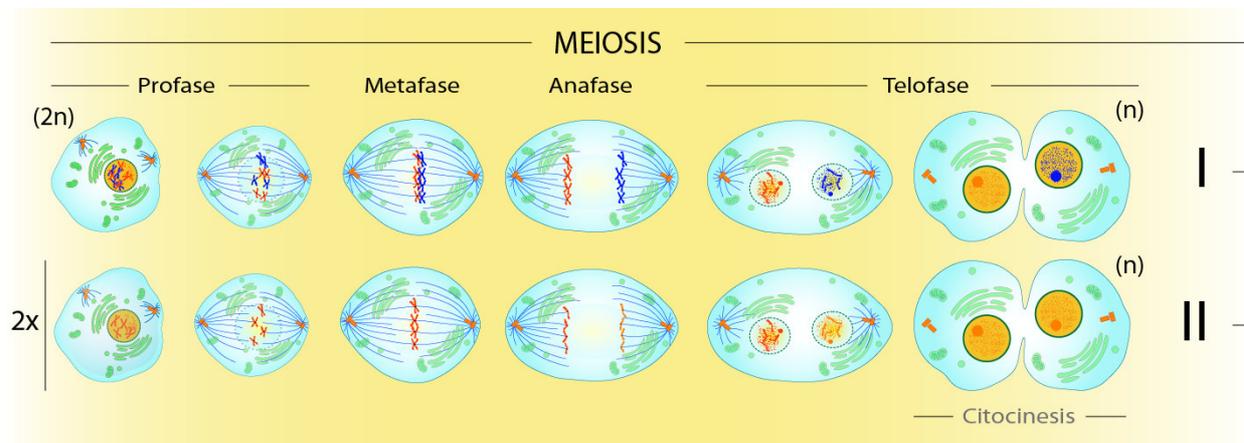


Imagen 14: Meiosis.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meiosis_mx.png?uselang=es.

Autor: Xtabay. Licencia: Creative commons (CC).

Fases de la MEIOSIS

Como son dos mitosis las fases, son las mismas que las de la mitosis, pero poniendo I si son de la primera división y II si son de la segunda mitosis.

FASES DE LA PRIMERA DIVISIÓN MEIOTICA

Profase I

- Desaparece la membrana nuclear (3)
- Se espiralizan las cadenas de ADN, apareciendo los cromosomas, los homólogos se juntan y sufren recombinación y se quedan unidos por los puntos donde se recombinaron, formando cromosomas con cuatro cromátidas llamados tetradas o cromosoma bivalente (1)
- Se duplican los centriolos (2) y migran a los polos (4)
- Se forma el huso acromático (6)
- Cada tetrada o cromosoma bivalente (formada por 2 cromosomas homólogos unidos) se une a una fibra del huso (5)

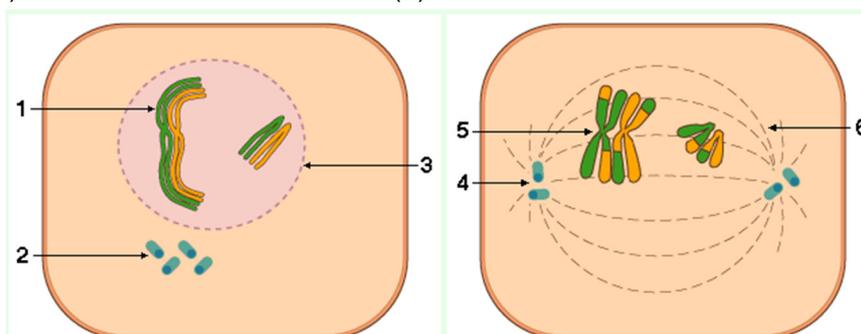


Imagen 15: Profase I.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos7.htm>.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Metafase I

Las tetradas se colocan en el ecuador de la célula.

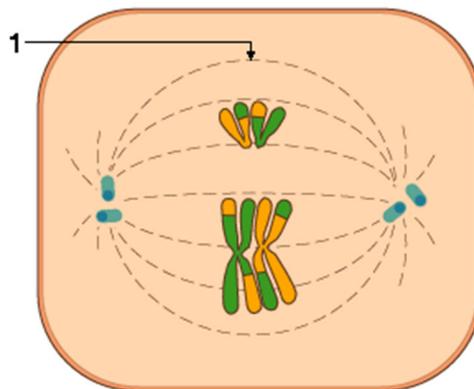


Imagen 16: Metafase I.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos7.htm>
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Anafase I

Los cromosomas homólogos se separan y van hacia los polos opuestos.

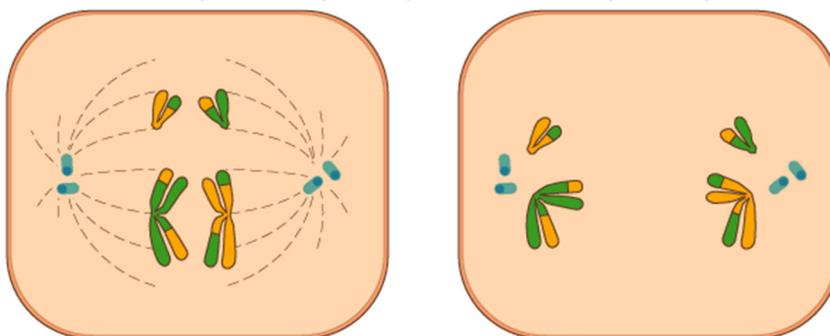


Imagen 17: Anafase I.

Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos7.htm>
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Telofase I

Se forma la membrana nuclear y se produce la citocinesis formando 2 células hijas e inmediatamente se produce la siguiente división en las dos células hijas.

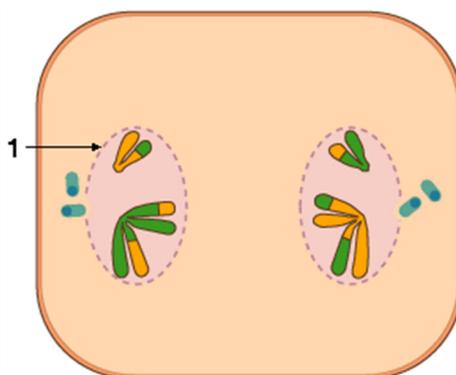


Imagen 18: Telofase I.

Fuente: [Recursos.cnice](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos7.htm).
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

La segunda división meiotica es una mitosis normal que ocurre en las dos células que se formaron en la primera mitosis. Las fases se llaman profase II, metafase II, anafase II y telofase II, Cuando se acaba la última fase ocurre la citocinesis en las dos células formando así cuatro células con la mitad de cromosomas que la célula madre.

Importancia biológica de la meiosis

- **Produce células sexuales haploides (n)**, los gametos. Como tienen la mitad de cromosomas que las células somáticas (2n), cuando se produzca la fecundación con otro gameto (n), darán lugar a un cigoto diploide, con el mismo número de cromosomas que sus progenitores.
- **Aumenta la variabilidad genética.** En la Profase I se produce el sobrecruzamiento de cromosomas homólogos, lo que hace que se intercambie información genética y cada gameto contenga información de ambos progenitores. Así, cada descendiente tiene una información genética única, asegurando la variabilidad genética. La selección natural (y artificial) determinará qué variaciones son beneficiosas o perjudiciales, favoreciendo la evolución de las especies.



Vídeo 4. Meiosis paso a paso. Fuente: Youtube

https://www.youtube.com/watch?time_continue=131&v=nBt6RNGZW34



Vídeo 5. Meiosis Fuente: Youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=zM9CBw6Xz3Y>

Ejercicio 13

Observa el dibujo y completa si se trata de la profase I o II de la meiosis.

P _____

P _____

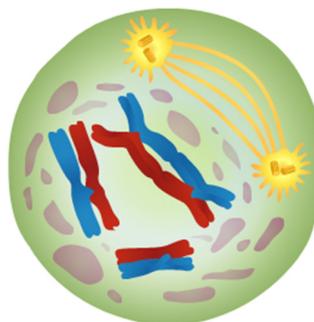
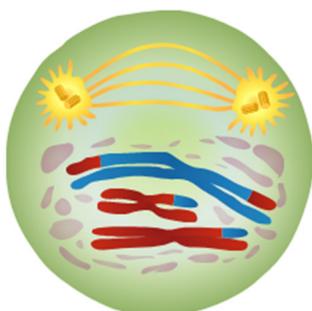


Imagen 19: Profases de la meiosis.

Fuente: Adaptación de

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC).

Ejercicio 14

Observa el dibujo y completa si se trata de la metafase I o II de la meiosis.

M _____

M _____

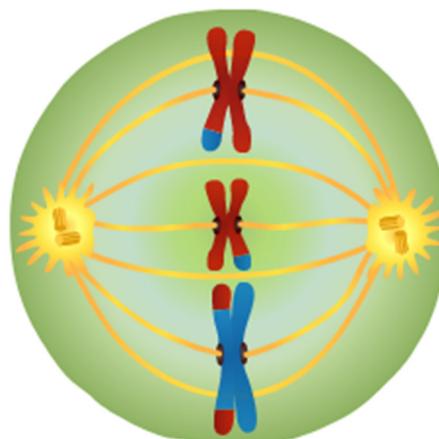
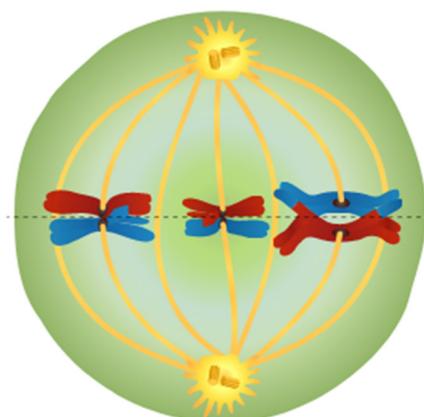


Imagen 20: Metafases de la meiosis.

Fuente: Adaptación de

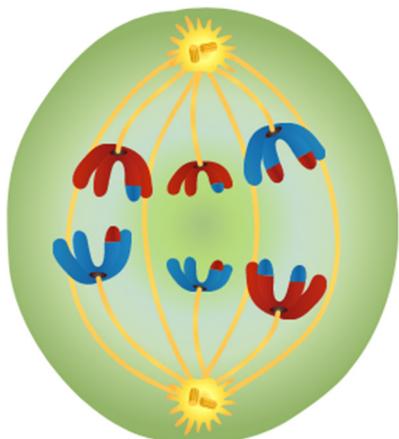
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC).

Ejercicio 15

Observa el dibujo y completa si se trata de la anafase I o II de la meiosis.

A _____



A _____

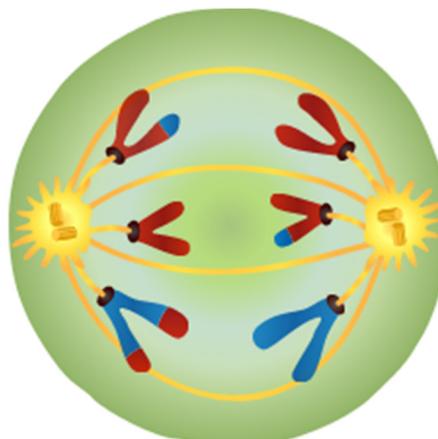


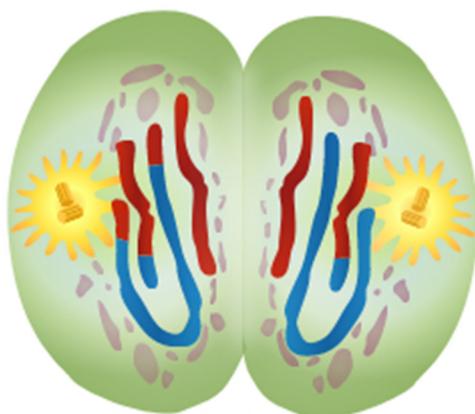
Imagen 21: Anafases de la meiosis. Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC)

Ejercicio 16

Observa el dibujo y completa si se trata de la telofase I o II de la meiosis.

T _____



T _____

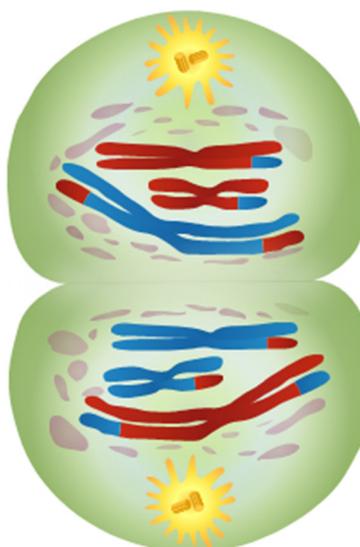


Imagen 22: Telofases de la meiosis. Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC).

Ejercicio 17

¿Para que sirve la meiosis?

Ejercicio 18

Si una célula tiene 24 cromosomas y se divide por meiosis. ¿Cuántos cromosomas tendrán las células hijas?

a) 24
b) 12
c) 48
d) 46

Ejercicio 19

Si una célula tiene 24 cromosomas y se divide por meiosis. ¿Cuántas células hijas se formaran?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

1.4) Diferencias entre la mitosis y la meiosis

En la siguiente tabla se resumen las diferencias principales que existen entre la mitosis y la meiosis.

MITOSIS	MEIOSIS
<ul style="list-style-type: none"> • Se produce en las células somáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se produce en las células diploides que darán lugar a los gametos.
<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en una sola división celular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en dos divisiones sucesivas.
<ul style="list-style-type: none"> • No se produce recombinación. 	<ul style="list-style-type: none"> • En la profase I se produce el sobrecruzamiento (recombinación) de cromosomas homólogos.
<ul style="list-style-type: none"> • En la anafase se separan cromátidas hermanas (idénticas). 	<ul style="list-style-type: none"> • En la anafase I se separan pares de cromosomas homólogos. • En la anafase II se separan cromátidas (distintas, recombinadas).
<ul style="list-style-type: none"> • El resultado es dos células hijas con la misma información genética que la célula progenitora. 	<ul style="list-style-type: none"> • El resultado es cuatro células hijas con la mitad de la información genética que la célula progenitora, y distinta entre ellas.
<ul style="list-style-type: none"> • Tiene como finalidad la del crecimiento y renovación de células. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene como finalidad la reproducción sexual y la variabilidad genética.

Ejercicio 20

Completa los huecos sobre las diferencias entre mitosis y meiosis, poniendo las siguientes palabras o números:

2 1 4 2 Si La mitad No Igual

	MITOSIS	MEIOSIS
Número de células que se forman		
Número de cromosomas de las células hijas	_____ que la célula madre	_____ que la célula madre
Hay recombinación		
Número de divisiones		

2) Ácidos nucleicos

Todos los seres vivos, salvo los virus, tienen dos tipos de ácidos nucleicos: el ADN y el ARN. El ADN es el encargado de llevar la información genética, pero para que esa información pueda expresarse es necesario que intervengan varios tipos de ARN.

- Los **ácidos nucleicos** son grandes polímeros formados por la unión de monómeros llamados **nucleótidos** unidos.

Un **nucleótido** está formado por tres componentes:

- Una pentosa. Un monosacárido de cinco carbonos: ribosa en el ARN y desoxirribosa en el ADN.
- Un ácido fosfórico.
- Una base nitrogenada:
 - En el ADN: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T).
 - En el ARN: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y uracilo (U)

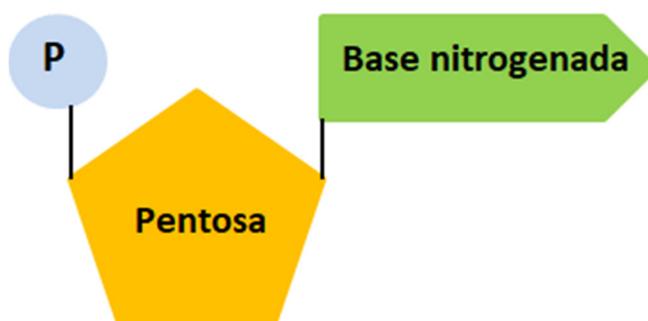


Imagen 23: Nucleotido. Fuente: Elaboración propia

Hay **dos tipos** de ácidos nucleicos:

- Ácido ribonucleico (**ARN**).
- Ácido desoxirribonucleico (**ADN**).

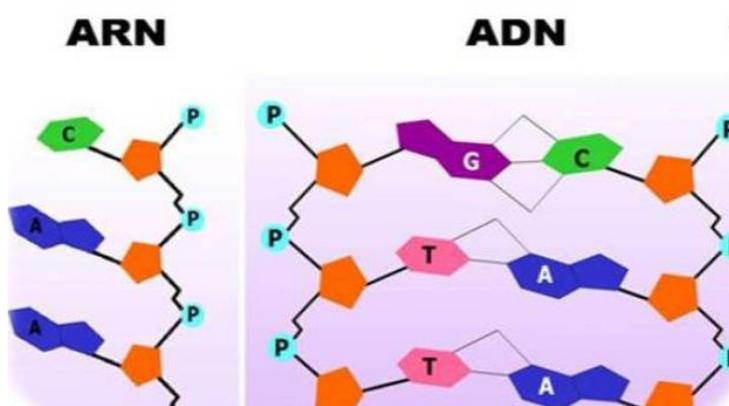


Imagen 24: Polímeros de nucleótidos de ARN y ADN.

