

BIOLOGÍA y GEOLOGÍA
4º ESO

Susana Rico García

Fundación
San Juan y San Pablo

Fundación San Juan y San Pablo.

	PONDERACIÓN
UNIDAD 1: LA CÉLULA	EXAMEN (60%) + EXTRA RETO VOLUNTARIO (10%) MAPA MENTAL CÉLULAS EUCARIOTAS (30%) CUESTIONARIO (10%)
UNIDAD 2: FUNCIONES DE LAS CÉLULAS	EXAMEN (60%) + EXTRA RETO VOLUNTARIO (10%) CICLO CELULAR (5%) MITOSI (10%) MEIOSI (15%) CUESTIONARIOS (10%)
UNIDAD 3: ADN- ESTRUCTURA Y FUNCIONES	EXAMEN (60%) + EXTRA RETO VOLUNTARIO (10%) DOBLE CADENA ADN CROMOSOMAS: ESTRUCTURA Y PARTES (2,5%) DOGMA CENTRAL BIOLOGIA MOLECULAR (15%) CUESTIONARIO ÁCIDOS NUCLEICOS (5%) MAPA MENTAL MUTACIONES (10%) IDIOGRAMA (2,5%) CUESTIONARIO MUTACIONES (5%)
UNIDAD 4: HERENCIA Y GENÉTICA	EXAMEN (60%) + EXTRA RETO VOLUNTARIO (10%) ÁRBOL GENEALÓGICO (5%) CUESTIONARIO MENDEL (10%) CUESTIONARIO ÁRBOL GENEALÓGICO (10%) CUESTIONARIO GRUPOS SANGUÍNEOS (10%) PRÁCTICA GRUPO SANGUÍNEO (5%)
UNIDAD 5: ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA VIDA	EXAMEN (60%) TIME LINE (40%)
UNIDAD 6: HISTORIA DE LA TIERRA	CALENDARIO GEOLÓGICO DE LA HISTORIA DE LA TIERRA (20%)

ACTIVIDAD VOLUNTARIA FINAL DE CURSO

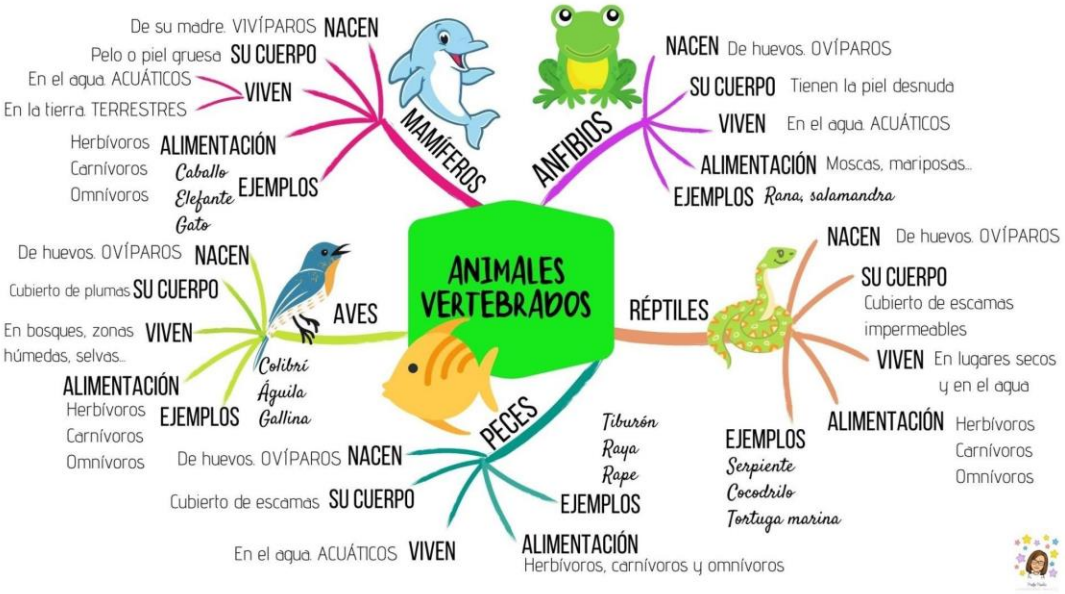
Para subir nota (1 punto):

PORTAFOLIO

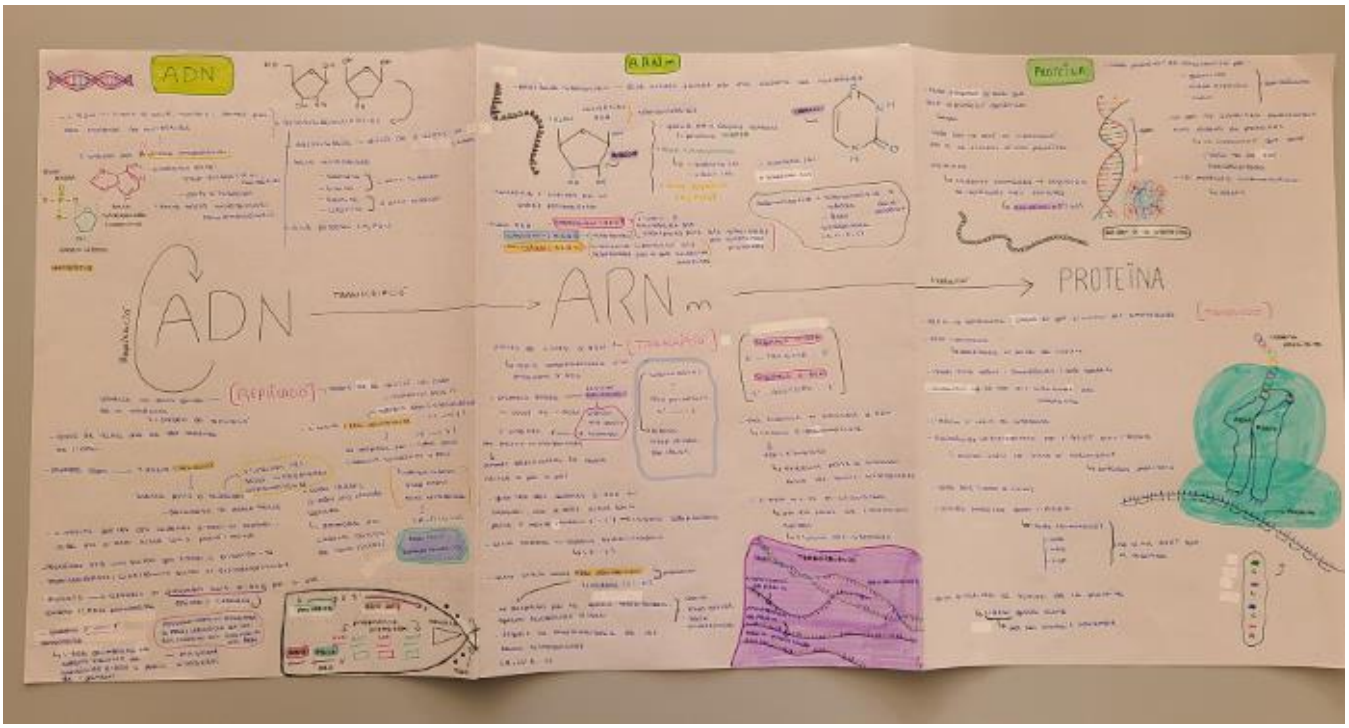
Nota: esta programación es susceptible de cambios en función del grupo u otras eventualidades

MAPA MENTAL

- Representa ideas radiales que parten desde un **núcleo central** y se expanden hacia fuera en forma de ramas.
- Muy **visual y creativo**: se suele usar color, imágenes, palabras clave, íconos.
- Ideal para **generar ideas, tomar apuntes** o estudiar de forma flexible y personal.



TRABAJOS ….

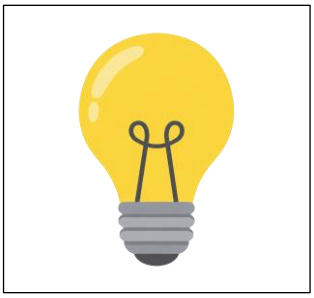


Teorías importantes en biología

Teoría	Autor / Año	Idea principal	Importancia
Teoría celular	Varios autores	Todos los seres vivos están formados por células; toda célula proviene de otra	Explica la unidad estructural y funcional de la vida
Teoría de la evolución por selección natural	Charles Darwin (1859)	Las especies cambian con el tiempo; los más adaptados sobreviven y se reproducen	Explica la diversidad de la vida y origen de nuevas especies
Teoría de la biogénesis	Redi (1668), Pasteur (1862)	Toda vida proviene de otra vida preexistente	Refuta la Generación Espontánea
Teoría genética / herencia	Gregor Mendel (1866)	Los caracteres hereditarios se transmiten mediante genes	Fundamento de la genética moderna
Teorías del origen de la vida	Oparin (1924) Miller-Urey (1953)	La vida surgió a partir de moléculas simples que se organizaron en células	Explica cómo pudo aparecer la vida en la Tierra
Teoría de la endosimbiosis	Lynn Margulis (1967)	Orgánulos como mitocondrias y cloroplastos surgieron de bacterias incorporadas	Explica el origen de las células eucariotas

Dogmas o principios fundamentales en biología

- **Dogma central de la biología molecular**
    - La información genética fluye ADN → ARN → Proteínas.
    - Controla la síntesis de proteínas y, por tanto, las funciones celulares.



¿SABÍAS QUE…?

Datos curiosos que amplían el tema y pueden ayudarte a mejorar tus respuestas en el examen.