Fuente: http://biologia.cubaeduca.cu/media/biologia.cubaeduca.cu/medias/interactividades/herencia/co/modulo_Raz_10.html.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Ejercicio 21

Observa la ilustración y responde las preguntas en minúscula y pon las tildes si tiene:

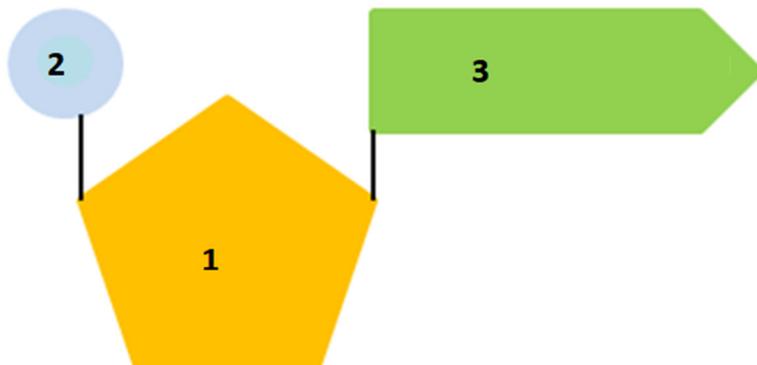


Imagen 25: Nucleótido.
Fuente: Elaboración propia

- 1) ¿Qué nombre recibe esta molécula que resulta de la unión de 1+2+3? _____
- 2) ¿Qué número tiene el ácido fosfórico? _____
- 3) ¿Qué número tiene la base nitrogenada? _____
- 4) ¿Qué número tiene la pentosa? _____
- 5) ¿Qué larga molécula se forma por la unión de moléculas como la representada en el dibujo? _____

Ejercicio 22

¿Qué tipos de ácidos nucleicos tienen todos los seres vivos?

2.1) El ácido desoxirribonucleico (ADN)

Composición química y estructura del ADN

El ADN es la molécula que contiene la información genética de la célula. Watson y Crick, en 1953, descubrieron cómo era la estructura del ADN, lo que les sirvió para ganar el Premio Nobel de Medicina en 1962.

El ADN tiene nucleótidos en los que la pentosa es una **desoxirribosa**, y las bases nitrogenadas son **adenina (A)**, **guanina (G)**, **citocina (C)** y **timina (T)**

El modelo propuesto por Watson y Crick o modelo de doble hélice tiene las características siguientes:

El ADN está formado por **dos cadenas de nucleótidos unidos por sus bases nitrogenadas** que están en el interior, mientras que las **pentosas y el ácido fosfórico se encuentran en la parte exterior**. Las **bases nitrogenadas están unidas** por enlaces débiles, llamados puentes de hidrógeno, **a sus complementarias**. La **adenina (A) siempre se une a la timina (T)** y la **guanina (G) con la citosina (C)**.

- **Regla nemotécnica para acordarnos que A siempre con T y G siempre con C.**
 - Para no olvidarte recuerda:
 - **a**gente de **t**ráfico (A-T).
 - **g**uardia **c**ivil (G-C)

Las **dos cadenas son antiparalelas**, es decir, paralelas pero de sentido opuesto.

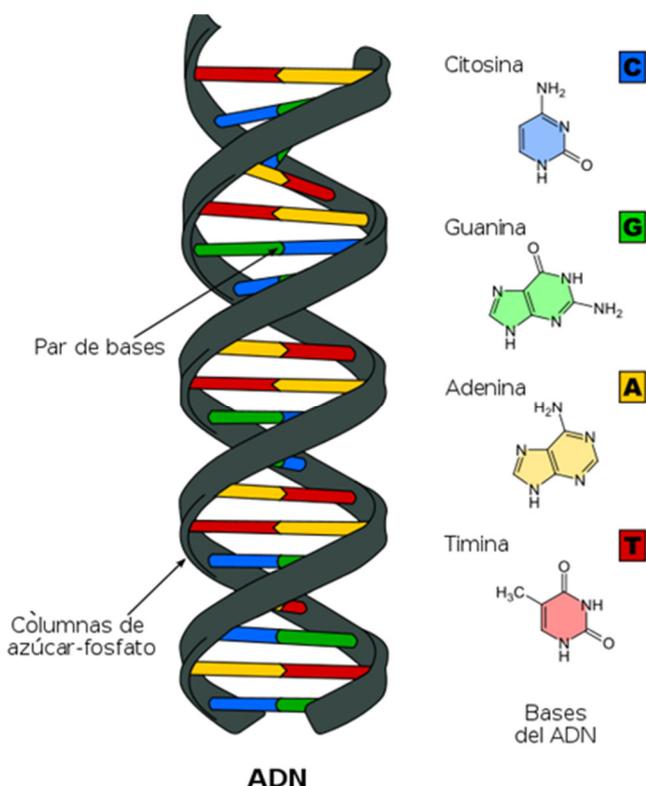


Imagen 26: Estructura del ADN. Fuente: Adaptación de https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_ribonucleico#/media/File:Difference_DNA_RNA-ES.svg

Autor: National Human Genome Research Institute. Licencia: Dominio público



Video 6: Estructura del ADN. Fuente Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=i-ATJ1FwYps>

Propiedades del ADN

El ADN contiene la información necesaria para regular la síntesis de proteínas. Según la secuencia de bases nitrogenadas de los nucleótidos, se sintetizarán unas proteínas u otras.

La información que contiene el ADN de una célula pasa a la siguiente generación de células, ya que mediante la replicación del ADN, se hacen copias del ADN que se transmiten a las células hijas. Así, en un ser pluricelular que proviene de una célula huevo o cigoto, todas las células tienen el mismo ADN.

Localización del ADN

Según el tipo de célula, el ADN se encuentra en distintos lugares:

- **En células eucariotas:** el ADN se encuentra en el núcleo, está rodeado por la envuelta nuclear. Está formado por dos cadenas de nucleótidos unidos a unas proteínas formando la cromatina que, cuando se condensa para dividirse la célula, se transforma en cromosomas.
- **En células procariotas:** el ADN forma un cromosoma bacteriano circular, con doble cadena, sin ninguna envoltura nuclear, por lo que está libre en el citoplasma.

Ejercicio 23

Una cadena de ADN es una larga cadena formada por la unión de nucleótidos. A su vez, cada nucleótido es el resultado de la unión de tres moléculas menores: márcalas y comprueba el resultado:

	a) Ribosa
	b) Base nitrogenada
	c) Desoxirribosa
	d) Ácido fosfórico
	e) Cromatina

Ejercicio 24

Marca las cuatro bases nitrogenadas del ADN:

	a) Timina
	b) Uracilo
	c) Citosina
	d) Guanina
	e) Pentamina
	f) Adenina

Ejercicio 25

Lee el párrafo que aparece abajo y completa las palabras que faltan, en minúscula.

El ADN es, en realidad, no una cadena simple sino una cadena doble. Ello es posible porque una cadena se une a otra mediante las bases nitrogenadas. Escribe el nombre de la base nitrogenada que se une SIEMPRE a la Adenina de la otra cadena simple del ADN: _____ . Y SIEMPRE a la Citosina de la otra cadena simple del ADN: _____ .

Ejercicio 26

¿Dónde crees que está realmente almacenada la información genética?

	a) En el ácido fosfórico
	b) En la desoxirribosa
	c) En la ordenación de las bases nitrogenadas
	d) No lo sé. No es posible deducirlo

Ejercicio 27

¿Cuántas cadenas de nucleótidos tiene una molécula de ADN?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

Ejercicio 28

Escribe las bases complementarias (A, G, C, T) de esta cadena sencilla hasta formar una doble cadena de ADN.

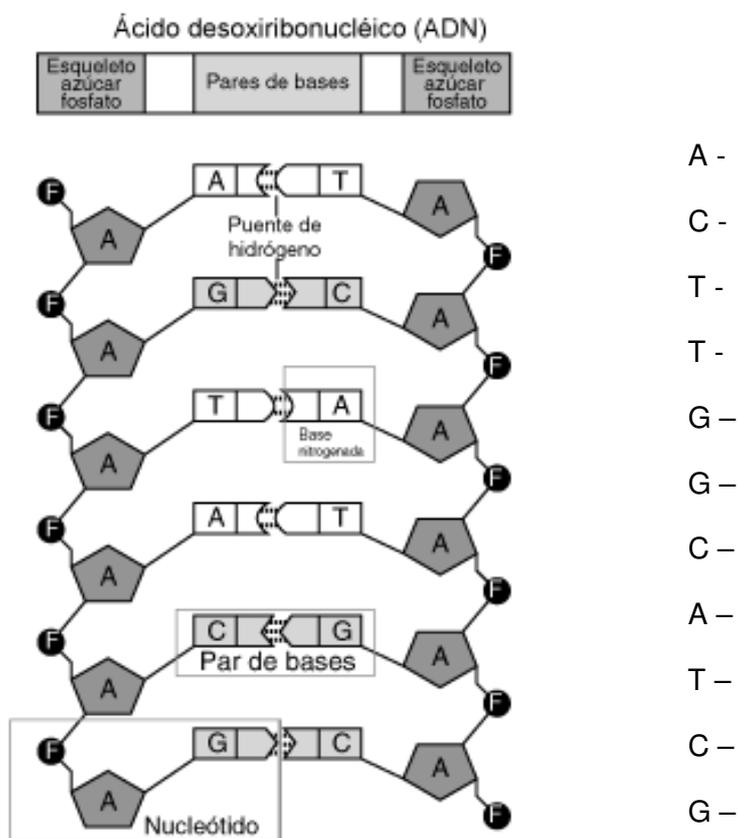


Imagen 27: Esquema de una cadena de nucleótidos formando (ADN).

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Nucle%C3%B3tido#/media/File:Nucle%C3%B3tido.png>.

Autor: National Human Genome Research Institute. Licencia: Dominio público.

Ejercicio 29

¿Cuál es la función del ADN?

Ejercicio 30

¿Dónde se encuentra el ADN en una célula eucariota?

2.2) El ácido ribonucleico (ARN)

El **ARN es un tipo de ácido ribonucleico** que se encuentra en todos los seres vivos. Los **nucleótidos de ARN** están formados por:

- Una pentosa: **ribosa**.
- Un ácido fosfórico.
- Una base nitrogenada: **adenina (A), guanina (G), citosina (C) y uracilo (U)**.

El ARN está **formado por una sola cadena de nucleótidos**. En las células eucariotas, se encuentra en el núcleo y en el citoplasma.

Hay varios tipos de ARN:

- **ARN ribosómico o ARNr**. Forma parte de los ribosomas, junto con otras proteínas. Este tipo de ARN es el más abundante.
- **ARN mensajero o ARNm**. Lleva la información del ADN del núcleo hasta los ribosomas, en el citoplasma, para que se puedan sintetizar las proteínas.
- **ARN transferente o ARNt**. El ARNt se une a aminoácidos y los lleva hasta los ribosomas para que se sinteticen las proteínas.

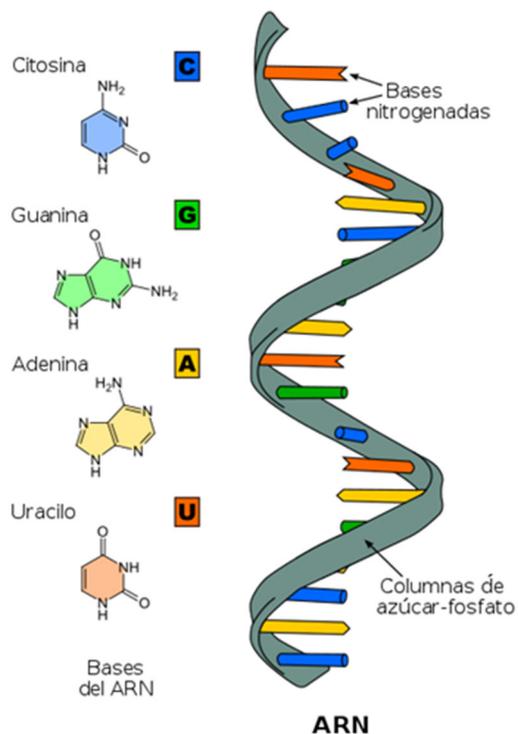


Imagen 28: Estructura del ARN. Fuente: Adaptación de https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_ribonucleico#/media/File:Difference_DNA_RNA-ES.svg.

Autor: Sponk. Licencia: Creative commons (CC)

Ejercicio 31

Marca las 4 bases nitrogenadas que se pueden encontrar en el ARN

a) Adenina
b) Timina
c) Citosina
d) Guanina
e) Uracilo

Ejercicio 32

¿Por cuantas cadenas está formado el ARN?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

Ejercicio 33

Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan

Hay varios **tipos de ARN**:

- **ARN** _____. Forma parte de los ribosomas, junto con otras proteínas. Este tipo de ARN es el más abundante.
- **ARN** _____. Lleva la información del ADN del núcleo hasta los ribosomas, en el citoplasma, para que se puedan sintetizar las proteínas.
- **ARN** _____. El ARNt se une a aminoácidos y los lleva hasta los ribosomas para que se sinteticen las proteínas.

Ejercicio 34

¿Dónde se encuentra el ARN en una célula eucariota?

2.3) Diferencias entre el ADN y el ARN

Las diferencias entre el ADN y el ARN, se muestran en el siguiente cuadro:

	ADN	ARN
ESTRUCTURA	• Doble cadena de nucleótidos en forma de hélice	• Una sola cadena de nucleótidos
PENTOSA	• Desoxirribosa	• Ribosa
BASES NITROGENADAS	• Timina (T)	• Uracilo (U)
LOCALIZACIÓN CÉLULAS EUCARIOTAS	• En el núcleo	• En el núcleo y el citoplasma
FUNCIÓN	• Contiene la información hereditaria y para sintetizar proteínas	• Sintetiza proteínas

Ejercicio 35

Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan

Núcleo	Ribosa	Timina	2	Desoxirribosa	1	citoplasma	Uracilo
--------	--------	--------	---	---------------	---	------------	---------

	ADN	ARN
Número de cadenas		
Pentosa		
Base nitrogenada		
Localización		

3) Dogma central de la biología

Una vez conocida la estructura del material genético hubo que estudiar su funcionamiento lo que permitió establecer **el dogma central de la biología**.

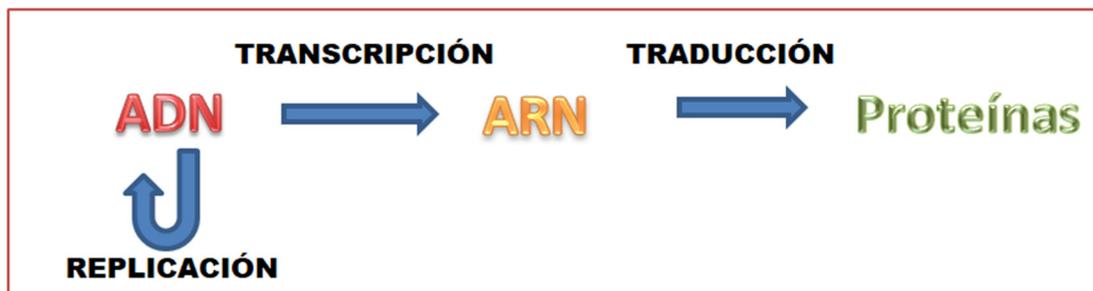


Imagen 29: Dogma central de la biología, Fuente: Elaboración propia.

En todas las células se producen estos tres procesos según el dogma central de la biología:

- **Replicación:** Proceso por el cual el ADN puede formar copias idénticas de sí mismas.
- **Transcripción:** Proceso mediante el cual la información contenida en el ADN se transmite en forma de ARN (ARNm).
- **Traducción:** Es el proceso que hace posible la fabricación de una proteína en los ribosomas a partir del mensaje transcrito en el ARNm.

- **Un gen** es un fragmento de ADN que contiene la información necesaria para que se fabrique una proteína, necesaria para que se exprese un carácter determinado en un individuo.

El ADN contienen genes, y en la transcripción solo se transcribe un gen a ARN mensajero, no todo el ADN en las células eucariotas.

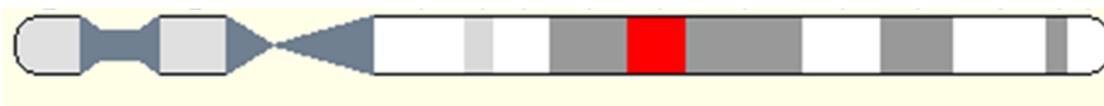


Imagen 30: Genes del cromosoma 22 (las distintas bandas son los genes).

Fuente: Adaptación de

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Neurofibromatosis2-locus.svg>.

Autor: Jkwchui. Licencia: Creative commons (CC)

3.1) Replicación ADN. Conservación de la información genética

Antes de cada división celular, la célula realiza una copia exacta de su ADN, para repartir idéntica información genética entre sus dos células hija.

Este proceso se denomina **replicación**. Tiene lugar en el núcleo durante la interfase y se lleva a cabo de la siguiente forma:

- La doble hélice de ADN se abre y las dos cadenas se separan.
- Los nucleótidos libres de que dispone la célula en el núcleo pueden unirse a los nucleótidos del ADN, a través de sus bases complementarias (A/T y G/C).
- Los nucleótidos incorporados se unen entre sí y dan lugar a las nuevas cadenas de ADN.

Cada una de las moléculas posee una de las cadenas originales de la molécula madre y una cadena complementaria recién sintetizada. Por esto se dice que la replicación del ADN es semiconservativa.

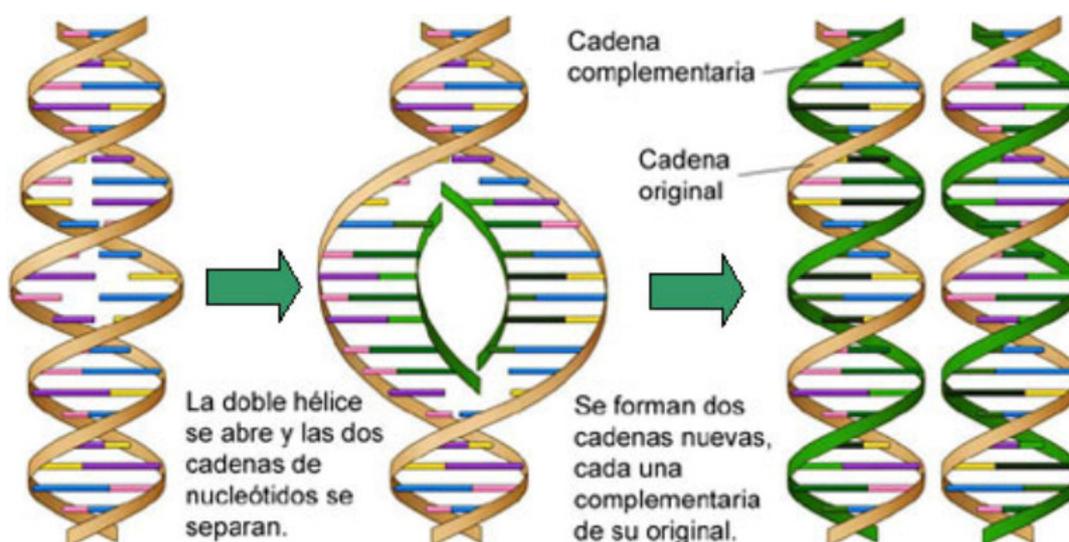


Imagen 31: Replicación semiconservativa del ADN.
Fuente: <http://biogeo.esy.es/BG2BTO/geneticamolecular.htm>
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Ejercicio 36

¿Cómo se hace la replicación del ADN?

Ejercicio 37

¿Cuándo se hace la replicación del ADN?

3.3) Traducción

La **traducción o síntesis de proteínas** consiste en la formación de una secuencia de aminoácidos (proteína) a partir de la información contenida en la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm, transcrita del ADN (en el proceso de transcripción) que está en el núcleo de las células eucariotas.

El ARNm transcrito, sale del núcleo atravesando los poros de la envoltura nuclear y llega al citoplasma, donde están los ribosomas y a los que se unirá.

Los ribosomas "leen" el ARNm en grupos de tres en tres nucleótidos llamados codones. El ribosoma va recorriendo el ARNm traduciendo cada codón al aminoácido correspondiente, pero necesita la ayuda de otro ARN, el ARNt o ARN de transferencia. Cada ARNt está unido a un aminoácido específico, el correspondiente a cada codón de ARNm. El ARNt tiene un triplete, llamado anticodón, que es el que se une al codón del ARNm.

Así, **la secuencia de bases del ARNm** es la que **establece el orden en el que se van añadiendo aminoácidos** a la cadena peptídica que formará **la proteína**.

Los aminoácidos que van llegando, unidos al ARNt, se unen formando la proteína.

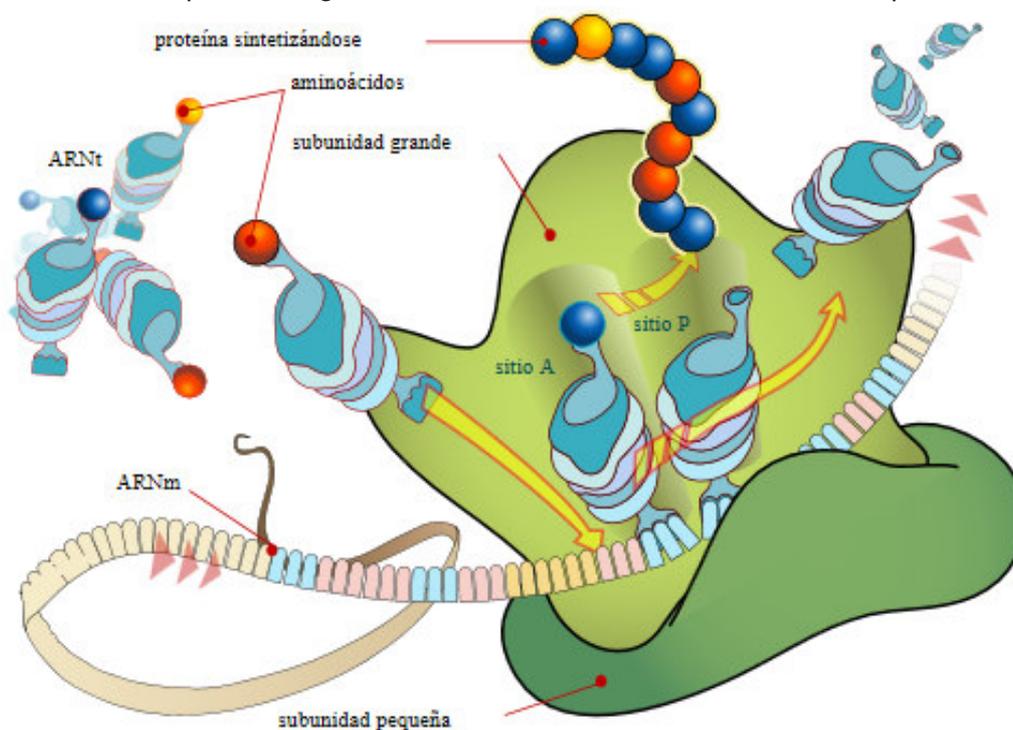


Imagen 33: Síntesis de proteínas. Fuente:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Ribosome_mRNA_translation_es.svg

Autor: LadyofHats. Licencia: Dominio público.



Vídeo 7: Síntesis de proteínas. Fuente: Youtube
https://www.youtube.com/watch?v=VgZS_jhtF14

Ejercicio 39

¿Qué es la traducción?

4) Genética mendeliana

Desde que el hombre se hizo agricultor y ganadero, fue cruzando distintas variedades de seres vivos hasta obtener individuos con las características deseadas, aunque muchas veces, los descendientes de esos híbridos no conservaban los rasgos modificados.

Gregor Johann Mendel (1822-1884), fue un monje austriaco natural de Heizendorf, hoy Hyncice (actual República Checa), al que se le considera el **padre de la Genética** por ser el primer investigador que utilizó el método científico y expresó los resultados de los cruzamientos controlados que realizaba, en términos matemáticos o estadísticos.

De este modo, dedujo unas leyes que permiten comprender y predecir, en la mayor parte de los casos, cómo se produce la herencia de los caracteres. Aunque presentó sus conclusiones "Experimentos de hibridación de plantas" ante la Sociedad de Historia Natural de Brünn en 1865 y fueron publicadas en 1866, no fue hasta 1900, cuando otros autores, como **De Vries**, **redescubrieron las leyes de Mendel**.

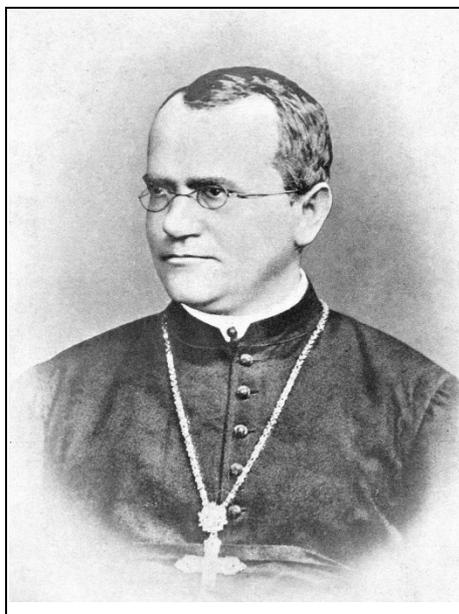


Imagen 34: Gregor Mendel (1822–1884). Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Gregor_Mendel#/media/File:Gregor_Mendel_oval.jpg.

Autor: Bateson, William. Licencia: Dominio público.

Conceptos de genética.

Una determinada especie está formada por individuos que presentan unos rasgos comunes de aspecto (color del pelo, forma y color de los ojos, talla, peso, etc.), de comportamiento (agresividad, inteligencia, pautas sexuales), de fisiología (presencia de ciertas enzimas y hormonas, etc.), etc. La información sobre estos caracteres se encuentra en el ADN del núcleo, y se transmite de padres a hijos. Cada fragmento de ADN que contiene información para expresar un determinado carácter se llama **gen**, y un **cromosoma contiene** varios de estos **genes**.

Los **genes** contenidos en el ADN **aportan la información sobre los distintos caracteres del individuo**. Cada carácter, determinado por un gen, **puede tener varias alternativas distintas o alelos**. El **genotipo** es el **conjunto de genes del individuo**. La expresión de este genotipo, en función de un determinado ambiente, constituye el **fenotipo** del individuo. Es decir, el fenotipo **es lo que vemos de ese individuo**, si tiene ojos claros u oscuros, si tiene el pelo liso o rizado, etc. El fenotipo está influenciado por el ambiente, ya que lo puede modificar. El genotipo, en cambio, no está influenciado por el ambiente.

En los **seres diploides**, el ADN está agrupado en **pares de cromosomas**. En cada uno de estos pares, **un cromosoma procede del padre y otro de la madre (cromosomas homólogos)**. Cada gen aparece en los dos cromosomas de cada par, por lo que **un determinado carácter** está determinado por estos dos genes, que pueden ser iguales o diferentes. **Los alelos son los distintos tipos de genes posibles que puede haber para ese carácter**. Por ejemplo, el tener los ojos claros se debe a la acción de

un alelo, y el tenerlos oscuros, a la acción de otro alelo distinto. Un individuo puede tener los dos alelos iguales, en el mismo par de cromosomas, o diferentes.

Si los dos alelos del par son iguales, se dice que el individuo es **homocigótico o raza pura para ese carácter**.

Si los dos alelos del par son distintos, se dice que el individuo es **heterocigótico o híbrido para ese carácter**.

Los cromosomas homólogos son un par de cromosomas, uno procedente del padre y otro de la madre, que contienen los mismos genes, pero pueden tener diferentes alelos.

Como hemos visto, **el genotipo es el conjunto de genes de un individuo**. Pero no se manifiestan todos los alelos que tenemos, ya que cada carácter está determinado por dos alelos, y puede que uno de ellos no llegue a manifestarse. Por eso hay caracteres que quedan ocultos, sin manifestarse, pero sí se expresan en los fenotipos de abuelos y nietos.

Conceptos de genética que tenemos que tener claros
--

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Gen: es un fragmento de cromosoma responsable de la aparición de un carácter hereditario. La genética molecular define a un gen como un fragmento de ADN (secuencia de nucleótidos) responsable de la síntesis de una proteína. |
| <ul style="list-style-type: none">• Locus. Es el lugar del cromosoma donde se sitúa el gen. En plural, se llama loci. |
| <ul style="list-style-type: none">• Genes homólogos. Los cromosomas homólogos presentan loci equivalentes. Es decir, los dos tienen el gen con la información para el mismo carácter en la misma posición. Por tanto, en células diploides, cada carácter está regulado por dos genes. |
| <ul style="list-style-type: none">• Alelos. Son cada uno de los diferentes genes posibles que se pueden localizar en un locus determinado. Dos alelos de cromosomas homólogos pueden contener la misma información o no. |
| <ul style="list-style-type: none">• Individuo homocigótico o raza pura (para un carácter). Cuando los dos genes de cromosomas homólogos contienen la misma información, es decir, tienen el mismo alelo. |
| <ul style="list-style-type: none">• Individuo heterocigótico o híbrido (para un carácter). Cuando los dos genes de cromosomas homólogos contienen distinta información, es decir, tienen dos alelos distintos. |
| <ul style="list-style-type: none">• Genotipo y fenotipo. El genotipo es el conjunto de genes que tiene un individuo. El fenotipo de un individuo es el conjunto de caracteres que manifiesta. El fenotipo está determinado por el genotipo e influenciado por el ambiente. |

En el siguiente vídeo explican los conceptos generales de la genética



Vídeo 8: Conceptos generales de genética.

Autor: Francisco Bueno Manso Fuente: [Youtube](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=FtHU4T3ofcE>

4.1) Las leyes de Mendel

Primera ley de Mendel

Cuando se cruzan dos variedades de raza pura (homocigóticas, una AA y la otra aa) que difieren en un carácter, la descendencia es uniforme, presentando además el carácter dominante.

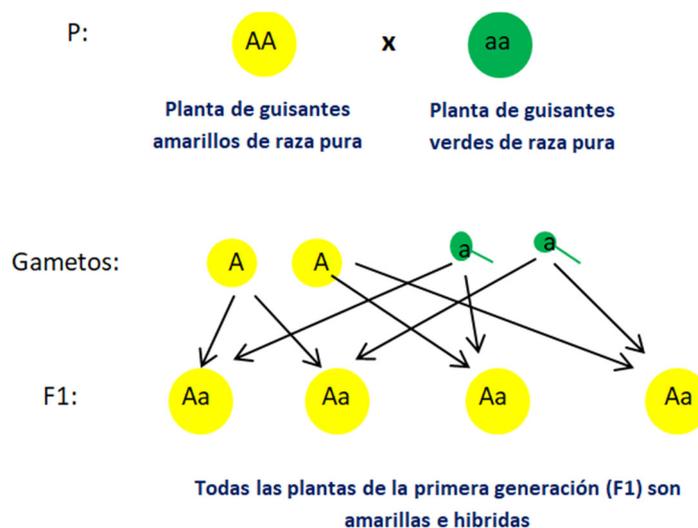


Imagen 35: Primera ley de Mendel

Fuente: Elaboración propia



Vídeo 9: Primera ley de Mendel. Fuente: Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=ruVX13I4Efs>

Segunda ley de Mendel

Cuando se cruzan entre sí dos individuos heterocigóticos (Aa) de la primera generación (F1), reaparecen en la F2 los caracteres recesivos que no se manifestaron en la F1 en una proporción de 3:1.

F1: (Aa) x (Aa)

F2:

Gametos	A	a
A	(AA)	(Aa)
a	(Aa)	(aa)

Imagen 36: Segunda ley de Mendel
 Fuente: Elaboración propia.



Vídeo 10: Segunda ley de Mendel. Fuente: Youtube

https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=_PXczHlqMdc

Tercera ley de Mendel

En la transmisión de dos o más caracteres, cada par de alelos que controla un carácter se trasmite de forma independiente de cualquier otro par de alelos que controlen otro carácter.

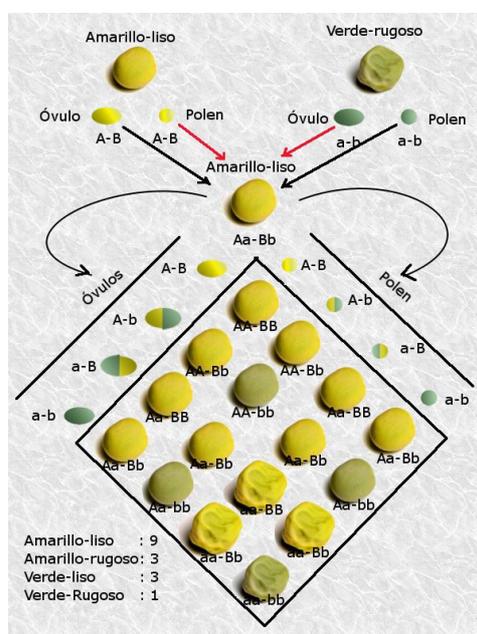


Imagen 37: Tercera ley de Mendel. Fuente:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=cruzamiento+dihibrido&title=Special:Search&go=Go&searchToken=3jsa25dmtmd02w0ys60h649lz#/media/File:MendelCruzamientosDihibridos.jpg>

Autor: Alejandro Porto. Licencia: Creative commons (CC).



Video 11: Tercera ley de Mendel. Fuente: Youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=xKn7hCgid0Y>

4.1.1) Problemas de genética mendeliana

Cómo resolver los problemas de genética

- Primero deberemos **leer atentamente el problema y analizar todos los datos que nos dan**. Anotaremos los genotipos y fenotipos de progenitores y descendientes que conozcamos.
- Tenemos que señalar cómo hemos denominado a los alelos, **reconociendo cuál es el alelo dominante y cuál es el recesivo. Representaremos el carácter dominante con una letra mayúscula, y el carácter recesivo con la misma letra, pero minúscula**. Por ejemplo, si el color negro es dominante sobre el blanco, podremos llamar N al color negro y n al color blanco.
- **El cruce entre los dos progenitores se representa poniendo el genotipo de los padres** (los dos alelos, primero el dominante si se trata de un individuo heterocigótico), **y entre ellos una x**. Por ejemplo, Aa x Aa, indica el cruce entre dos individuos heterocigóticos para ese carácter.
- **Indicamos los posibles gametos** (siempre haploides) **que puede aportar cada progenitor a sus descendientes**. En el ejemplo, cada progenitor aportará gametos con A y otros, con a.
- Habrá que **observar las posibles uniones que se pueden producir entre los gametos** de cada uno de los progenitores. Cuando el problema es complicado, es aconsejable hacer un cuadro de Punnett en el que veamos todas las posibles uniones entre los gametos aportados por los progenitores.

SOLUCIÓN:

- Genotipo: todos los descendientes son heterocigóticos AA
- Fenotipo: Todos los descendientes son altos

Problema de genética resuelto. 2ª Ley de Mendel

Cruzamos la F1 del problema anterior entre sí. ¿Qué fenotipos y genotipos tendrán los descendientes?