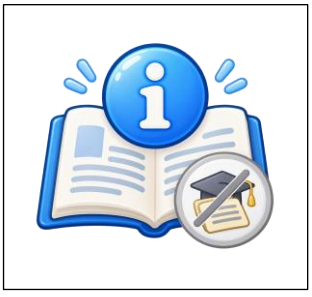
INVESTIGA E INCLUYE

Todas las actividades del dosier deben estudiarse. Cuando aparezca una lupa, deberás investigar ese contenido e incluir la información obtenida en el desarrollo de la pregunta.



RECUERDA

Contenido ya estudiado en otro tema que debes repasar y tener presente porque sigue siendo necesario.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Contenido informativo que no es necesario estudiar.



APLICA LAS MATEMÁTICAS

En Biología también necesitarás utilizar tus conocimientos matemáticos para resolver algunas actividades y problemas.

	FUNDACIÓN SAN JUAN Y SAN PABLO	**BIOLOGÍA y GEOLOGÍA**
	UNIDAD 1: LA CÉLULA *(Prof. Biología Susana Rico García)*	**4ºESO**

1- TEORÍA CELULAR

1.1- PARTES DE UNA CÉLULA

2- MODELOS DE ORGANIZACIÓN CELULAR Y RELACIÓN EVOLUTIVA

- CÉLULA PROCARIOTA
- CÉLULA EUCARIOTA

3- COMPONENTES DE LAS CÉLULAS EUCARIOTAS

3.1- MEMBRANA PLASMÁTICA O CELULAR

- PARED CELULAR

3.2- CITOPLASMA

- CITOESQUELETO
- ORGÁNULOS CELULARES

3.3- NÚCLEO CELULAR

4- TEORÍA DE LA ENDOMEMBRANA Y TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA.

SITUACIÓN APRENDIZAJE: SOMOS CÉLULAS

CUESTIONARIO (10%)

MAPA MENTAL CÉLULAS EUCARIOTAS (30%)

1- TEORÍA CELULAR

La **TEORÍA CELULAR** es una parte fundamental de la Biología que se resume en tres puntos:

- La célula es la unidad **estructural** de los seres vivos, es decir, todos están formados por una o más células (unicelulares y pluricelulares, respectivamente).

- La célula es la unidad **funcional** de los seres vivos: realiza las funciones de nutrición, relación y reproducción.

- Todas las células se originan por división de otra célula preexistente.

Científicos como Robert Hooke, Anton van Leeuwenhoek, Robert Brown, Purkinje, Jacob Schleiden, Theodor Schwann, Rudolf Virchow y Santiago Ramón y Cajal, postularon numerosos principios para dar forma a la Teoría.



***Actividad 1**: Representa en una línea del tiempo los diferentes científicos nombrados, indicando la contribución a la Teoría Celular*

1.1- PARTES DE UNA CÉLULA

Todas las células comparten una estructura común que consta de:

- **Membrana plasmática:** rodea la célula, regula el intercambio de sustancias y permite la comunicación con otras células. Algunos tipos de células pueden tener estructuras adicionales a esta membrana.

- **Citoplasma:** interior de la célula formado por el **citosol** (medio acuoso) y los **orgánulos** que realizan funciones específicas. En el citoplasma tienen lugar muchas reacciones químicas (reacciones metabólicas).

- **Material Genético:** contiene el material hereditario encargado de controlar el funcionamiento de la célula y de almacenar y transmitir la información hereditaria. En la mayoría de los casos, se encuentra en forma de ADN, un tipo de ácido nucleico. Algunas células contienen ARN como material genético.

2- MODELOS DE ORGANIZACIÓN CELULAR Y RELACIÓN EVOLUTIVA

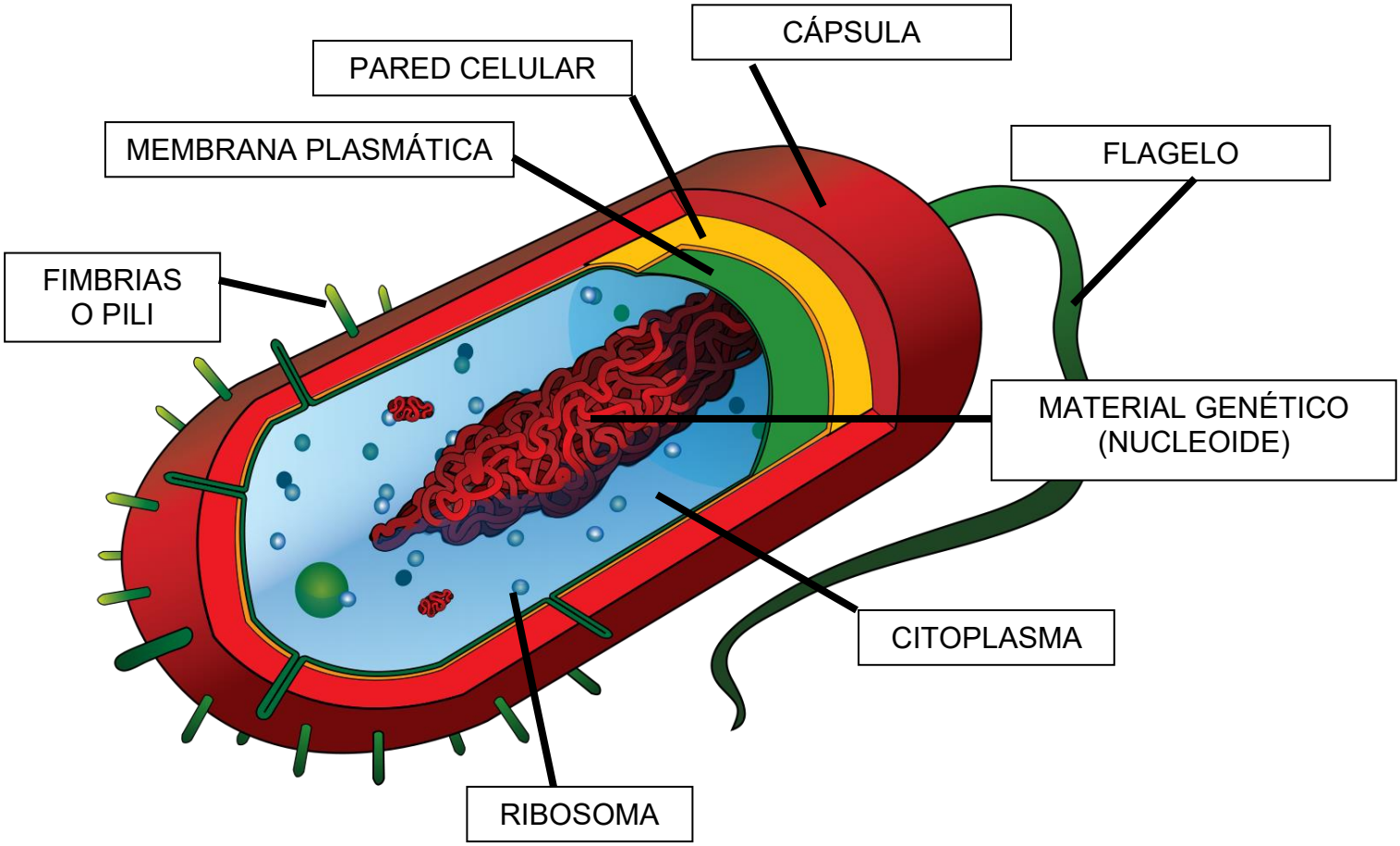
Según la complejidad, existen dos tipos de células:

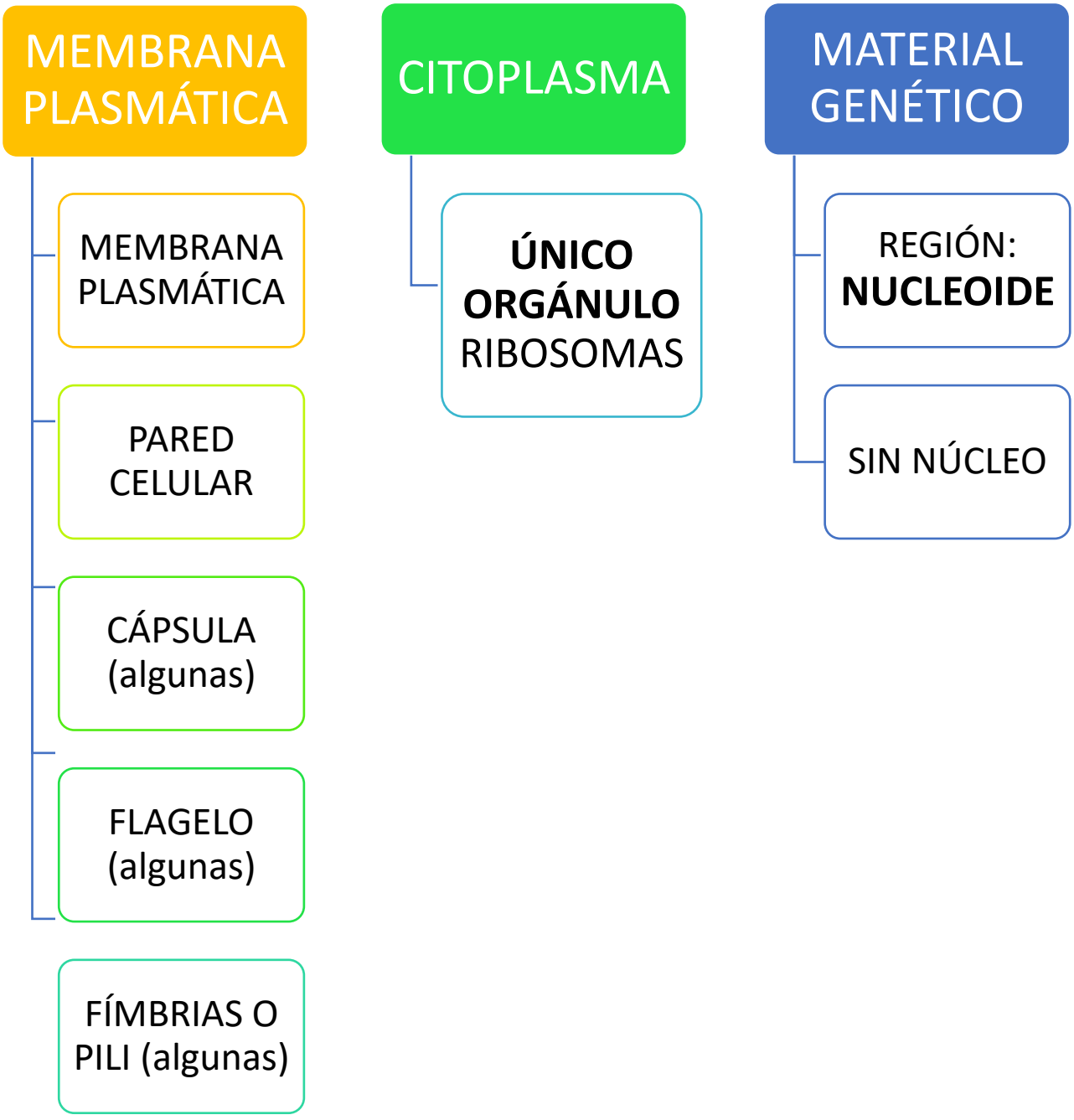
- **CÉLULAS PROCARIOTAS:** son las más simples y primitivas. Tienen un tamaño de 1 a 10 µm. Aparecen en las **bacterias y arqueas**. Estructuralmente presentan:

  - **Membrana plasmática** rodeada por una **Pared Celular** y, en algunos casos, una **Cápsula** protectora.
    - Pueden presentar **Pili o Fimbrias** que les permiten adherirse a la superficie.
    - Pueden tener **Flagelos**, que les sirven para desplazarse.

  - **Citoplasma** el cual no tiene orgánulos membranosos, solo **ribosomas libres**, que fabrican proteínas.

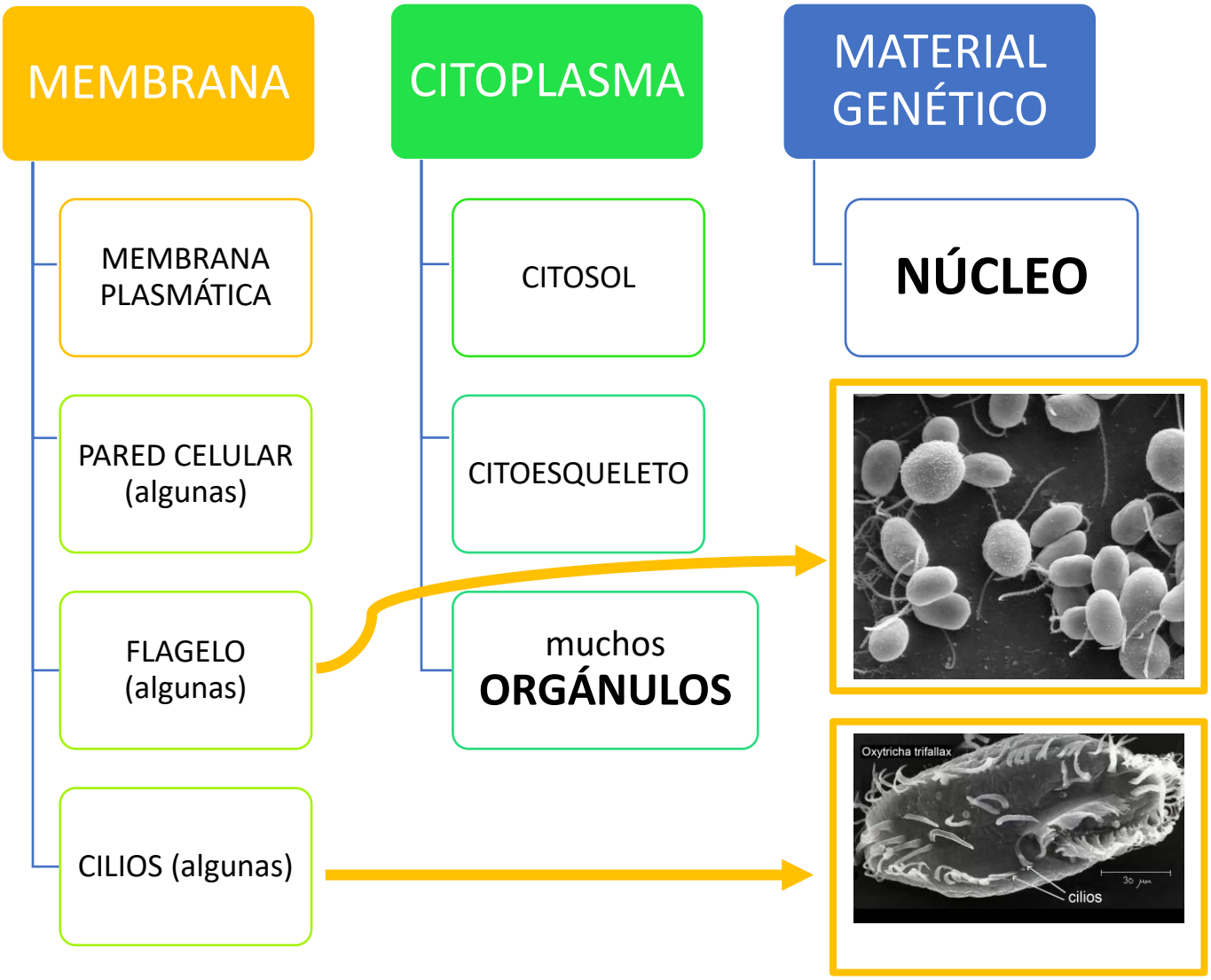
  - **Material Genético:** la molécula de ADN es circular y no está dentro del núcleo sino en una zona llamada **nucleoide.**

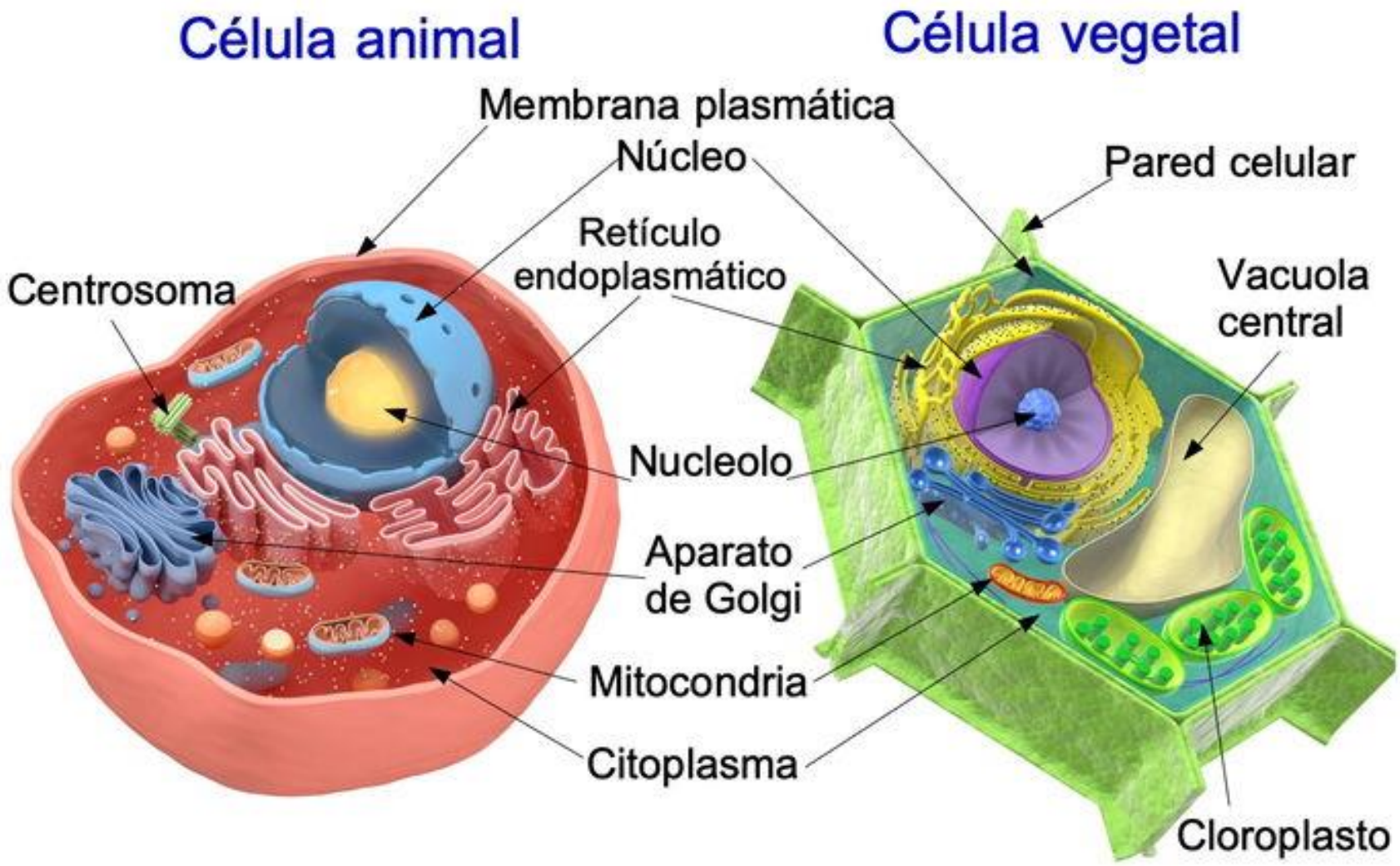



MEMBRANA PLASMÁTICA
MEMBRANA PLASMÁTICA
PARED CELULAR
CÁPSULA (algunas)
FLAGELO (algunas)
FÍMBRIAS O PILI (algunas)
CITOPLASMA
ÚNICO ORGÁNULO RIBOSOMAS
MATERIAL GENÉTICO
REGIÓN: NUCLEOIDE
SIN NÚCLEO