• **Datos**

A--Tallo alto

a--Tallo bajo

A > a

Los individuos que se cruzan son heterocigóticos Aa

Como en el problema anterior una vez que tenemos claro el enunciado y los datos ponemos el cruce:

P: Aa x Aa

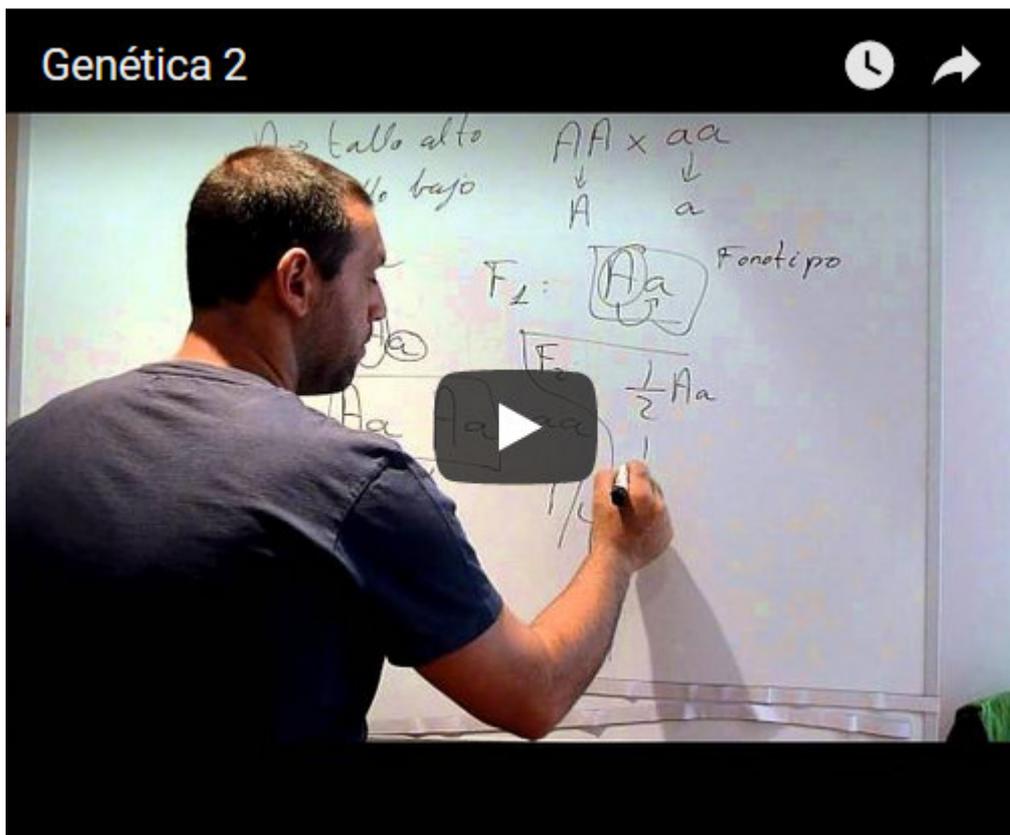
Gametos: A a A a cada progenitor produce dos tipos de gametos A y a. Podemos hacer la unión de gametos directamente o en cuadro de Punnet, lo vamos a hacer en el cuadro:

gametos	A	a
A	AA Alto	Aa Alto
a	Aa Alto	aa Bajo

SOLUCIÓN:

- Genotipo: 1 homocigótico dominante (AA); 2 heterocigóticos (Aa) y 1 homocigótico recesivo (aa)
- Fenotipo: 3 altos y 1 bajo

Vídeo donde se explica cómo hacer este problema



Vídeo 13: Problema resuelto de la 2ª ley de Mendel. Fuente: Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=Vi42wry-k0I>

Problema de genética resuelto. 3ª Ley de Mendel

Se cruzan dos plantas dihíbridas (diheterocigóticas) altas, con flores moradas. Indica los genotipos y los fenotipos de su descendencia, sabiendo que el alelo del tallo alto domina sobre el del bajo y el alelo de las flores moradas domina sobre el de las blancas.

Una vez que hemos entendido el enunciado ponemos los datos.

- **Datos** decidimos que letras le vamos a poner a cada alelo. Recuerda puedes poner cualquier letra, pero al dominante mayúscula y al recesivo la misma en minúscula.

A alelo de planta alta

a alelo planta baja

A > a

B alelo flores moradas

b alelo flores blancas

B > b

El problema nos habla de dihíbridos, por tanto quiere decir que las plantas tendrán un alelo dominante y uno recesivo para cada característica, por tanto serán: **AaBb**

Ahora planteamos el problema:

P: AaBb x AaBb Ahora tenemos que ver que gametos se forman para ello tenéis que hacer todas las combinaciones posibles entre los alelos que tiene:



como las dos plantas son iguales las dos forman los gametos anteriores, ahora hacemos un cuadro de Punnet donde pondremos todos los gametos.

gametos	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB alta morada	AABb alta morada	AaBB alta morada	AaBb alta morada
Ab	AABb alta morada	AAbb alta blanca	AaBb alta morada	Aabb alta blanca
aB	AaBB alta morada	AaBb alta morada	aaBB baja morada	aaBb baja morada
ab	AaBb alta morada	Aabb alta blanca	aaBb baja morada	aabb baja blanca

SOLUCIÓN:

- Los genotipos se ven en el cuadro de Punnet
- Los fenotipos son 9 altas moradas, 3 altas blancas, 3 bajas moradas y 1 baja blanca

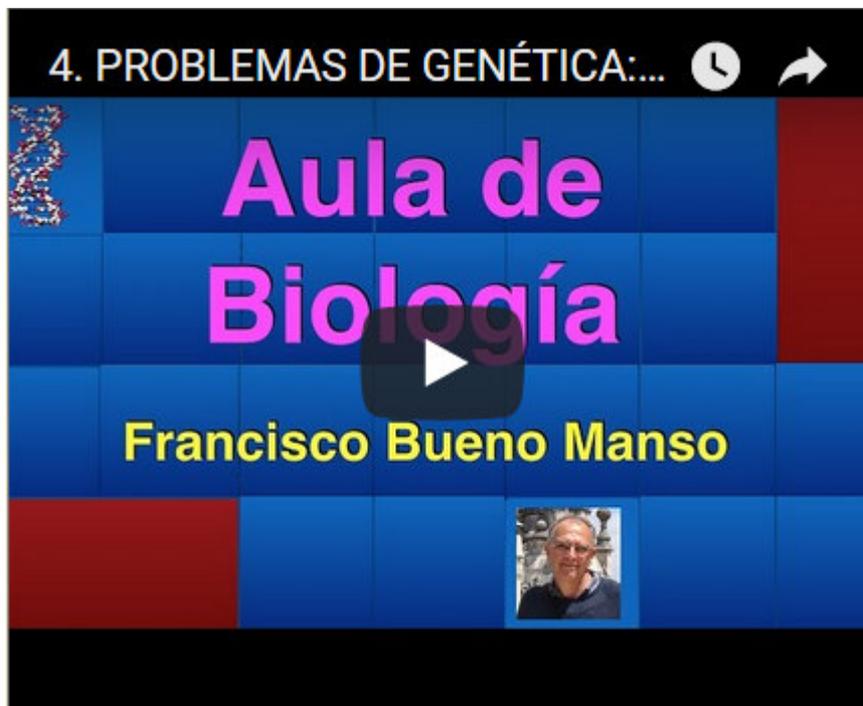
Vídeo donde se explica cómo hacer este problema



Vídeo 14: Problema resuelto de la 3ª ley de Mendel. Fuente: Youtube

https://www.youtube.com/watch?v=XAA-3Msv_XM

En el siguiente vídeo explican otros problemas de genética mendeliana:



Vídeo 15: Problemas de genética: ovejas y pimientos.
Autor: Francisco Bueno Manso Fuente: Youtube
https://www.youtube.com/watch?v=-S9hiEqX_RI

Ejercicio 40

Una cobaya de pelo blanco, cuyos padres son negros, se cruza con otra cobaya de pelo negro, nacida de un padre de pelo negro y una madre de pelo blanco. ¿Cómo serán los genotipos de las cobayas que se cruzan y de su descendencia?

Ejercicio 41

Un perro de pelo rizado y una perra de pelo rizado tuvieron un cachorro de pelo liso y otro de pelo rizado. ¿Cómo será el genotipo de la pareja y de los cachorros? El pelo rizado (R) domina sobre el liso (r).

¿Cómo se podría saber si el cachorro de pelo rizado es de raza pura para ese carácter mediante un solo cruzamiento?

Ejercicio 42

En una determinada especie de plantas el color azul de la flor, (A), domina sobre el color blanco (a).

¿Cómo serán los descendientes del cruce de plantas de flores homocigóticas azules con plantas de flores blancas, también homocigóticas?

Ejercicio 43

Algunos tipos de miopía dependen de la existencia de un gen dominante (A), mientras que el gen para la vista normal es recesivo (a).

¿Qué genotipos y fenotipos tendrán los hijos de un hombre con visión normal y de una mujer miope heterocigótica?

Ejercicio 44

El que los humanos puedan "hacer el capazo con la lengua" o "enrollar la lengua en U" depende de un gen dominante (L), mientras que el gen que determina no poder plegarla es recesivo (l). Ramón sí que puede enrollarla, pero María, su mujer, no puede hacerlo. José, el padre de Ramón, tampoco puede enrollarla.

¿Qué probabilidad hay de que los hijos de Ramón y María puedan enrollar su lengua en U?

Ejercicio 45

En los humanos, el pelo en pico (o pico de viuda) depende de un gen dominante (W), mientras que el gen que determina el pelo recto es recesivo (w).

¿Cómo serán los hijos de un hombre con pelo en pico, homocigótico, y de una mujer con pelo recto, homocigótica?

Ejercicio 46

La aniridia (dificultades en la visión) en el hombre se debe a un factor dominante (A). La jaqueca es debida a otro gen también dominante (J). Un hombre que padecía de aniridia y cuya madre no, se casó con una mujer que sufría jaqueca, pero cuyo padre no la sufría. Ni el hombre tenía jaqueca, ni la mujer aniridia. ¿Qué proporción de sus hijos sufrirán ambos males?

Ejercicio 47

Supongamos que en los humanos, la herencia del color del pelo y de los ojos es sencilla y está determinada por dos genes autosómicos con las siguientes relaciones: Color marrón de los ojos (A) dominante sobre el azul (a) y cabello oscuro (B) dominante sobre el cabello rubio (b).

- a) Un hombre de ojos marrones y pelo oscuro se casa con una mujer de ojos azules y pelo oscuro y tienen 2 hijos, uno de ojos marrones y pelo rubio y otro de ojos azules y pelo oscuro. Indique razonadamente los genotipos de los padres y de los hijos.
- b) Si el hombre del apartado anterior de ojos marrones y cabello oscuro se casara con una mujer de ojos azules y pelo rubio. ¿Qué genotipos y fenotipos podrían tener los hijos de la pareja?

4.2) La herencia del sexo y ligada al sexo

En los organismos eucariotas existen dos series de cromosomas que pueden agruparse en parejas de homólogos. Estos cromosomas son iguales en su forma y tamaño salvo en el caso de dos de ellos que son diferentes según el sexo del individuo; son los denominados **cromosomas sexuales**.

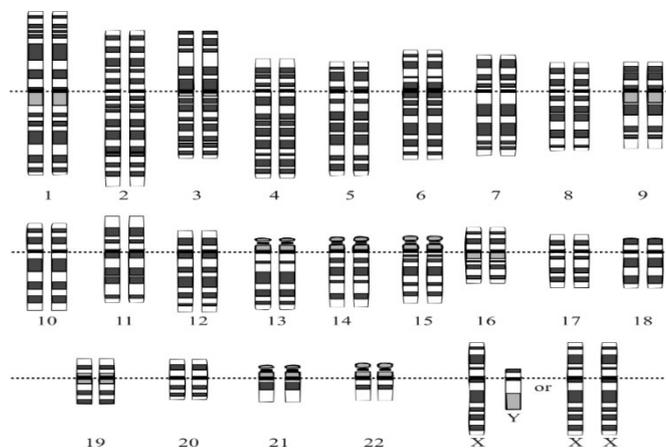


Imagen 38: Cariotipo de una mujer.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Genoma_humano#/media/File:Karyotype.png.
 Autor: National Human Genome Research Institute. Licencia: Creative commons (CC).



Imagen 39: Cariotipo de un hombre.

Fuente: Adaptación de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cariotipo>.
 Autor: Courtesy. Licencia: Dominio público

En los mamíferos, las **hembras los tienen los cromosomas sexuales iguales**, llamándose a su genotipo **XX** mientras que en los **machos los tienen distintos**, su genotipo es **XY**.

Herencia del sexo en los mamíferos.

La **hembra** en sus **óvulos** tiene el **cromosoma X**, mientras que los **machos** pueden formar **espermatozoides** de dos tipos, **unos** tienen el **cromosoma X** y **otros tienen el Y**. Si cruzamos un macho y una hembra la descendencia será la mitad hembras y la mitad machos, como se ve en la imagen.

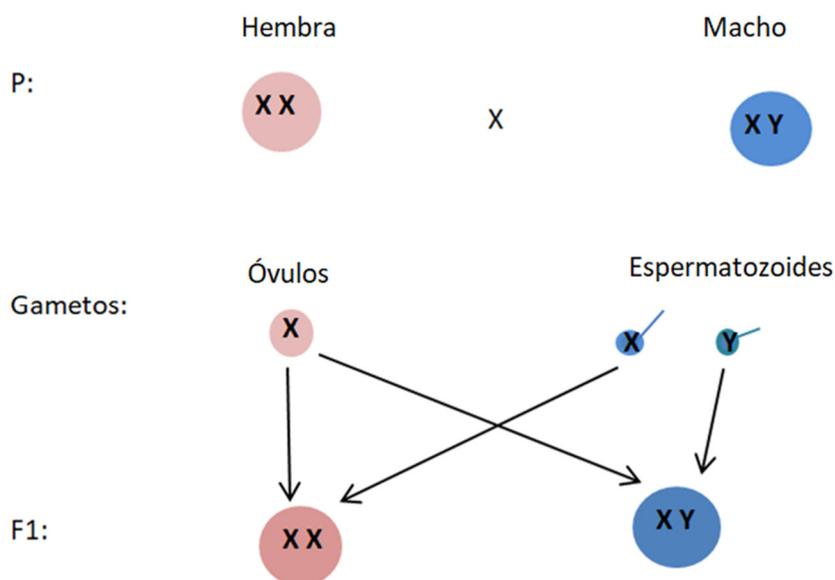


Imagen 40: Herencia del sexo. Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la imagen el **responsable del sexo de los descendientes es el macho**, si el espermatozoide que se une al óvulo lleva el cromosoma X la pareja tendrá una hembra, pero si se une el espermatozoide que lleva el cromosoma Y, tendrá un macho.

Herencia ligada al sexo

Los genes cuyos loci están en el mismo cromosoma, tienden a heredarse juntos, son los **genes ligados**. Si estos **genes están en un cromosoma sexual**, hablaremos de **herencia ligada al sexo**.

Al ser distintos los cromosomas sexuales X e Y, los genes cuyos loci están en estos cromosomas se transmiten de distinto modo en machos y en hembras.

El cromosoma X, además de contener genes responsables de los caracteres sexuales, también contiene genes con información para otros caracteres. Las hembras (XX) necesitan ser homocigóticas recesivas para manifestar el fenotipo del carácter recesivo, pero si son heterocigóticas, aunque no manifiesten ese carácter, sí pueden transmitirlo a sus descendientes. Se dice entonces que la hembra es portadora para ese carácter. Los machos (XY), en cambio, pueden que tengan un segmento del cromosoma X sin el

homólogo correspondiente del cromosoma Y, por ser éste más pequeño. En este caso, bastará con que aparezca el carácter recesivo en ese segmento de cromosoma X para que se manifieste. El macho, no podrá ser únicamente portador, como sucedía en las hembras.

A este tipo de herencia se le conoce como herencia ligada al sexo. Dos casos muy conocidos son el del daltonismo y la hemofilia, que se transmiten del mismo modo, salvo que las mujeres hemofílicas no suelen llegar a nacer. En los dos casos se debe a un alelo recesivo situado en el segmento diferencial del cromosoma X.

En el cuadro siguiente puedes ver los posibles genotipos y fenotipos para el daltonismo y la hemofilia.

DALTONISMO		HEMOFILIA	
MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
$X^D X^D$ = visión normal	XDY = visión normal	$XHXH$ =normal	XHY =normal
$X^D X^d$ = visión normal, portadora de daltonismo	XdY =daltónico	$XHXh$ =normal, portadora de hemofilia	XhY =hemofílico
$X^d X^d$ = daltónica		$XhXh$ =hemofílica	

Los cromosomas sexuales, además de tener los genes relacionas con el sexo, contienen otros genes para caracteres somáticos (no sexuales), cuya manifestación en el fenotipo dependerá del sexo del individuo por estar localizados en el cromosoma X o Y.

La hemofilia y el daltonismo, como otras alteraciones, se deben a la presencia de un alelo recesivo ligado al cromosoma X. Por tanto, los hombres nunca podrán ser heterocigóticos, pues tendrán o el alelo dominante o el recesivo, siendo personas sanas o enfermas, respectivamente. Las mujeres, en cambio, podrán ser homocigóticas dominantes (personas normales), heterocigóticas (normales, pero portadoras del alelo recesivo causante de la enfermedad), y homocigóticas recesivas (daltónicas o, en el caso de la hemofilia, es letal en homocigosis, por lo que no existen hemofílicas).

Representaremos el alelo D, dominante, como X^D , y el alelo recesivo, X^d , que es el que determina estos caracteres.

4.2.1) Problemas de herencia ligada al sexo

Para resolver los problemas de herencia ligada al sexo, seguiremos las indicaciones del apartado problemas de genética mendeliana, pero tendremos en cuenta que los alelos los pondremos como superíndice del cromosoma X, ya que están ligados a él. Por ejemplo: si D=visión normal y d=daltónico, los tendremos que poner X^D = visión normal y X^d = daltónico; ya que la herencia no es igual en las mujeres que en los hombres

Problemas resueltos de daltonismo

1. El daltonismo está determinado por un gen recesivo (d) ligado al cromosoma X. ¿Cómo podrán ser los descendientes de un hombre daltónico y una mujer normal no portadora?

DATOS	CRUCE	SOLUCIÓN
<p>X^D = visión normal</p> <p>X^d = daltónico</p> <p>$X^D > X^d$</p> <p>El hombre daltónico será X^dY</p> <p>La mujer no portadora X^DX^D.</p>	<p>Cruce: $X^dY \times X^DX^D$</p> <p>Gametos:</p> <p>Hombre $X^d \quad Y$</p> <p>Mujer X^D</p> <p>F1: $X^DX^d \quad X^DY$</p>	<p>Fenotipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Todas las hijas serán portadoras (con visión normal). Todos los hijos tendrán visión normal.