❖ **CÉLULAS EUCARIOTAS:** son más complejas y evolucionadas que las procariotas. Tienen un tamaño mayor (10 a 100 µm). Forman parte de organismos unicelulares (**hongos, algas y protozoos),** y pluricelulares **(hongos, algas, animales y plantas).** Estructuralmente presentan:

- **Membrana plasmática**, la cual está rodeada por una **Pared Celular**, en el caso de plantas, algas y hongos.
    - Pueden tener **Flagelos y Cilios**, que les sirven para desplazarse.
- **Citoplasma** que contiene numerosos **orgánulos** y **citoesqueleto.** El **citosol** es el líquido que se encuentra en el citoplasma.
- **Material Genético:** la molécula de ADN se encuentra envuelta por una doble membrana, la membrana nuclear, que la separa del citoplasma. Por lo tanto, el material hereditario se encuentra dentro del **núcleo.**

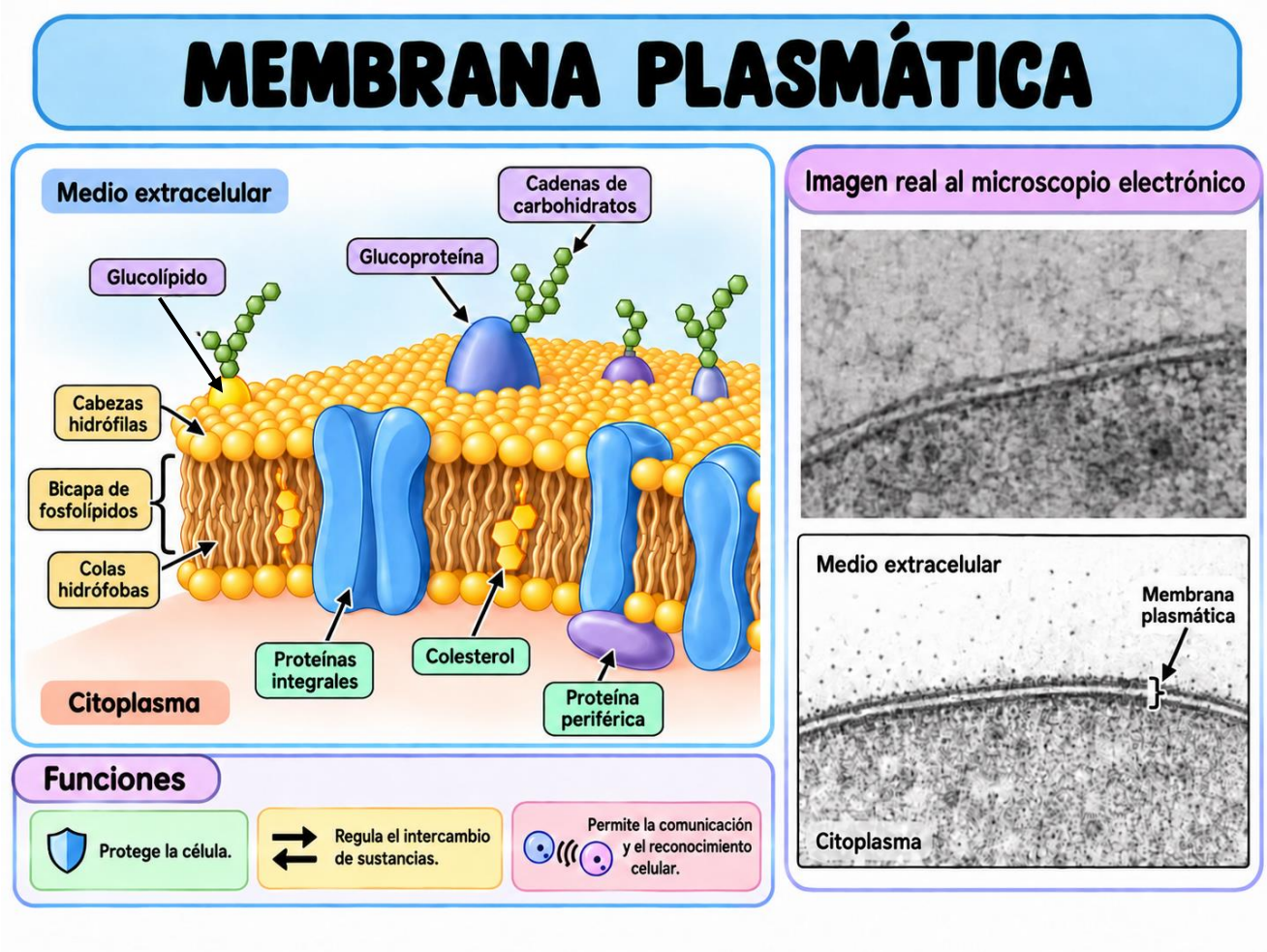



Célula animal
Célula vegetal
Membrana plasmática
Núcleo
Pared celular
Retículo endoplasmático
Centrosoma
Vacuola central
Nucleolo
Aparato de Golgi
Mitocondria
Citoplasma
Cloroplasto

CÉLULA
es
Mínimo conjunto de biomoléculas
capaces de realizar
· NUTRICIÓN
· RELACIÓN
· REPRODUCCIÓN
existen dos tipos, en cuanto a su estructura
CÉLULAS EUCARIOTAS
su material genético
está rodeado por una membrana
todas las células presentan la siguiente estructua
· Membrana plasmática
· Citoplasma
· Material genético
CÉLULAS PROCARIOTAS
su material genético
no está rodeado por una membrana
se estructuran de la siguiente manera
Apéndices
· Flagelos
· Fimbrias
· Pelos sexuales
Cápsida
Pared celular
Membrana plasmática
Citoplasma
· Ribosomas
· Vacuolas de gas
· Clorosomas
· Carboxisoma
· Plasmido
· Nucleoide
0,1-10 µm
se distinguen 2 tipos de células
célula eucariota animal
5-100 µm
se diferencia de la vegetal en
· Centriolos
· Vesículas pequeñas y numerosas
· Forma variada (subredondeada, etc)
célula eucariota vegetal
5-100 µm
se diferencia de la animal en que
· Plastos (=Cloroplastos, cromoplastos y leucoplastos)
· Pared celular
· 1 ó 2 Vesículas grandes
· Forma prismática

3- COMPONENTES DE LAS CÉLULAS EUCARIOTAS

3.1- MEMBRANA PLASMÁTICA Y PARED CELULAR



La membrana plasmática está formada por una doble capa de moléculas de **lípidos** (**bicapa lipídica**) entre la cual se intercalan **proteínas**. Algunas de estas proteínas atraviesan la membrana (**proteínas integrales**) y otras solo están adheridas a un lado (**proteínas periféricas**). Algunas proteínas forman canales que permiten el intercambio de sustancias entre el interior y el exterior de la célula.

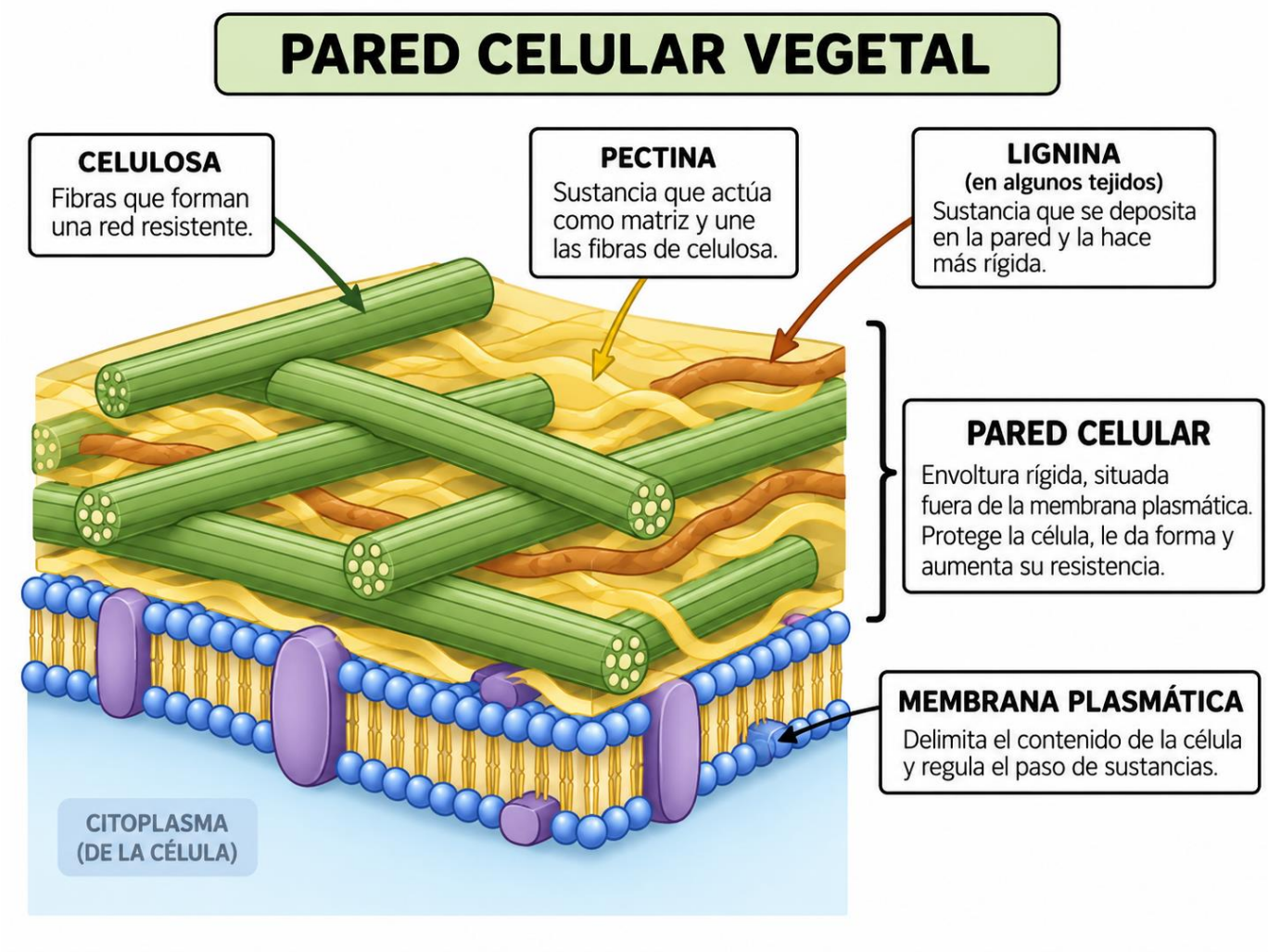
También contiene **glúcidos** en la parte externa, que permiten el reconocimiento de señales químicas y la comunicación celular. Pueden estar unidos a lípidos (**glucolípidos**) o a proteínas (**glucoproteínas**).

La membrana es **fluida**: sus moléculas pueden moverse y rotar. La fluidez depende de los lípidos presentes; en células animales, el **colesterol** regula esta fluidez, haciendo la membrana **más rígida**. (Ampliar con Actividad 2)

En las células animales, la membrana puede presentar **cilios** (cortos y numerosos) o **flagelos** (largos y pocos), que permiten el movimiento de la célula. Estas estructuras están sostenidas por el **citoesqueleto**. (Ampliar con Actividad 3)

Actividad 2: *¿Por qué las células vegetales no presentan colesterol en su membrana? Razona tu respuesta.*

Actividad 3: *¿Por qué las células eucariontes vegetales no tienen ni cilios ni flagelos? ¿Qué implicaciones tiene esto para su movilidad? Razona las respuestas.*



En las células vegetales, la pared celular es una cubierta rígida situada por fuera de la membrana plasmática. Protege la célula y ayuda a mantener su forma.

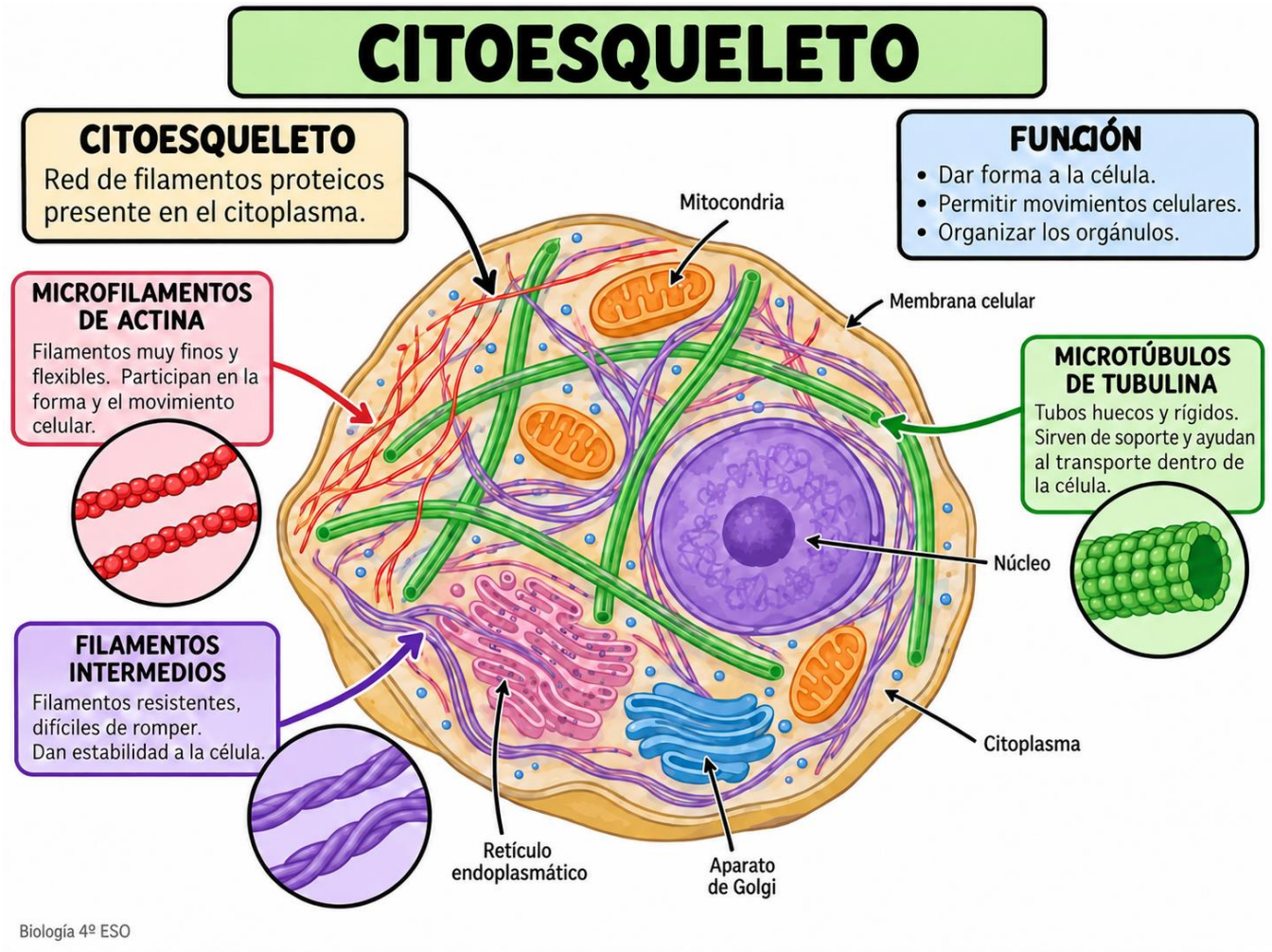
Está formada principalmente por:

- **Celulosa**
- **Pectina**
- **Lignina** (en algunos tejidos)

3.2- CITOPLASMA

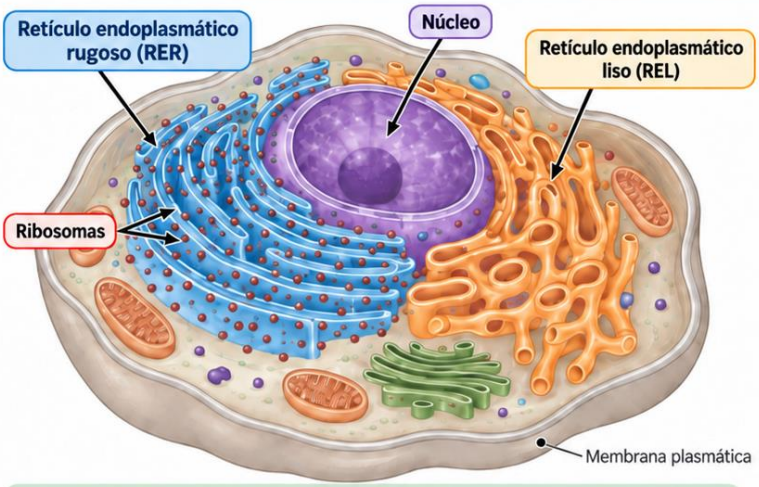
El **citoplasma** es el espacio entre el núcleo y la membrana plasmática. Contiene

- **citosol** (medio acuoso)
- **moléculas** como proteínas, glúcidos, lípidos y sales minerales, implicadas en el metabolismo celular,
- **citoesqueleto**
- **orgánulos celulares**

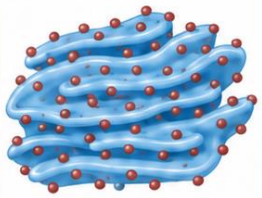


ORGÁNULOS CELULARES

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO

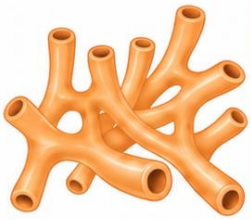


RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO (RER)



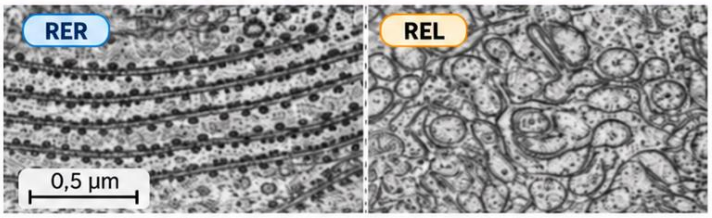
- Tiene ribosomas adheridos.
- Participa en la síntesis y transporte de proteínas.

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO (REL)



- No tiene ribosomas.
- Participa en la síntesis de lípidos y en la desintoxicación celular.

Imagen real al microscopio electrónico



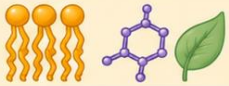
En el **RER** se observan membranas con ribosomas; el **REL** presenta túbulos sin ribosomas.

EN RESUMEN...

RER = proteínas



REL = lípidos y desintoxicación



Red de membranas en el interior de las células eucariotas que se encarga de fabricar, modificar y transportar sustancias.

APARATO DE GOLGI

Modifica, clasifica y empaqueta proteínas para su destino final.