2. El daltonismo está determinado por un gen recesivo (d) ligado al cromosoma X. ¿Cómo podrán ser los descendientes de un hombre daltónico y una mujer no daltónica, hija de un hombre daltónico? El hombre daltónico será X^dY . La mujer,

DATOS	CRUCE	SOLUCIÓN
<p>X^D = visión normal</p> <p>X^d = daltónico</p> <p>$X^D > X^d$</p> <p>El hombre daltónico será X^dY.</p> <p>La mujer al ser hija de un daltónico que le transmitió la X^d, será X^DX^d.</p>	<p>Cruce: $X^dY \times X^DX^d$</p> <p>Gametos: $X^d \quad Y \quad X^D \quad X^d$</p> <p>F1: $X^DX^d \quad X^dX^d \quad X^DY \quad X^dY$</p>	<p>Genotipo/Fenotipo</p> <p>X^DX^d / mujer normal.</p> <p>X^dX^d / mujer daltónica.</p> <p>X^DY / hombre normal.</p> <p>X^dY / hombre daltónico.</p>

Problemas resueltos de hemofilia

1. La hemofilia está determinada por un gen recesivo ligado al cromosoma X. ¿Cómo podrán ser los descendientes de un hombre normal (X^HY) y una mujer portadora (X^HX^h)?

DATOS	CRUCE	SOLUCIÓN
X^H = normal X^h = hemofílico $X^H > X^h$ Padres: <ul style="list-style-type: none"> • hombre normal (X^HY) • mujer portadora (X^HX^h) 	Cruce: X^HY x X^HX^h Gametos: X^H Y X^H X^h F1: X^HX^H X^HX^h X^HY X^hY	Genotipo/Fenotipo X^HX^H / mujer normal. X^HX^h / mujer normal (portadora). X^HY / hombre normal. X^hY / hombre hemofílico.

2. Una mujer no hemofílica, cuyo padre sí lo era, se emparejó con un hombre no hemofílico.

- ¿Cuál es la probabilidad de que tengan un hijo varón hemofílico?
- ¿Cuál es la probabilidad de que tengan una hija hemofílica?
- ¿Cuál es el genotipo de la descendencia?
- ¿Cómo se transmite esta enfermedad?

DATOS	CRUCE	SOLUCIÓN
X^H = normal X^h = hemofílico $X^H > X^h$ Padres: <ul style="list-style-type: none"> • Mujer X^HX^h (portadora, ya que el padre era hemofílico X^hY) • Hombre X^HY 	Cruce: X^HY x X^HX^h Gametos: <ul style="list-style-type: none"> • Hombre: X^H Y • Mujer: X^H X^h F1: X^HX^H ; X^HX^h ; X^HY ; X^hY	a) ¿Cuál es la probabilidad de que tengan un hijo varón hemofílico? El 50% de los hijos varones será hemofílico b) ¿Cuál es la probabilidad de que tengan una hija hemofílica? Ninguna. Las hijas serán sanas, la mitad portadoras. c) ¿Cuál es el genotipo de la descendencia? 25% X^HX^H , 25% X^HX^h , 25% X^HY , 25% X^hY d) ¿Cómo se transmite esta enfermedad? Se trata de una enfermedad ligada al sexo, concretamente al cromosoma X.

Ejercicio 48

En humanos, la presencia de una fisura en el iris está regulada por un gen recesivo ligado al sexo (X^f). De un matrimonio entre dos personas normales nació una hija con dicha anomalía. El marido solicita el divorcio alegando infidelidad de la esposa.

Explica el modo de herencia del carácter, indicando los genotipos del matrimonio y a qué conclusión debe llegar el juez en relación con la posible infidelidad de la esposa, teniendo en cuenta el nacimiento de la hija que presenta la fisura.

Ejercicio 49

- a) ¿Puede un hijo normal tener un padre daltónico? ¿Y una madre?
- b) ¿Pueden unos padres normales tener un hijo daltónico? ¿Y una hija?

Ejercicio 50

El daltonismo depende de un gen recesivo (d) (situado en el cromosoma X). Una mujer de visión normal cuyo padre era daltónico, se casa con un varón de visión normal cuyo padre también era daltónico. ¿Qué tipo de visión normal cabe esperar de la descendencia?

Ejercicio 51

- a) ¿Cómo serán los hijos varones de una mujer normal y portadora de la hemofilia y un hombre hemofílico?
- b) ¿Qué probabilidad hay de que tengan una hija portadora de la hemofilia?

Ejercicio 52

Un gen recesivo ligado al sexo determina la hemofilia en la especie humana. Una mujer no hemofílica, cuyo padre sí lo era, se empareja con un hombre no hemofílico.

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que tenga un hijo varón hemofílico?
- b) ¿Cuál es la probabilidad de que tenga una hija hemofílica?

5) Mutación genética

Si se produce un **cambio en la información genética contenida en el ADN de las células**, se dice que se produce una **mutación genética**. Estas alteraciones **se pueden producir en la duplicación del ADN** o en los mecanismos naturales de reparación de errores en la duplicación, o por fallos en el reparto de cromosomas durante la división celular. Pero también **se pueden deber a otros agentes mutagénicos, como radiaciones, sustancias químicas**, etc.

Tipos de mutaciones

Las mutaciones se pueden clasificar de varias formas.

- Según el ADN afectado se distinguen estas mutaciones:
 - Mutación génica o puntual. Son mutaciones que afectan sólo a la secuencia de nucleótidos de un gen. Se producen cambios en las bases nitrogenadas, sustituyéndose una por otra, o perdiendo o ganando alguna base nitrogenada, lo que provoca cambios en la estructura del ADN.

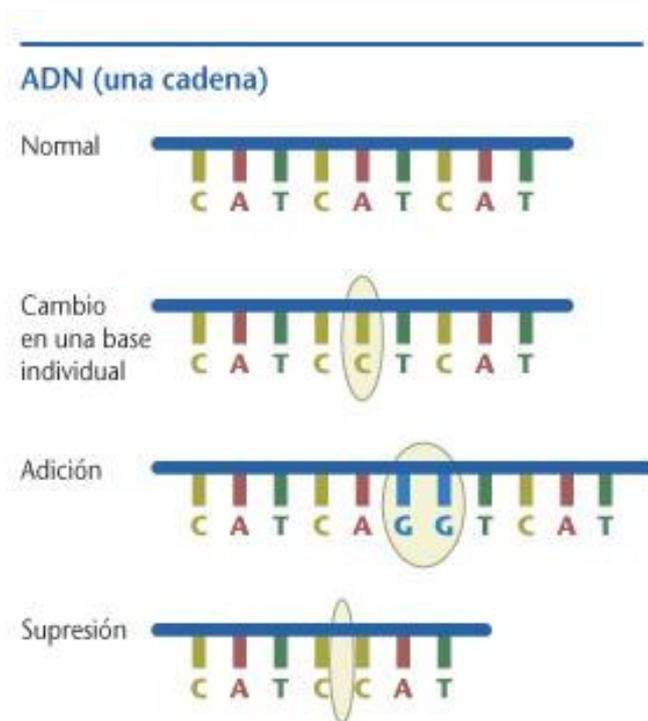


Imagen 41: Mutación ADN.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AMutaci%C3%B3n_ADN.jpg.

Autor: Desconocido. Licencia: Dominio público.

- Mutación cromosómica. Se producen alteraciones en la estructura del cromosoma, bien porque se ha perdido algún segmento de un cromosoma, se intercambian fragmentos con otros cromosomas, etc.

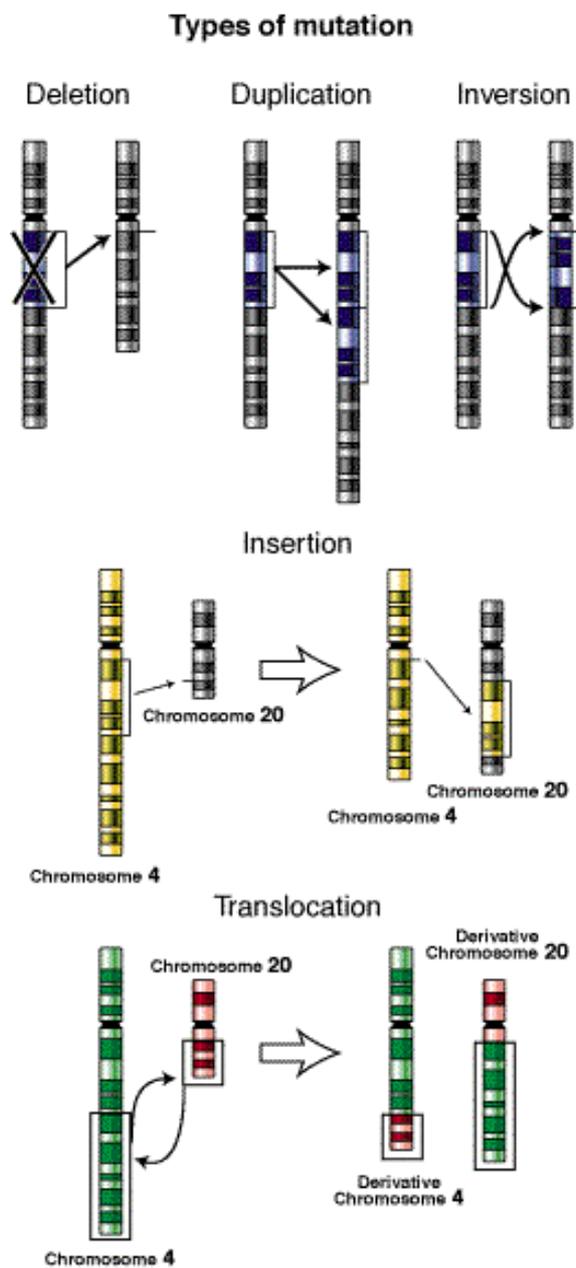


Imagen 42: Mutación ADN.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ATypes-of-mutation.png>.
Autor: Desconocido. Licencia: Dominio público.

- Mutación genómica. Afecta al cromosoma entero, alterando el número de cromosomas (genoma) del individuo, con algún cromosoma de más o de menos respecto al número normal de cromosomas de su especie.

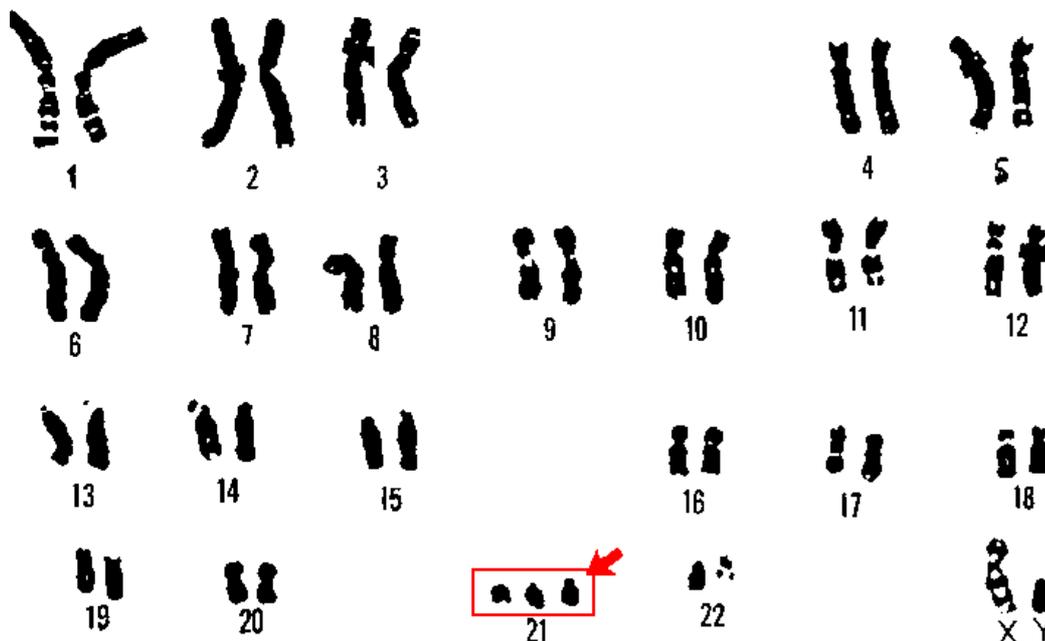


Imagen 43: Síndrome de Down.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADndrome_de_Down

Autor: U.S. Department of Energy Human Genome Program. Licencia: Dominio público.

- Según el **origen del mutación** se distinguen estas mutaciones:
 - Mutación espontánea. No son frecuentes, y se producen por causas naturales, como por un error en la replicación del ADN.
 - Mutación inducida. Causadas por la exposición a determinados agentes mutágenos, presentes en el medio ambiente, como las radiaciones (rayos gamma, UV, X), sustancias químicas (ácido nitroso, humo del tabaco), o algunos virus.

Consecuencias de las mutaciones

La principal consecuencia de las mutaciones es la aparición de nuevos alelos que originarán distintos fenotipos.

Las mutaciones **pueden ser**:

- Mutaciones neutras o inocuas, si no producen efectos, ni beneficios ni perjuicios, al organismo que las tiene.
- Mutaciones negativas, si causan daños al individuo que las porta, incluso puede causarle la muerte.
- Mutaciones beneficiosas. Los nuevos fenotipos pueden aumentar la probabilidad de supervivencia del organismo y de reproducirse, ya que proporcionan mejores características que le permiten adaptarse al medio ambiente.

La selección natural hace que tengan mayor probabilidad de **sobrevivir aquellos individuos que estén mejor adaptados a las condiciones del ambiente**, y que aquellos que estén peor adaptados, tengan más dificultades para sobrevivir.

Las mutaciones tienen importancia biológica, ya que **son una fuente de variabilidad o diversidad genética de las poblaciones y permite la evolución de las especies**.

Ejercicio 53

¿Qué es una mutación?

Ejercicio 54

¿Qué tipos de mutaciones existen según el ADN afectado?

Ejercicio 55

¿Qué relación existe entre las mutaciones y la evolución?

6) Enfermedades genéticas

Bajo este epígrafe se recogen todas aquellas alteraciones de nuestra salud que se deben al mal funcionamiento de un gen determinado, bien porque produce una proteína defectuosa, no funcional, o bien porque no llega a producir la proteína.

Según estimaciones actuales, al menos el 10% de los recién nacidos padecen, o padecerán en el curso de la vida, alguna enfermedad de tipo total o parcialmente genético. Algunas personas sanas pueden tener alteraciones en su material hereditario capaces de provocar enfermedades a su descendencia.

El genoma humano existe entre 30.000 genes diferentes, lo que implica la existencia de, al menos, 30.000 enfermedades genéticas, sin tener en cuenta las posibles interacciones génicas que también existen.

En cada cromosoma se pueden encontrar secuencias alteradas responsables de enfermedades genéticas.

Estas enfermedades se deben al mal funcionamiento de un gen, bien desde el nacimiento, tratándose entonces de una **enfermedad CONGÉNITA y HEREDITARIA**, o bien por alguna alteración a lo largo de la vida del individuo, por la acción de agentes mutagénicos, de virus, etc., siendo entonces **enfermedades ADQUIRIDAS** que sólo pueden ser hereditarias si afectan al tejido germinal encargado de formar los óvulos y los espermatozoides; cualquier alteración que sólo afecte a células somáticas no podrá ser hereditaria.

Causas de las enfermedades genéticas

Las principales causas del desarrollo de enfermedades genéticas se pueden resumir en las siguientes:

1. Genes transmitidos de padres a hijos.
2. Anomalías en el número o en la estructura de los cromosomas.
3. Trastornos debidos a la combinación de factores genéticos y ambientales.
4. Exposición a medicamentos tóxicos, radiaciones, virus o bacterias durante el embarazo.

Personas de riesgo

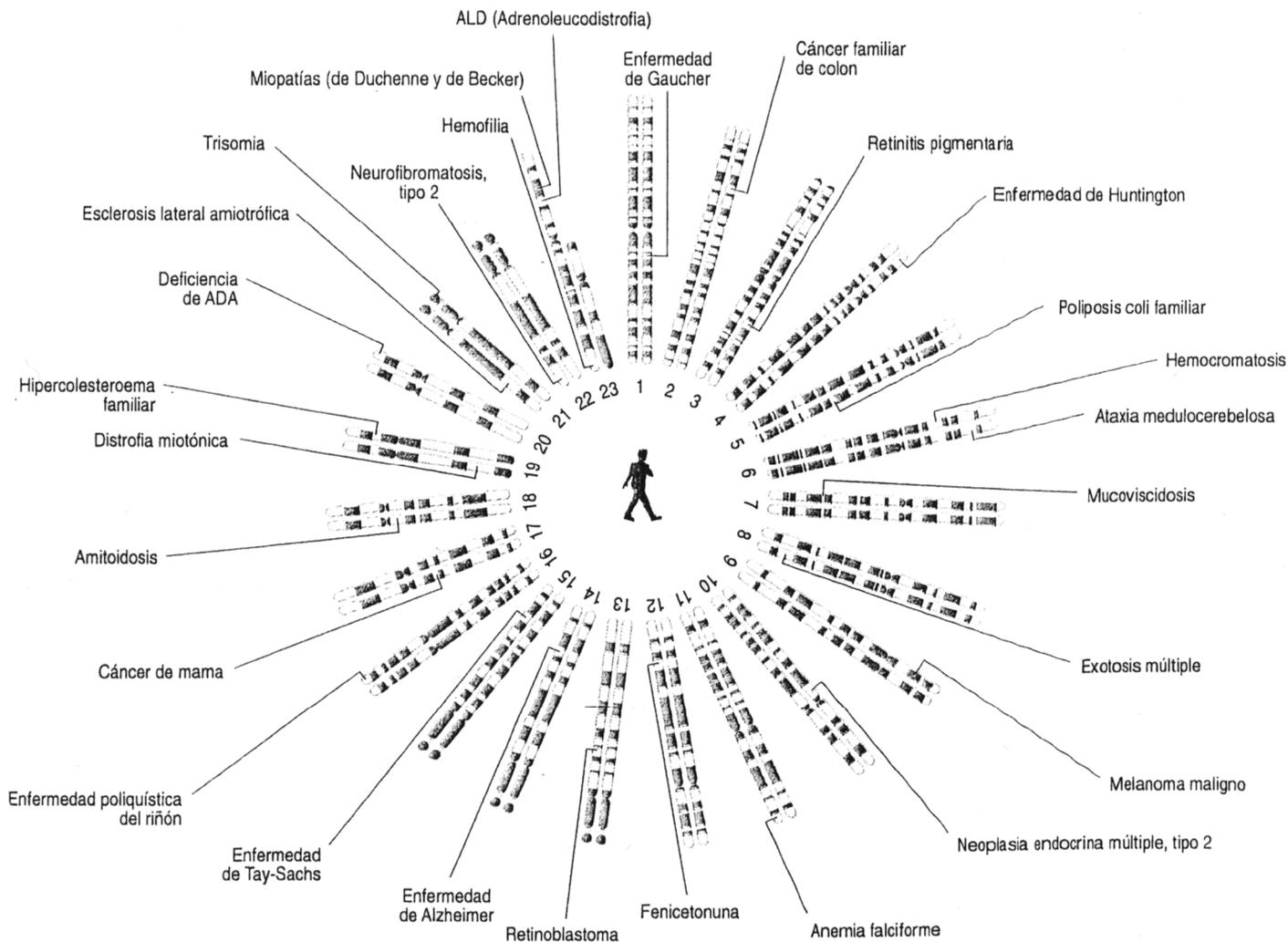
- Las parejas que han tenido un hijo con alguna enfermedad hereditaria.
- Las personas que padecen una enfermedad genética y quieren tener hijos.
- Las mujeres que presentan dificultades repetidas para culminar sus embarazos.
- Las mujeres mayores de 35 años y los hombres mayores de 50 años.
- Las personas que tienen antecedentes familiares de enfermedades hereditarias.
- Las parejas consanguíneas.
- Las personas que han estado en contacto con agentes capaces de producir mutaciones (radiaciones, sustancias químicas, etc).