1 Las proteínas recién formadas pasan al RER.

2 Después viajan en vesículas hasta el aparato de Golgi, donde se modifican y se empaquetan.

3 Por último, salen en vesículas hacia otros lugares de la célula o al exterior.

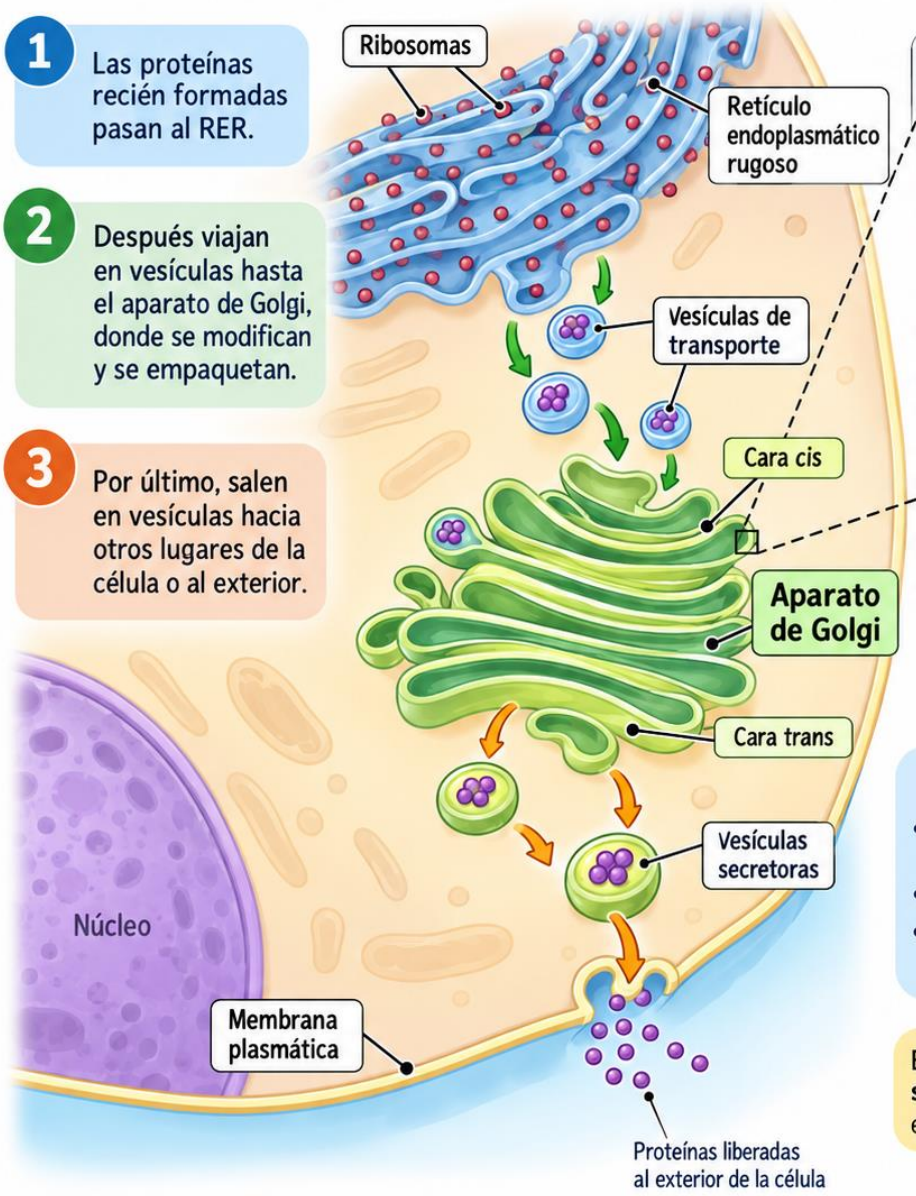
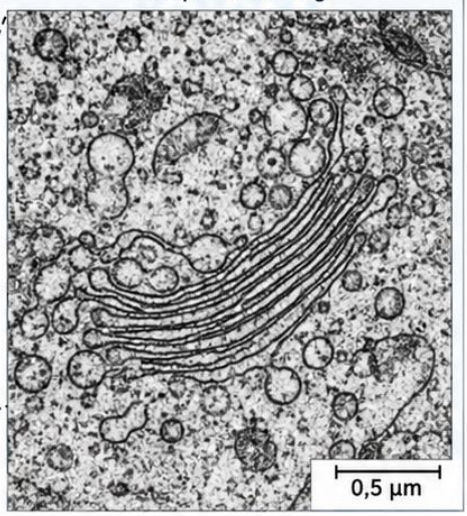


Imagen real al microscopio electrónico del aparato de Golgi



Se observan las cisternas del aparato de Golgi y numerosas vesículas alrededor.

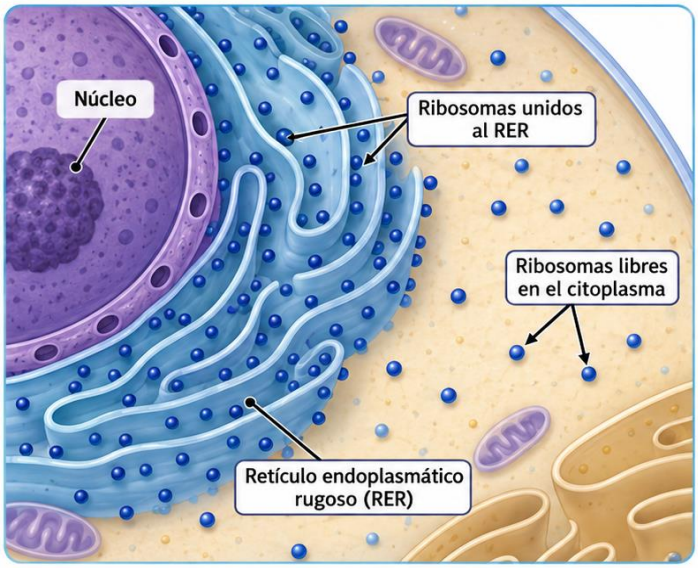
Funciones del aparato de Golgi

- Modifica las proteínas (por ejemplo, añadiendo glúcidos).
- Las clasifica y empaqueta en vesículas.
- Las dirige a su destino: la membrana plasmática, otros orgánulos o el exterior de la célula.

El **aparato de Golgi** forma parte del **sistema de endomembranas**, que trabaja en equipo para producir y transportar biomoléculas.

RIBOSOMAS

Orgánulos sin membrana que pueden encontrarse aislados en el citoplasma o adheridos a la membrana del RER y/o al núcleo. Se encargan de la síntesis de proteínas.



Estructura de un ribosoma

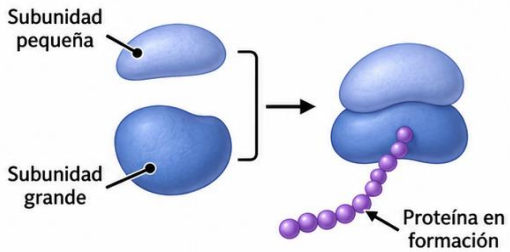
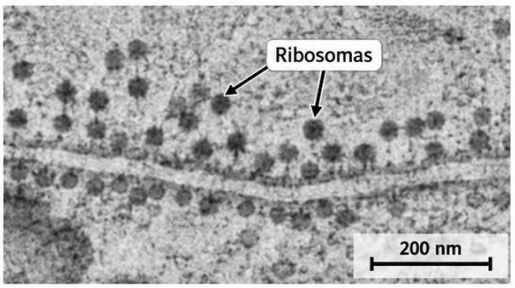


Imagen real al microscopio electrónico

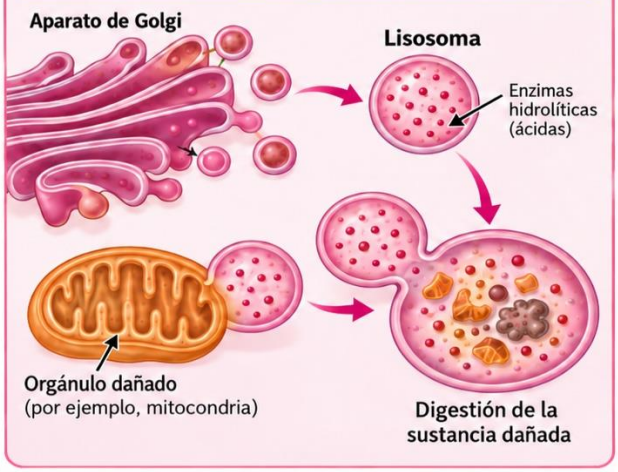


Los ribosomas se encargan de la síntesis de proteínas.

LISOSOMAS Y PEROXISOMAS

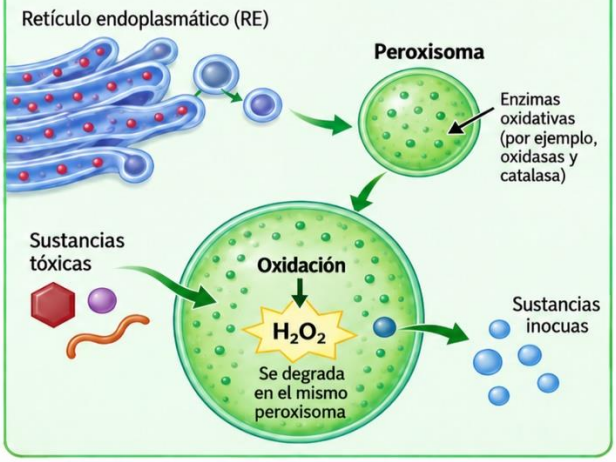
Lisosomas

Vesículas membranosas procedentes del aparato de Golgi. Contienen enzimas ácidos que digieren sustancias o estructuras dañadas (por ejemplo, orgánulos).