Algunas enfermedades genéticas frecuentes

- **Cáncer:** Enfermedad cuyas causas no pueden ser atribuidas a una sola razón, pero parte de los variados tipos de cáncer tiene su origen en ciertos genes llamados ONCOGENES, que desencadenan la independización de algunas células que empiezan a dividirse y a utilizar recursos y espacios de células sanas, llegando a destruir los órganos que afectan, pudiendo, además, extenderse a otros órganos (METÁSTASIS).
- **Enfermedad de Alzheimer:** Provoca la degeneración del sistema nervioso central a nivel del encéfalo, lo cual origina la pérdida de diversas capacidades humanas, desde la memoria, hasta las funciones motoras y sensitivas.
- **Distrofia de Duchenne:** Enfermedad progresiva que provoca la degeneración de la musculatura esquelética.
- **Hipercolesterolemia:** Aumento de los niveles de colesterol en sangre, responsable de la formación de placas arteriales, trombos, etc.
- **Enfermedad de Tay-Sachs:** Enfermedad metabólica que impide el desarrollo del sistema nervioso.
- **Trisomía del 21:** Conocida como Síndrome de Down o mongolismo, se caracteriza por serios problemas físicos, incluyendo trastornos cardíacos y retraso mental.
- **Hemofilia:** Incapacidad de coagular la sangre.

Ejercicio 56

Según la imagen, localiza las siguientes enfermedades en su cromosoma correspondiente:



Mapa genómico humano con algunas de las enfermedades genéticas conocidas. Se indica el estado de conocimientos de 1994 sobre pruebas de diagnóstico.

Imagen 44: Mapa genómico humano. Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/Genetica2/imagenes/enfermedades.gif>.
 Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

- Anemia falciforme, se encuentra en el cromosoma _____
- Hemofilia, se encuentra en el cromosoma _____
- Cáncer de mama, se encuentra en el cromosoma _____
- Enfermedad de Tay-Sachs, se encuentra en el cromosoma _____
- Enfermedad de Alzheimer, se encuentra en el cromosoma _____

7) La ingeniería genética (cortar y pegar ADN)

- **La ingeniería genética** es el conjunto de técnicas en la manipulación del ADN de organismos con el propósito de que sea aprovechable para las personas. De este modo, ha sido posible modificar el ADN de algunos organismos para poder diseñarlos con unas características determinadas.

Mediante la ingeniería genética **se puede quitar o añadir uno o más genes a un organismo**, aumentar el número de moléculas de ADN, clonar células e individuos completos, crear organismos genéticamente modificados (OGM), etc.

Algunas de las **herramientas** más importantes **para manipular el ADN** en el laboratorio son:

- **Enzimas de restricción.** Proteínas que permiten cortar el ADN por donde deseemos. Así, se puede aislar un gen determinado.
- **ADN ligasas.** Enzimas que permiten ligar (unir) distintos fragmentos de ADN.
- **Vectores de transferencia.** Moléculas de ADN que se pueden reproducir y se utilizan para transportar genes, como los plásmidos bacterianos.

Tecnología del ADN recombinante

1. Primero se **identifica y localiza el gen que interesa en el ADN**. Las enzimas de restricción se encargan de cortar los segmentos del gen deseado.
2. **El fragmento seleccionado se une al vector de transferencia** (un plásmido bacteriano) con ayuda de las enzimas ADN ligasas, obteniéndose un fragmento de ADN híbrido o recombinante.
3. Esta **molécula de ADN se transfiere a la célula hospedadora**, donde se replica y transmite a las células hijas el ADN recombinado. Así se ha creado un clon de células que contienen el gen de otra célula distinta.

Con esta técnica se ha conseguido, por ejemplo, que bacterias tengan los genes humanos necesarios para sintetizar insulina, o que ratones produzcan hormona del crecimiento humano. También se ha conseguido que algunas plantas, como patata o fresa, puedan soportar mejor las heladas, por ejemplo.

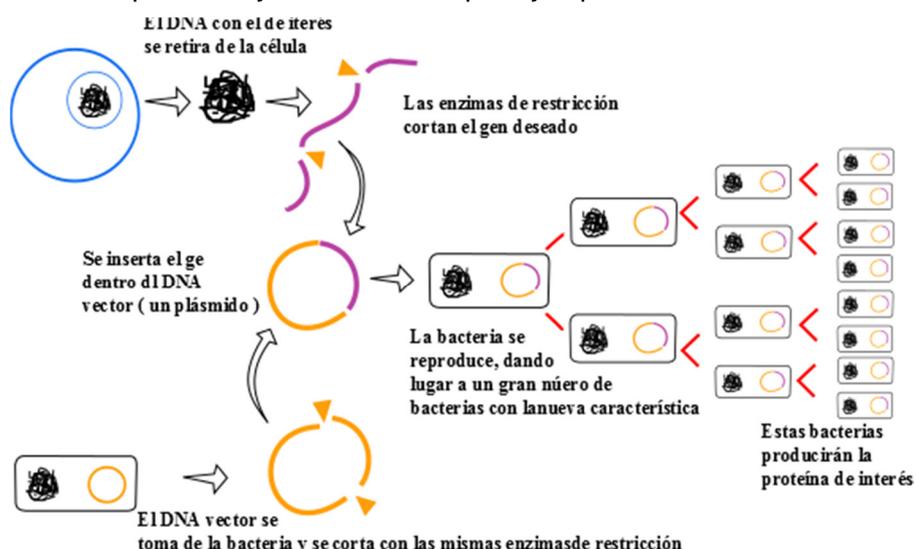


Imagen 44: Tecnología del ADN recombinante.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ADna_ligasa.png.

Autor: BQUB14-Mtejado. Licencia: Creative commons (CC).

¿Para qué se utiliza la ingeniería genética?

La ingeniería genética se utiliza para crear organismos genéticamente modificados (OGM) con distintas finalidades:

- **En la industria agrícola y ganadera, creando OGM que:**
 - Resistan las plagas y sequías.
 - Resistan las bajas temperaturas.
 - Resistan las variaciones de salinidad.
 - Obtengan una mayor producción.
 - Produzcan sustancias, como vitaminas o proteínas, que no posea el organismo sin modificar.
 - Resistan a los herbicidas.
 - Produzcan frutos con maduración retardada.
- **Obtención de alimentos transgénicos.** Alimentos más baratos por su mayor producción y con características interesantes para el consumo humano, aunque hay expertos y organizaciones que se oponen a su comercialización por desconocer los posibles efectos de estas especies sobre el medio ambiente y sobre la salud humana.
- **En la industria farmacéutica,** creando OGM que sean capaces de crear moléculas o sustancias que no generarían de una forma natural. Así, se pueden obtener antibióticos, hormonas, vacunas, y proteínas que no provoquen el efecto de rechazo en la persona que las recibe.
- **En medicina, mediante:**
 - Análisis genético, detectando enfermedades genéticas antes de que se desarrollen (Alzheimer, Parkinson, etc.) y poder prevenirlas y actuar sobre ellas en sus inicios.
 - Terapia génica, introduciendo determinados genes en el paciente para combatir determinadas enfermedades. Su pueden sustituir genes alterados, inhibir la acción de genes defectuosos o insertar nuevos genes.
 - Comparación del ADN de dos personas para la identificación de víctimas, pruebas de paternidad o de autoría de un delito.
- **En medio ambiente,** mediante biorremediación, se utilizan microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para devolver un medio ambiente contaminado a su condición natural. Se utilizan OGM para:
 - Recuperar suelos contaminados con metales pesados.
 - Obtener energía a partir de aguas residuales en las depuradoras.
 - Degradar residuos tóxicos, como por ejemplo, las mareas negras, donde se pueden utilizar bacterias capaces de degradar los hidrocarburos de petróleo y transformarlos en sustancias menos dañinas para el medio ambiente.
 - Obtener plásticos biodegradables a partir de bacterias modificadas genéticamente.

Aunque a veces se usen como sinónimos, los **organismos genéticamente modificados (OGM)** son seres vivos cuyos ADN ha sido modificado de modo artificial, mientras que se habla de organismos transgénicos para referirse a individuos que

contienen genes de individuos de otras especies, por lo que no son sinónimos. Los alimentos que contienen en su composición productos procedentes de estos organismos se llaman **alimentos transgénicos**.

Ejercicio 57

¿En qué consiste la ingeniería genética?

Ejercicio 58

Indica algunas aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.

Ejercicios resueltos

Ejercicio 1

¿Qué es el ciclo celular?

El ciclo celular es la secuencia de acontecimientos que tienen lugar desde que se origina una célula por división de otra célula anterior, hasta que vuelve a dividirse para dar lugar a nuevas células hijas.

Ejercicio 2

¿Cuáles son las fases del ciclo celular? Descríbelas

Interfase: es la etapa más larga de la vida de la célula. Comprende el período que transcurre entre el final de una división (mitosis) y la siguiente. Los principales procesos que ocurren durante la interfase son:

- La célula aumenta de tamaño.
- Al final de la interfase (cuando la célula decide dividirse) se produce la duplicación o replicación del ADN en el núcleo, de tal forma que cada cromosoma esté formado por dos filamentos idénticos. Así, cada célula hija recibirá la misma cantidad de ADN que la célula madre.
- Se producen nuevos orgánulos celulares.
- Se duplican los centriolos.

División: En las células eucariotas la división se puede hacer por **mitosis** o por **meiosis**

Ejercicio 3

Lea el párrafo que aparece abajo y complete con las siguientes palabras que faltan:

hereditaria	cromatina	equitativa	cromátidas	cromosomas
ADN	genes	duplica	brazos	centrómero

Los cromosomas son los portadores de nuestros genes. A su vez, nuestros genes son los que transmiten la información hereditaria de padres a hijos.

El ADN se encuentra en el núcleo de la célula, unido a proteínas, formando la cromatina. Cuando la célula se va a dividir, la cromatina se duplica para poder distribuir la información genética de forma equitativa entre las dos células hijas.

Tras la duplicación, cuando la célula empieza a dividirse, los cromosomas estarán formados por dos partes idénticas denominadas cromátidas, unidas entre sí por el centrómero, que divide a cada cromátida en dos partes denominadas brazos.

Ejercicio 4

Observa el dibujo del núcleo y completa con las palabras que faltan.

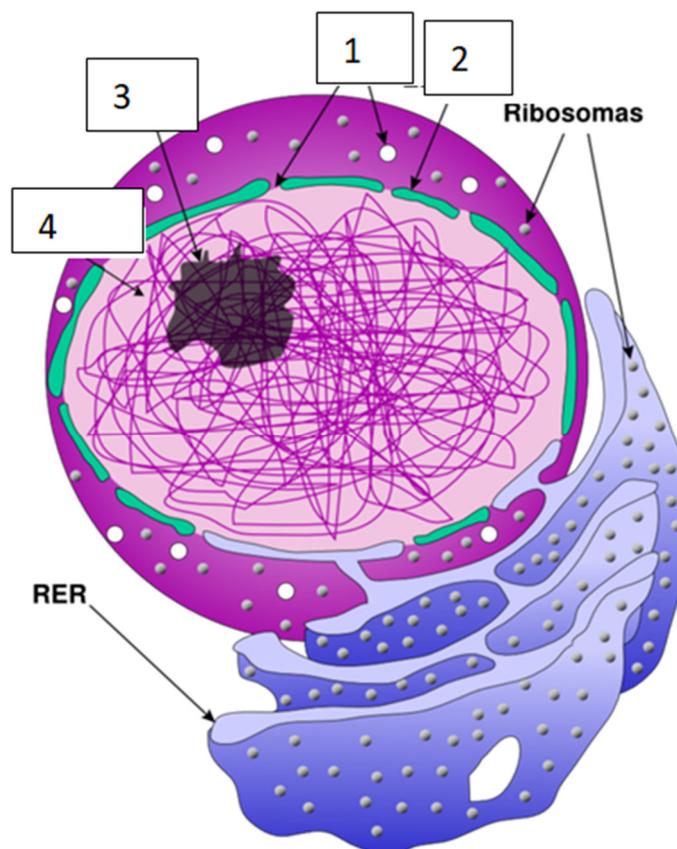


Imagen 5: Núcleo.

Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Nucleus_ER.png.

Autor: Magnus Manske. Licencia: Creative commons (CC).

El dibujo corresponde a un núcleo en interfase

Sus partes son:

El número 1 corresponde con los poros

El número 2 es la membrana nuclear.

El 3 es el nucléolo.

El 4 es la cromática.

Ejercicio 5

Observa el dibujo del cromosoma y completa con las palabras que faltan.

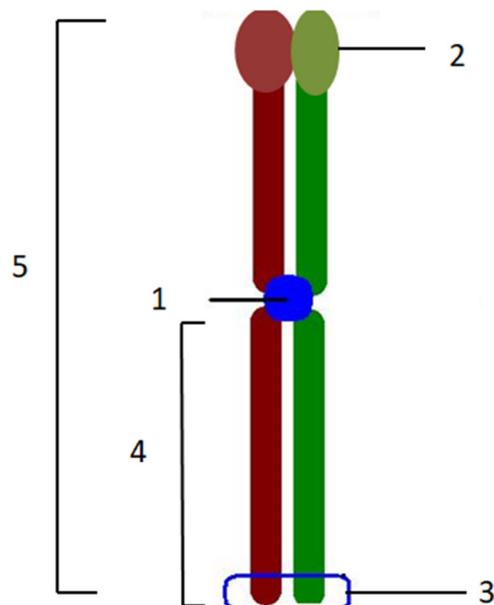


Imagen 6: Cromosoma. Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cromosoma_metaf%C3%A1sico.JPG. Autor: J.L. Pérez-Figueroa. Licencia: Dominio público.

El dibujo es un cromosoma metafásico que solo es visible en la fase de división del ciclo celular.

Las partes son las siguientes:

- El número 1 es el centrómero
- El 2 son los satélites
- El 3 son los telómeros
- El 4 son los brazos
- El 5 son las cromátidas

Ejercicio 6

Completa el siguiente cuadro sobre las diferencias entre el núcleo celular en interfase y en división, poniendo: si o no

	Núcleo en interfase	Núcleo en división
Tiene membrana nuclear	SI	NO
El ADN esta en forma de cromosomas	NO	SI
El ADN esta en forma de cromatina	SI	NO

Ejercicio 7

Relaciona cada número con la fase de la mitosis que corresponde:

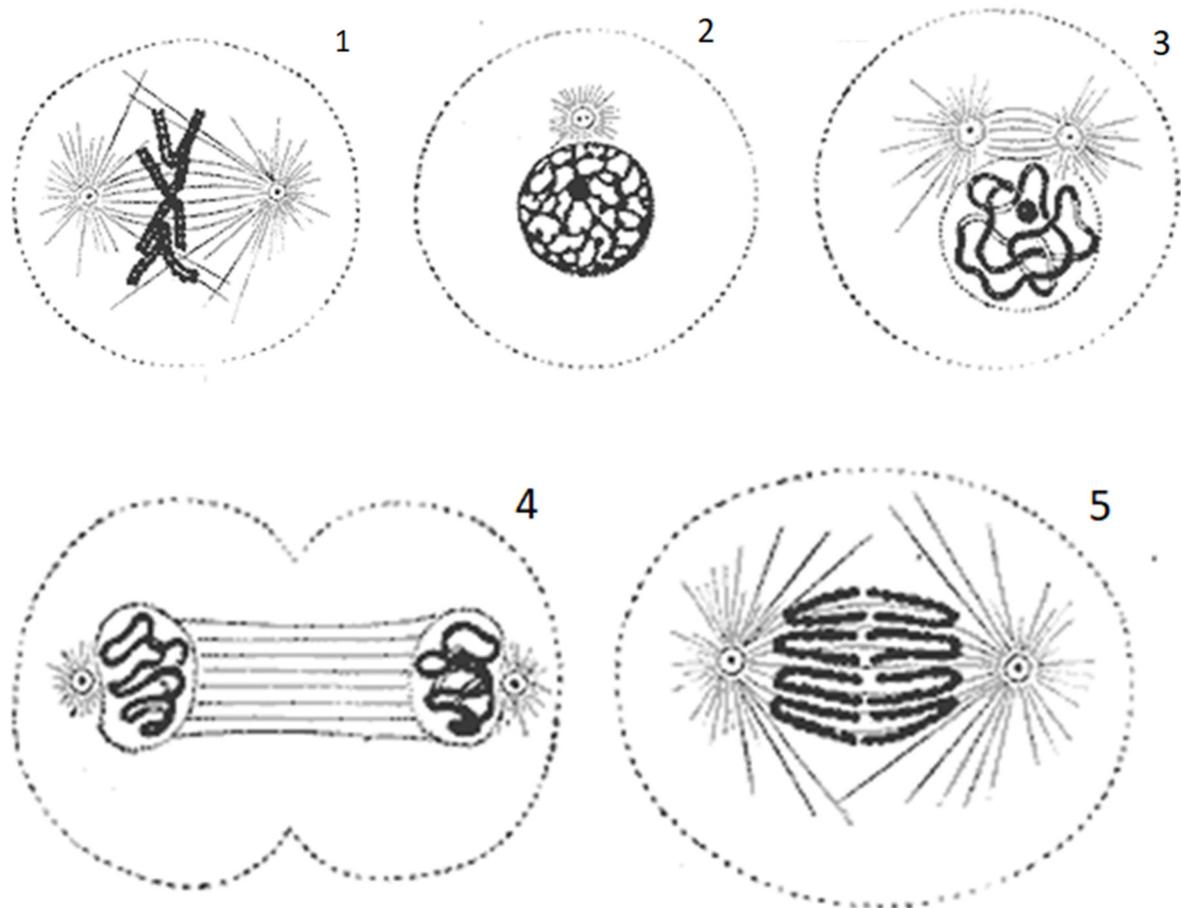


Imagen 13: Fases de la mitosis.