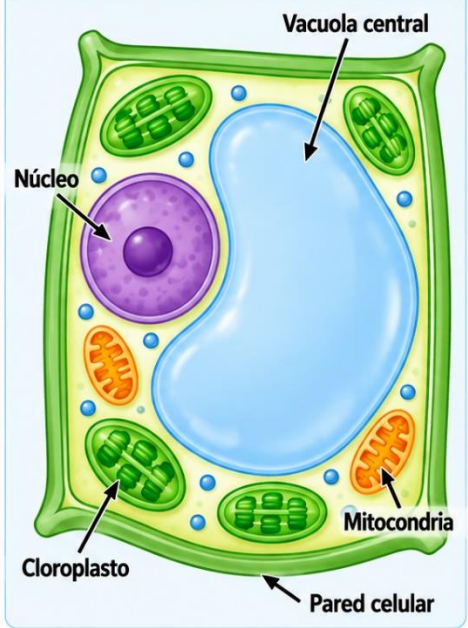
Peroxisomas

Vesículas membranosas que pueden proceder del RE. Realizan reacciones de oxidación y eliminan sustancias tóxicas, produciendo peróxido de hidrógeno (H_2O_2), que se degrada en el mismo peroxisoma.



VACUOLAS

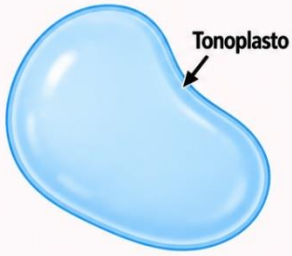
Célula vegetal
(vista esquemática)



Qué son

Vesículas membranosas de gran tamaño que almacenan agua, sustancias y desechos en el interior de la célula.

Aspecto

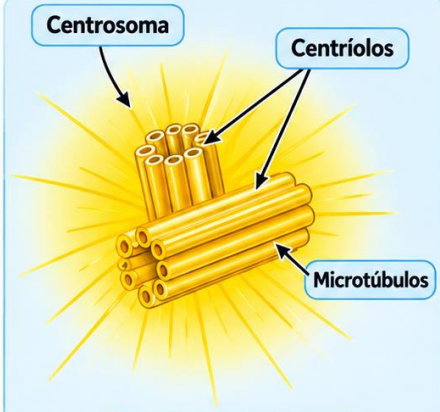


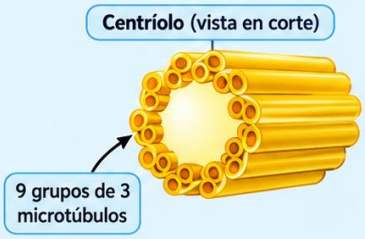
Rodeadas por una membrana llamada tonoplasto.

Funciones

- Almacenan agua.
- Almacenan sustancias como nutrientes, sales y pigmentos.
- Acumulan desechos para su posterior eliminación.
- En las células vegetales, la vacuola central ayuda a mantener la turgencia celular, dando rigidez a la planta.

CENTROSOMA



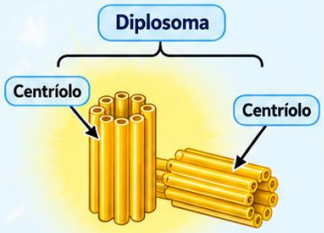


Qué es

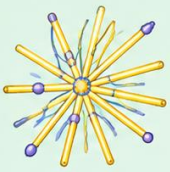
Orgánulo exclusivo de las células eucariontes animales, situado cerca del núcleo.

Estructura

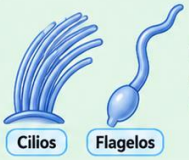
Consta de una zona interior donde aparece el diplosoma, formado por dos centriolos dispuestos perpendicularmente entre sí. Cada centriolo consta de 9 grupos de 3 microtúbulos que forman un cilindro.



Funciones



Participa en la formación del citoesqueleto.



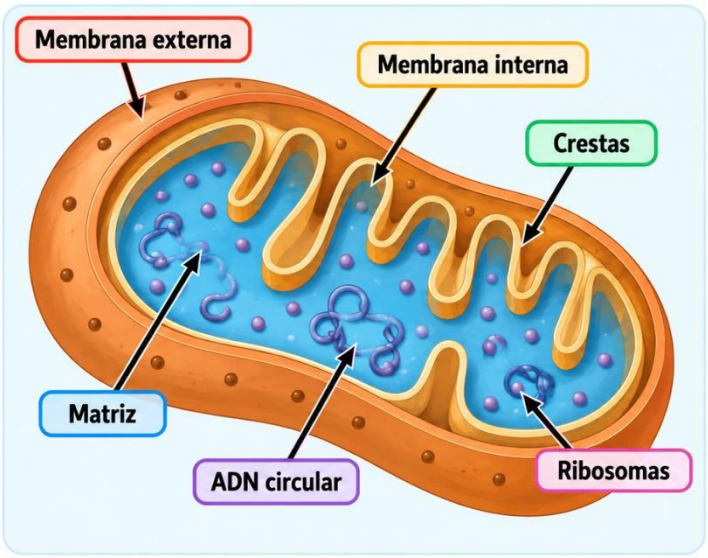
Interviene en el movimiento celular (cilios y flagelos).

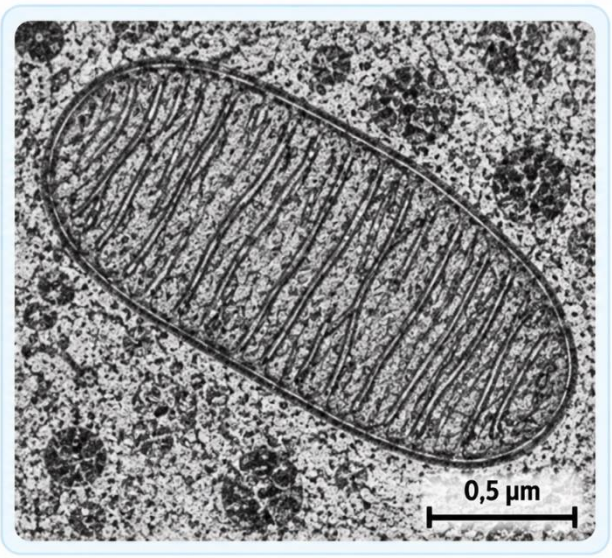


Participa en la división celular. (TEMA 2)

El centrosoma organiza microtúbulos y es esencial para el movimiento y la división celular.

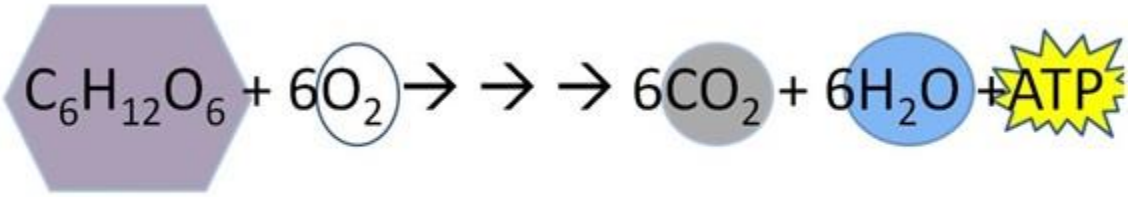
MITOCONDRIAS





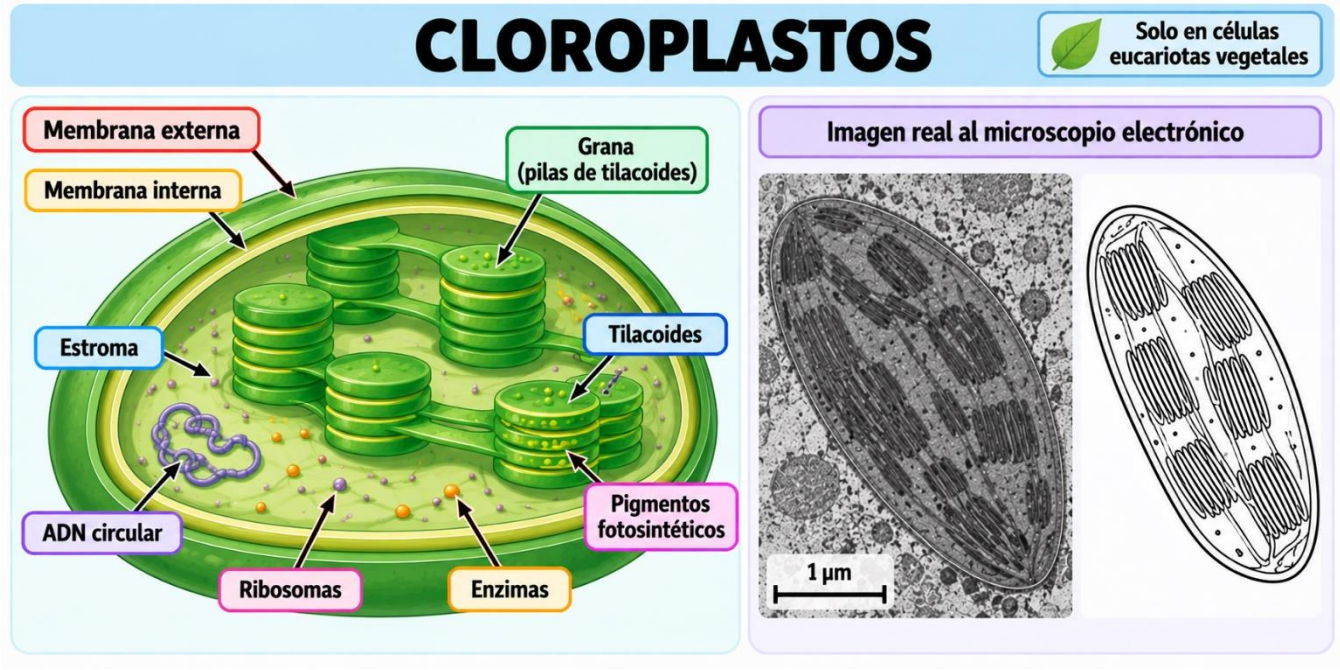
Orgánulos de **doble membrana**; la externa es lisa y, la interna presenta numerosos pliegues llamados **crestas mitocondriales.** El espacio interior constituye la **matriz mitocondrial**, de composición parecida a la del citoplasma. La matriz contiene **ribosomas** y una o más moléculas de **ADN circular**.