Fuente: Adaptación de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray2.png>.

Autor: Henry Vandyke. Licencia: Dominio público.

La interfase es el número 2

La profase es el número 3

La metafase es el número 1

La anafase es el número 5

La telofase es el número 4

Ejercicio 8

Indica la finalidad de la mitosis en los seres unicelulares.

La reproducción asexual del organismo.

Ejercicio 9

Indica la finalidad de la mitosis en los seres pluricelulares.

Aumentar las células para que el organismo pueda crecer, renovar las células dañadas y renovar tejidos.

Ejercicio 10

Si una célula humana de 46 cromosomas se divide por mitosis. ¿Qué cantidad de cromosomas tendrán las células hijas?

	a) 23
	b) 32
X	c) 46
	d) 92

Ejercicio 11

Si una célula humana de 46 cromosomas se divide por mitosis. ¿Cuántas células hijas se formaran?

	a) 1
X	b) 2
	c) 3
	d) 4

Ejercicio 12

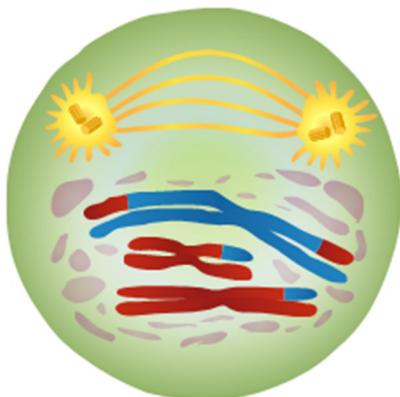
Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan

La división del citoplasma se llama citocinesis, en las células animales se hace por estrangulación.

Ejercicio 13

Observa el dibujo y completa si se trata de la profase I o II de la meiosis.

Profese II



Profase I

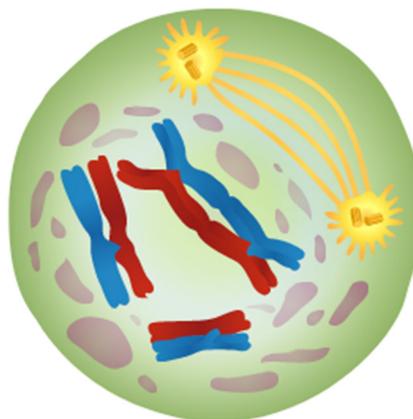


Imagen 19: Profases de la meiosis.

Fuente: Adaptación de

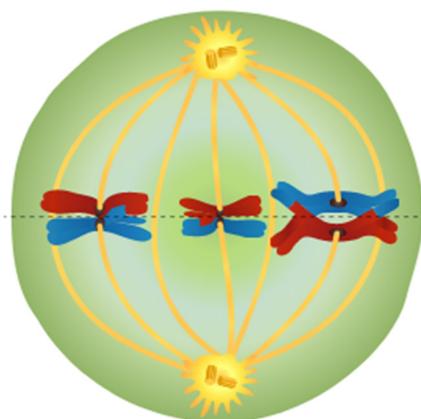
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC).

Ejercicio 14

Observa el dibujo y completa si se trata de la metafase I o II de la meiosis.

Metafase I



Metafase II

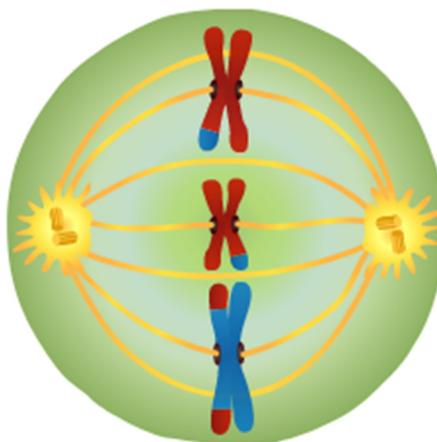


Imagen 20: Metafases de la meiosis.

Fuente: Adaptación de

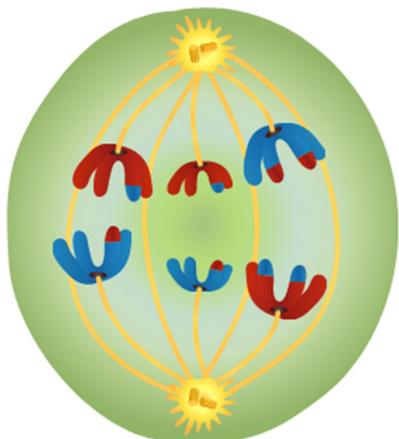
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC).

Ejercicio 15

Observa el dibujo y completa si se trata de la anafase I o II de la meiosis.

Anafase I



Anafase II

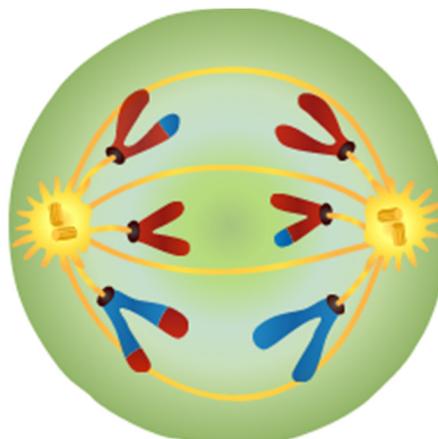


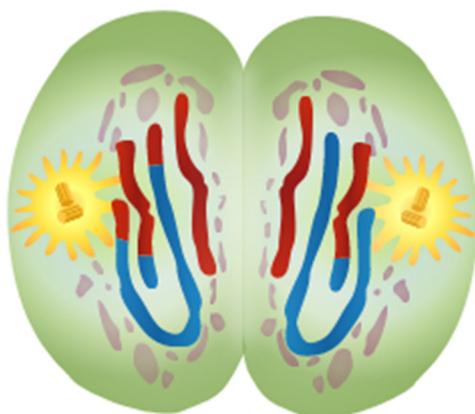
Imagen 21: Anafases de la meiosis. Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC)

Ejercicio 16

Observa el dibujo y completa si se trata de la telofase I o II de la meiosis.

Telofase II



Telofase I

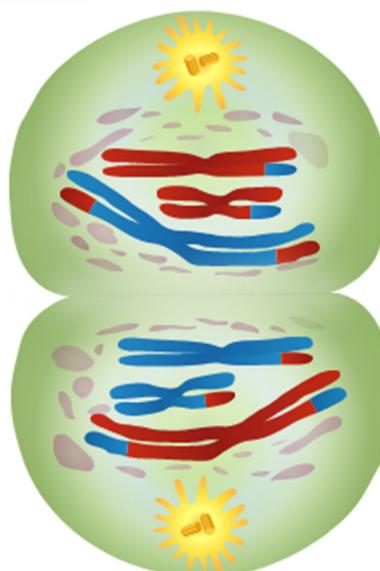


Imagen 22: Telofases de la meiosis. Fuente: Adaptación de https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Meiosis#/media/File:Meiosis_Stages_-_Numerical_Version.svg.

Autor: Ali Zifan. Licencia: Creative commons (CC).

Ejercicio 17

¿Para que sirve la meiosis?

Produce gametos, para hacer la reproducción sexual.

Aumenta la variabilidad genética, favoreciendo la evolución de los seres vivos.

Ejercicio 18

Si una célula tiene 24 cromosomas y se divide por meiosis. ¿Cuántos cromosomas tendrán las células hijas?

	a) 24
X	b) 12
	c) 48
	d) 46

Ejercicio 19

Si una célula tiene 24 cromosomas y se divide por meiosis. ¿Cuántas células hijas se formaran?

	a) 1
	b) 2
	c) 3
X	d) 4

Ejercicio 20

Completa los huecos sobre las diferencias entre mitosis y meiosis, poniendo las siguientes palabras o números:

2	1	4	2	Si	La mitad	No	Igual
---	---	---	---	----	----------	----	-------

	MITOSIS	MEIOSIS
Número de células que se forman	2	4
Número de cromosomas de las células hijas	<u>Igual</u> que la célula madre	<u>La mitad</u> que la célula madre
Hay recombinación	No	Si
Número de divisiones	1	2

Ejercicio 21

Observa la ilustración y responde las preguntas en minúscula y pon las tildes si tiene:

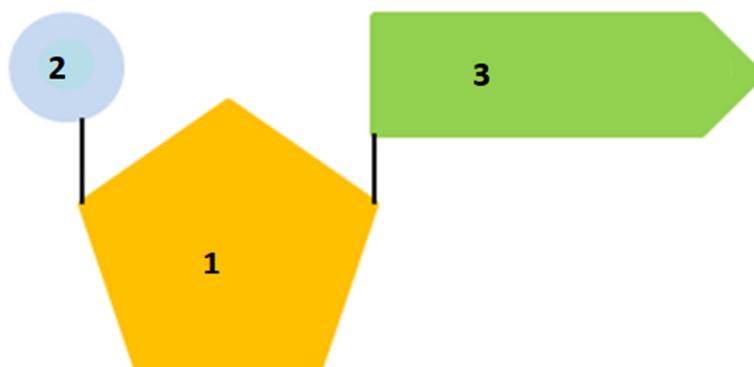


Imagen 25: Nucleótido.
Fuente: Elaboración propia

- 1) ¿Qué nombre recibe esta molécula que resulta de la unión de 1+2+3? Nucleótido
- 2) ¿Qué número tiene el ácido fosfórico? 2
- 3) ¿Qué número tiene la base nitrogenada? 3
- 4) ¿Qué número tiene la pentosa? 1
- 5) ¿Qué larga molécula se forma por la unión de moléculas como la representada en el dibujo? Ácido nucleico

Ejercicio 22

¿Qué tipos de ácidos nucleicos tienen todos los seres vivos?

ADN y ARN

Ejercicio 23

Una cadena de ADN es una larga cadena formada por la unión de nucleótidos. A su vez, cada nucleótido es el resultado de la unión de tres moléculas menores: márcalas y comprueba el resultado:

	a) Ribosa
X	b) Base nitrogenada
X	c) Desoxirribosa
X	d) Ácido fosfórico
	e) Cromatina

Ejercicio 24

Marca las cuatro bases nitrogenadas del ADN:

X	a) Timina
	b) Uracilo
X	c) Citosina
X	d) Guanina
	e) Pentamina
X	f) Adenina

Ejercicio 25

Lee el párrafo que aparece abajo y completa las palabras que faltan, en minúscula.

El ADN es, en realidad, no una cadena simple sino una cadena doble. Ello es posible porque una cadena se une a otra mediante las bases nitrogenadas. Escribe el nombre de la base nitrogenada que se une SIEMPRE a la Adenina de la otra cadena simple del ADN: Timina. Y SIEMPRE a la Citosina de la otra cadena simple del ADN: Guanina

Ejercicio 26

¿Dónde crees que está realmente almacenada la información genética?

	a) En el ácido fosfórico
	b) En la desoxirribosa
X	c) En la ordenación de las bases nitrogenadas
	d) No lo sé. No es posible deducirlo

Ejercicio 27

¿Cuántas cadenas de nucleótidos tiene una molécula de ADN?

	a) 1
X	b) 2
	c) 3
	d) 4

Ejercicio 28

Escribe las bases complementarias (A, G, C, T) de esta cadena sencilla hasta formar una doble cadena de ADN.

Ácido desoxiribonucleico (ADN)

Esqueleto azúcar fosfato	Pares de bases	Esqueleto azúcar fosfato
--------------------------------	----------------	--------------------------------

A - T

C - G

T - A

T - A

G - C

G - C

C - G

A - T

T - A

C - G

G - C

Imagen 27: Esquema de una cadena de nucleótidos formando (ADN).

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Nucle%C3%B3tido#/media/File:Nucle%C3%B3tido.png>.

Autor: National Human Genome Research Institute. Licencia: Dominio público.

Ejercicio 29

¿Cuál es la función del ADN?

El ADN contiene la información necesaria para regular la síntesis de proteínas. Según la secuencia de bases nitrogenadas de los nucleótidos, se sintetizarán unas proteínas u otras.

La información que contiene el ADN de una célula pasa a la siguiente generación de células, ya que mediante la replicación del ADN, se hacen copias del ADN que se transmiten a las células hijas. Así, en un ser pluricelular que proviene de una célula huevo o cigoto, todas las células tienen el mismo ADN.

Ejercicio 30

¿Dónde se encuentra el ADN en una célula eucariota?

En el núcleo separado del citoplasma por la membrana nuclear.

Ejercicio 31

Marca las 4 bases nitrogenadas que se pueden encontrar en el ARN

X	a) Adenina
	b) Timina
X	c) Citosina
X	d) Guanina
X	e) Uracilo

Ejercicio 32

¿Por cuantas cadenas está formado el ARN?

X	a) 1
	b) 2
	c) 3
	d) 4

Ejercicio 33

Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan

Hay varios **tipos de ARN**:

- **ARN ribosómico.** Forma parte de los ribosomas, junto con otras proteínas. Este tipo de ARN es el más abundante.
- **ARN mensajero.** Lleva la información del ADN del núcleo hasta los ribosomas, en el citoplasma, para que se puedan sintetizar las proteínas.
- **ARN transferente.** El ARNt se une a aminoácidos y los lleva hasta los ribosomas para que se sinteticen las proteínas.

Ejercicio 34

¿Dónde se encuentra el ARN en una célula eucariota?

En el núcleo y en el citoplasma

Ejercicio 35

Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan

Núcleo	Ribosa	Timina	2	Desoxirribosa	1	Citoplasma	Uracilo
--------	--------	--------	---	---------------	---	------------	---------

	ADN	ARN
Número de cadenas	2	1
Pentosa	Desoxirribosa	Ribosa
Base nitrogenada	Timina	Uracilo
Localización	Núcleo	Núcleo y Citoplasma

Ejercicio 36

¿Cómo se hace la replicación del ADN?

- La doble hélice de ADN se abre y las dos cadenas se separan.
- Los nucleótidos libres de que dispone la célula en el núcleo pueden unirse a los nucleótidos del ADN, a través de sus bases complementarias (A/T y G/C)
- Los nucleótidos incorporados se unen entre sí y dan lugar a las nuevas cadenas de ADN.

Cada una de las moléculas posee una de las cadenas originales de la molécula madre y una cadena complementaria recién sintetizada. Por esto se dice que la replicación del ADN es **semiconservativa**.

Ejercicio 37

¿Cuándo se hace la replicación del ADN?

En la interfase celular.

Ejercicio 38

¿Qué es la transcripción?

La transcripción consiste en la fabricación de ARN a partir del ADN

Ejercicio 39

¿Qué es la traducción?

Es el proceso de síntesis de proteínas a partir del ARN.

Ejercicio 40

Una cobaya de pelo blanco, cuyos padres son negros, se cruza con otra cobaya de pelo negro, nacida de un padre de pelo negro y una madre de pelo blanco. ¿Cómo serán los genotipos de las cobayas que se cruzan y de su descendencia?

No nos dicen qué carácter es dominante, por lo que será lo primero que trataremos de averiguar.

Como del cruce de dos individuos de color negro nace uno de color blanco, podemos pensar que el negro (N) es el dominante y el blanco (n) es el recesivo.

Así, los padres de la cobaya de pelo blanco (nn), como son de pelo negro (N-) y aportan "n" a la descendencia, tienen que ser Nn. Es así porque la cobaya de pelo blanco (nn) ha tenido que recibir un gameto "n" de cada uno de sus progenitores.

La cobaya negra tiene que ser Nn porque su madre tiene el pelo blanco (nn) y le ha transmitido un gameto "n". El padre de la cobaya negra (Nn) sabemos que también es negro, por lo que tiene que ser (N-, NN o Nn), ya que no tenemos más datos de otros posibles descendientes.

En la segunda parte del problema, se cruzan el cobaya blanco (nn) con el cobaya negro (Nn).

Todos los gametos del cobaya blanco tendrán n.

Los gametos del cobaya negro serán N o n.

Por tanto, los descendientes serán 50% Nn (negros) y 50% nn (blancos).

Ejercicio 41

Un perro de pelo rizado y una perra de pelo rizado tuvieron un cachorro de pelo liso y otro de pelo rizado. ¿Cómo será el genotipo de la pareja y de los cachorros? El pelo rizado (R) domina sobre el liso (r).

¿Cómo se podría saber si el cachorro de pelo rizado es de raza pura para ese carácter mediante un solo cruzamiento?

R = pelo rizado y r = pelo liso. Este dato nos lo dan en el problema, pero si de dos padres de pelo rizado obtenemos un hijo de pelo liso, el rizado no podría ser homocigótico recesivo. Por tanto, podrían no haberlo dado.

El perro liso tiene que ser homocigótico = rr. Por tanto, los padres tienen que ser ambos híbridos Rr, ya que tienen R por ser de pelo rizado, y r por haberlo aportado al hijo de pelo liso.

El cachorro de pelo rizado puede ser RR o Rr, ya que ambos padres podrían aportar gametos con R y con r.

Para averiguar si es raza pura o híbrido lo cruzaríamos con un perro de pelo liso (rr) A ese cruzamiento se le denomina cruzamiento prueba. Si nace algún individuo con pelo liso (rr) quedaría claro que ese pelo de pelo rizado sería heterocigótico (Rr).

Si el cachorro es homocigótico (RR) todos los descendientes tendrán el pelo rizado (Rr), según la primera ley de Mendel.

Si el cachorro fuera híbrido, tendría unos descendientes de pelo liso (rr) y otros de pelo rizado, tal como se muestra a continuación:

P: (Cachorro problema) Rr x rr

Gametos posibles: R o r ; r

F1: Rr 50% Pelo rizado y rr 50% pelo liso.

Ejercicio 42

En una determinada especie de plantas el color azul de la flor, (A), domina sobre el color blanco (a).

¿Cómo serán los descendientes del cruce de plantas de flores homocigóticas azules con plantas de flores blancas, también homocigóticas?

El problema sería tan simple como la Primera ley de Mendel.

Progenitores: AA X aa

Gametos: A a

F1: Aa

Fenotipo: El 100% de los descendientes tendrán flores azules.

Genotipo: El 100% de los descendientes serán híbridos o heterocigóticos para ese carácter (Aa).

Ejercicio 43

Algunos tipos de miopía dependen de la existencia de un gen dominante (A), mientras que el gen para la vista normal es recesivo (a).

¿Qué genotipos y fenotipos tendrán los hijos de un hombre con visión normal y de una mujer miope heterocigótica?

Progenitores: el padre tiene visión normal (aa) y la madre es miope, pero heterocigótica (Aa).

	aa	Aa
Gametos:	a	A a

F1: 50 % Aa 50 % aa

El 50 % de los hijos serán miopes (heterocigóticos) y el 50 % tendrán visión normal.

Ejercicio 44

El que los humanos puedan "hacer el capazo con la lengua" o "enrollar la lengua en U" depende de un gen dominante (L), mientras que el gen que determina no poder plegarla es recesivo (l). Ramón sí que puede enrollarla, pero María, su mujer, no puede hacerlo. José, el padre de Ramón, tampoco puede enrollarla.

¿Qué probabilidad hay de que los hijos de Ramón y María puedan enrollar su lengua en U?

Ramón puede enrollar la lengua (L-), María no la puede enrollar (ll), y José, tampoco (ll). Así, como José es el padre de Ramón, le habrá aportado el gameto l, por lo que Ramón tiene un genotipo (Ll).

Padres: Ramón Ll X María ll

Gametos L l l

F1: Ll ll

El 50 % de los hijos podrán enrollar la lengua (Ll) y el 50 % no podrán enrollarla (ll)

Ejercicio 45

En los humanos, el pelo en pico (o pico de viuda) depende de un gen dominante (W), mientras que el gen que determina el pelo recto es recesivo (w).

¿Cómo serán los hijos de un hombre con pelo en pico, homocigótico, y de una mujer con pelo recto, homocigótica?

Nuevamente, tendremos que aplicar la primera ley de Mendel.

Padres: WW x ww

Gametos: W w

F1: Ww

Todos los descendientes serán heterocigóticos Ww para este carácter, todos tendrán el pelo en pico.

Ejercicio 46

La aniridia (dificultades en la visión) en el hombre se debe a un factor dominante (A). La jaqueca es debida a otro gen también dominante (J). Un hombre que padecía de aniridia y cuya madre no, se casó con una mujer que sufría jaqueca, pero cuyo padre no la sufría. Ni el hombre tenía jaqueca, ni la mujer aniridia. **¿Qué proporción de sus hijos sufrirán ambos males?**

El hombre padecía aniridia, y no tenía jaqueca, por lo que es A₋jj. Como su madre no padecía aniridia (aa), él es Aajj.

La mujer padecía jaqueca, y no tenía aniridia, por lo que es aaJ₋. Como su madre no padecía jaqueca (jj), ella es aaJj.

Cruce: Aajj x aaJj

Gametos: Aj aj x aJ aj

F1: AaJj Aajj aaJj aajj

Fenotipos:

25 %: AaJj. Con aniridia y con jaqueca.

25 %: Aajj: Con aniridia y sin jaqueca.

25 %: aaJj: Sin aniridia y con jaqueca.

25 %: aajj: Sin aniridia y sin jaqueca.

Ejercicio 47

Supongamos que en los humanos, la herencia del color del pelo y de los ojos es sencilla y está determinada por dos genes autosómicos con las siguientes relaciones: Color marrón de los ojos (A) dominante sobre el azul (a) y cabello oscuro (B) dominante sobre el cabello rubio (b).

- a) **Un hombre de ojos marrones y pelo oscuro se casa con una mujer de ojos azules y pelo oscuro y tienen 2 hijos, uno de ojos marrones y pelo rubio y otro de ojos azules y pelo oscuro. Indique razonadamente los genotipos de los padres y de los hijos.**
- b) **Si el hombre del apartado anterior de ojos marrones y cabello oscuro se casara con una mujer de ojos azules y pelo rubio. ¿Qué genotipos y fenotipos podrían tener los hijos de la pareja?**

A (ojos marrones) > a (ojos azules)

B (pelo oscuro) > b (pelo rubio)

a) A_B_ x aaB_

A_bb aaB_

Padre: AaBb: Doble heterocigoto, al tener hijos uno rubio bb y otro de ojos azules aa. Les habrá tenido que transmitir la a y la b.

Madre: aaBb: Heterocigota para B (tiene un hijo rubio bb, siendo su pareja de pelo oscuro).

Hijo 1: Aabb, heterocigoto para el color de ojos pues su madre es aa.

Hijo 2: aaB-: para el color de cabello puede ser BB o Bb (sus padres portan ambos alelos).

b) AaBb x aabb

Gametos: AB Ab aB ab ab

El padre produce 4 tipos de gametos: AB, Ab, aB, ab. La madre sólo gametos ab.

Los cuatro tipos de descendiente tendrán los genotipos y fenotipos siguientes:

AaBb (ojos marrones, pelo oscuro)

Aabb (ojos marrones, pelo rubio)

aaBb (ojos azules, pelo oscuro)

aabb (ojos azules, pelo rubio)

Ejercicio 48

En humanos, la presencia de una fisura en el iris está regulada por un gen recesivo ligado al sexo (X^f). De un matrimonio entre dos personas normales nació una hija con dicha anomalía. El marido solicita el divorcio alegando infidelidad de la esposa.

Explica el modo de herencia del carácter, indicando los genotipos del matrimonio y a qué conclusión debe llegar el juez en relación con la posible infidelidad de la esposa, teniendo en cuenta el nacimiento de la hija que presenta la fisura.

La mujer es normal (X^{F-}) y el hombre (X^{FY}), también. La hija tenía fisura en el iris (X^fX^f). La madre debió aportarle un alelo X^f y su padre también debería haberle aportado otro X^f , por lo que la mujer fue infiel, ya que el marido era X^{FY} .

Ejercicio 49

a) ¿Puede un hijo normal tener un padre daltónico? ¿Y una madre?

b) ¿Pueden unos padres normales tener un hijo daltónico? ¿Y una hija?

a) Un hijo normal (XY) recibe el cromosoma X de la madre, del que depende que sea o no daltónico. El padre le aporta el cromosoma Y y la madre aportará el X . En el caso que se pregunta, el padre sería X^dY (daltónico) y la madre X^dX^D (portadora) o X^DX^D (no daltónica)

La madre no podría ser daltónica X^dX^d porque transmitiría a su hijo el X^d , por lo que, en todos casos, sería daltónico. Una mujer daltónica no puede tener hijos de visión normal.

b) Un padre normal (X^DY) y una madre normal (X^DX^D) o portadora (X^dX^D) podrían tener la siguiente descendencia:

Si ambos son normales: $X^DY \times X^DX^D$ Todos los descendientes son normales.

Si el padre es normal (X^DY) y la madre portadora (X^dX^D):

Gametos X^D Y X^d X^D

F1 X^dX^D X^DX^D X^dY X^DY

Todas las hijas tendrían visión normal (el 50% portadoras).

El 50% de los hijos varones tendrían visión normal, y el 50% serían daltónicos.

Ejercicio 50

El daltonismo depende de un gen recesivo (d) (situado en el cromosoma X). Una mujer de visión normal cuyo padre era daltónico, se casa con un varón de visión normal cuyo padre también era daltónico. ¿Qué tipo de visión normal cabe esperar de la descendencia?

La mujer es de visión normal (X^DX^D o X^dX^D), pero como su padre era daltónico (X^dY), ella tiene que ser X^dX^D .

El hombre no es daltónico (X^DY). No influye nada el que el abuelo también lo fuera, ya le transmitió el cromosoma Y , no el X^D .

Padres: $X^dX^D \times X^DY$

Gametos: $X^d X^D X^D Y$

Descendientes: $X^dX^D X^dY X^DX^D X^DY$

Fenotipo: todas las hijas tienen visión normal (siendo la mitad portadoras). La mitad de los hijos son normales y la otra mitad daltónicos.

Ejercicio 51

a) ¿Cómo serán los hijos varones de una mujer normal y portadora de la hemofilia y un hombre hemofílico?

b) ¿Qué probabilidad hay de que tengan una hija portadora de la hemofilia?

Mujer normal pero portadora (X^hX^H) x hombre hemofílico (X^hY)

Gametos: $X^h X^H X^h Y$

	X^h	X^H
X^h	X^hX^h	X^HX^h
Y	X^hY	X^HY

Mujeres: 50% normales portadoras y 50% hemofílicas.

Hombres: 50% normales y 50% hemofílicos.

Ejercicio 52

Un gen recesivo ligado al sexo determina la hemofilia en la especie humana. Una mujer no hemofílica, cuyo padre sí lo era, se empareja con un hombre no hemofílico.

a) ¿Cuál es la probabilidad de que tenga un hijo varón hemofílico?

b) ¿Cuál es la probabilidad de que tenga una hija hemofílica?

Mujer: X^hX^H porque su padre era hemofílico (X^hY) y le transmitió X^h .

Cruce: X^hX^H x X^HY

Gametos $X^h X^H$ x $X^H Y$

F1: $X^hX^H X^hY X^HX^H X^HY$

La probabilidad de que nazca un hijo varón hemofílico es $1/4=25\%$.

La probabilidad de que nazca una niña hemofílica es 0% .

Ejercicio 53

¿Qué es una mutación?

Es un cambio en la información genética contenida en el ADN de las células.

Ejercicio 54

¿Qué tipos de mutaciones existen según el ADN afectado?

Génica, cromosómica y genómica.

Ejercicio 55

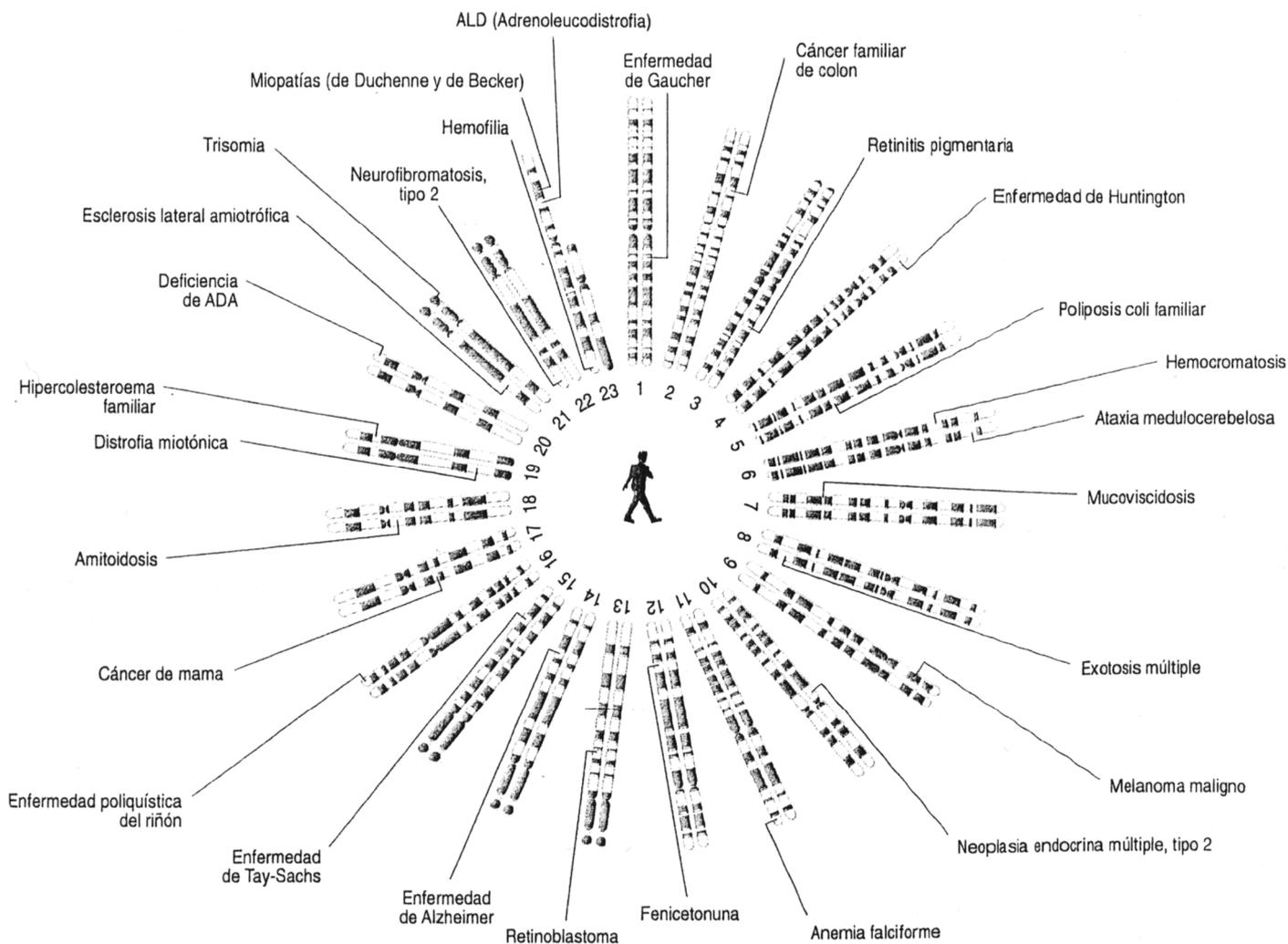
¿Qué relación existe entre las mutaciones y la evolución?

La selección natural hace que tengan mayor probabilidad de **sobrevivir aquellos individuos que estén mejor adaptados a las condiciones del ambiente**, y que aquellos que estén peor adaptados, tengan más dificultades para sobrevivir.

Las mutaciones tienen importancia biológica, ya que **son una fuente de variabilidad o diversidad genética de las poblaciones y permite la evolución de las especies**.

Ejercicio 56

Según la imagen, localiza las siguientes enfermedades en su cromosoma correspondiente:



Mapa genómico humano con algunas de las enfermedades genéticas conocidas. Se indica el estado de conocimientos de 1994 sobre pruebas de diagnóstico.

Imagen 44: Mapa genómico humano. Fuente: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/Genetica2/imagenes/enfermedades.gif>. Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

- Anemia falciforme, se encuentra en el cromosoma 11
- Hemofilia, se encuentra en el cromosoma 23
- Cáncer de mama, se encuentra en el cromosoma 17
- Enfermedad de Tay-Sachs, se encuentra en el cromosoma 15
- Enfermedad de Alzheimer, se encuentra en el cromosoma 14

Ejercicio 57

¿En qué consiste la ingeniería genética?

La ingeniería genética es el conjunto de técnicas en la manipulación del ADN de organismos con el propósito de que sea aprovechable para las personas. De este modo, ha sido posible modificar el ADN de algunos organismos para poder diseñarlos con unas características determinadas.

Ejercicio 58

Indica algunas aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.

En la industria agrícola y ganadera, creando OGM que:

- Resistan las plagas y sequías.
- Resistan las bajas temperaturas.
- Resistan las variaciones de salinidad.
- Obtengan una mayor producción.
- Produzcan sustancias, como vitaminas o proteínas, que no posea el organismo sin modificar.
- Resistan a los herbicidas.
- Produzcan frutos con maduración retardada.

En medio ambiente, mediante biorremediación, se utilizan microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para devolver un medio ambiente contaminado a su condición natural. Se utilizan OGM para:

- Recuperar suelos contaminados con metales pesados.
- Obtener energía a partir de aguas residuales en las depuradoras.
- Degradar residuos tóxicos, como por ejemplo, las mareas negras, donde se pueden utilizar bacterias capaces de degradar los hidrocarburos de petróleo y transformarlos en sustancias menos dañinas para el medio ambiente.
- Obtener plásticos biodegradables a partir de bacterias modificadas genéticamente.

En la industria farmacéutica, creando OGM que sean capaces de crear moléculas o sustancias que no generarían de una forma natural. Así, se pueden obtener antibióticos, hormonas, vacunas, y proteínas que no provoquen el efecto de rechazo en la persona que las recibe.

En medicina, mediante:

- Análisis genético, detectando enfermedades genéticas antes de que se desarrollen (Alzheimer, Parkinson, etc.) y poder prevenirlas y actuar sobre ellas en sus inicios.
- Terapia génica, introduciendo determinados genes en el paciente para combatir determinadas enfermedades. Su pueden sustituir genes alterados, inhibir la acción de genes defectuosos o insertar nuevos genes.
- Comparación del ADN de dos personas para la identificación de víctimas, pruebas de paternidad o de autoría de un delito.