La función de las mitocondrias es llevar a cabo la **RESPIRACIÓN CELULAR**. La respiración celular es el proceso mediante la cual se obtiene energía química a partir de la oxidación de los nutrientes.



(Ampliar con Actividad 4)

***Actividad 4**: Investiga por qué la membrana interna de las mitocondrias es diferente a la externa.*



Son orgánulos rodeados por una **doble membrana** que se encuentran en las células eucariontes vegetales y en muchas algas. En ellos se realiza la FOTOSÍNTESIS.

Su interior contiene:

- **Estroma**: medio acuoso con **ribosomas, enzimas y ADN circular**.
- **Tilacoides**: sáculos membranosos que contienen **pigmentos fotosintéticos (clorofila y carotenoides)** encargados de captar la energía luminosa.
- **Grana:** conjuntos de tilacoides apilados.

La **FOTOSÍNTESIS**, se realiza en dos fases:

- Fase luminosa: la energía electromagnética de la luz es transformada en energía química en forma de ATP.
- Fase oscura: se sintetiza materia orgánica en forma de glucosa a partir de materia inorgánica (dióxido de carbono y agua).



3.3- NÚCLEO CELULAR

Es el componente más grande de las células eucariontes y contiene en su interior la información genética en forma de ADN.

Su **función** es la de controlar y regular las funciones de la célula.



Generalmente las células solo tienen un núcleo, pero hay células con más de uno (polinucleadas), u otras que carecen de núcleo. (Ampliar con Actividad 5)

***Actividad 5**: Busca ejemplos de células polinucleadas y de células sin núcleo. ¿Por qué crees que tienen esta peculiaridad?*

La estructura del núcleo es diferente según la célula esté en interfase o en división celular.

Cuando una célula no está en división (Interfase) se diferencia:

- **Membrana nuclear**: formada por dos membranas, una interna y otra externa que presenta ribosomas adheridos y que continúa con las membranas del RER.
- Estas membranas están perforadas por **poros nucleares** que permiten el intercambio de sustancias entre el núcleo y el citoplasma.
- **Lámina nuclear**: estructura proteica localizada a la cara interna de la membrana nuclear, donde se encuentran ancladas las moléculas de ADN.
- **Nucleoplasma:** medio interno acuoso del núcleo, donde se encuentra el resto de los componentes del núcleo.
- **Nucleolo:** estructura esférica no membranosa. Su función es la producción de ribosomas.
- **Cromatina:** material formado por filamentos de ADN asociados a proteínas denominadas histonas. En la división celular, los filamentos de cromatina se condensan, se hacen más gruesos y cortos y forman los cromosomas.

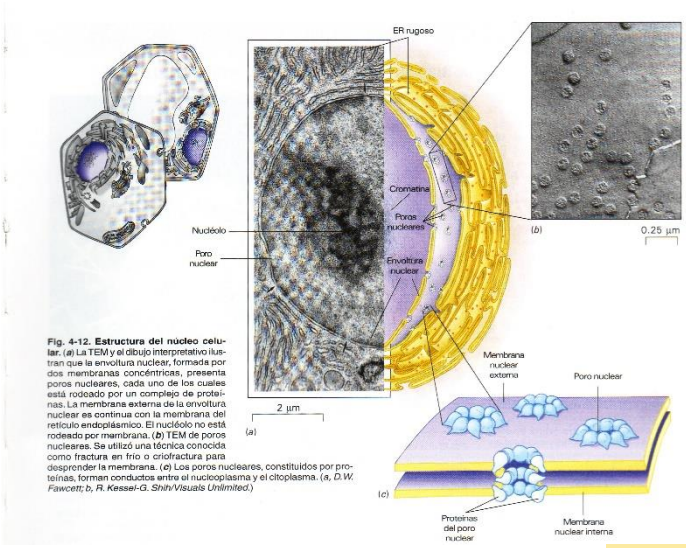
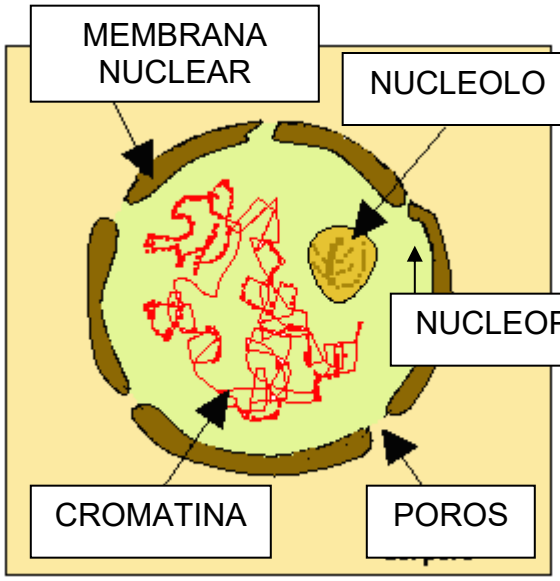
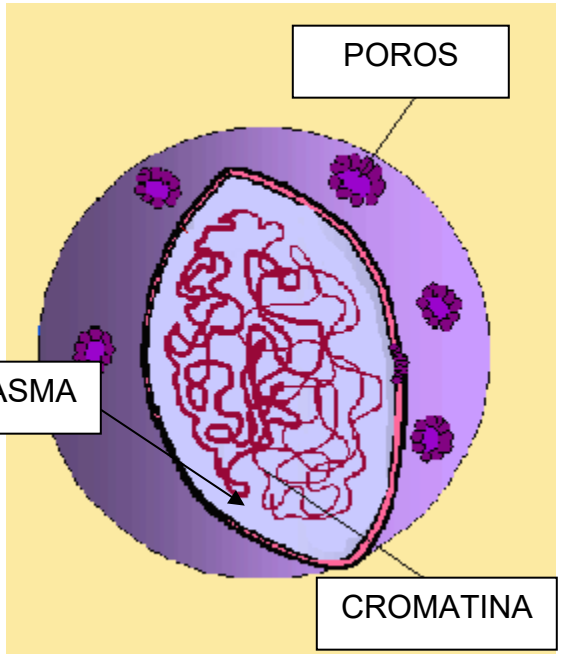
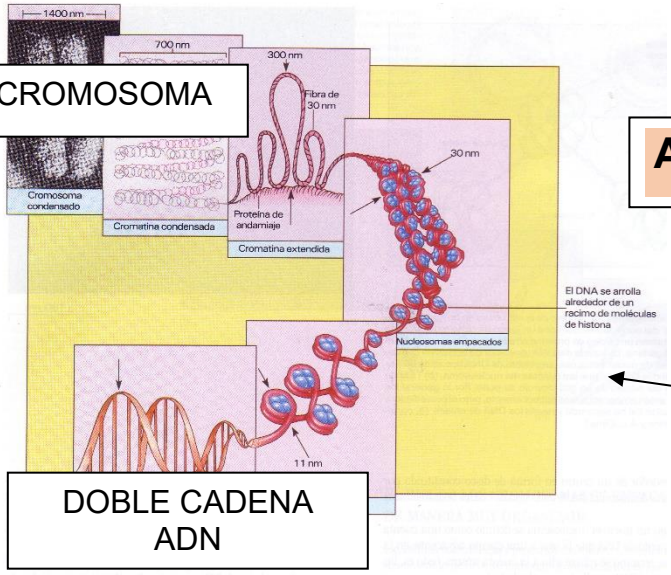


Fig. 4-12. Estructura del núcleo celular. (*a*) La TEM y el dibujo interpretativo ilustran que la envoltura nuclear, formada por dos membranas concéntricas, presenta poros nucleares, cada uno de los cuales está rodeado por un complejo de proteínas. La membrana externa de la envoltura nuclear es continua con la membrana del retículo endoplásmico. El nucléolo no está rodeado por membrana. (*b*) TEM de poros nucleares. Se utilizó una técnica conocida como fractura en frío o criofractura para desprender la membrana. (*c*) Los poros nucleares, constituidos por proteínas, forman conductos entre el nucleoplasma y el citoplasma. (*a, D.W. Fawcett; b, R. Kessel-G. Shih/Visuals Unlimited.*)







CROMOSOMA

ADN + HISTONAS = CROMATINA

HISTONAS

DOBLE CADENA ADN

4- TEORÍA DE LA ENDOMEMBRANA Y TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA.

La **TEORÍA DE LA ENDOMEMBRANA** surgió a partir de observaciones de biólogos celulares a mediados del siglo XX explicando la aparición del **núcleo y otros orgánulos membranosos** (RE, Aparato de Golgi).

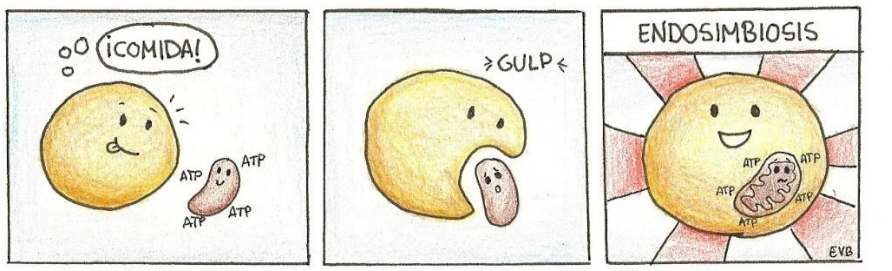
Según la teoría de la **ENDOMEMBRANA** una **célula procariota ancestral** comenzó a invaginar su **membrana plasmática** hacia el interior. Estas invaginaciones formaron bolsas internas que **rodearon el material genético (ADN)**. Con el tiempo, estas membranas internas dieron lugar al **núcleo**, separado del citoplasma por la **envoltura nuclear**, y al **retículo endoplasmático**.

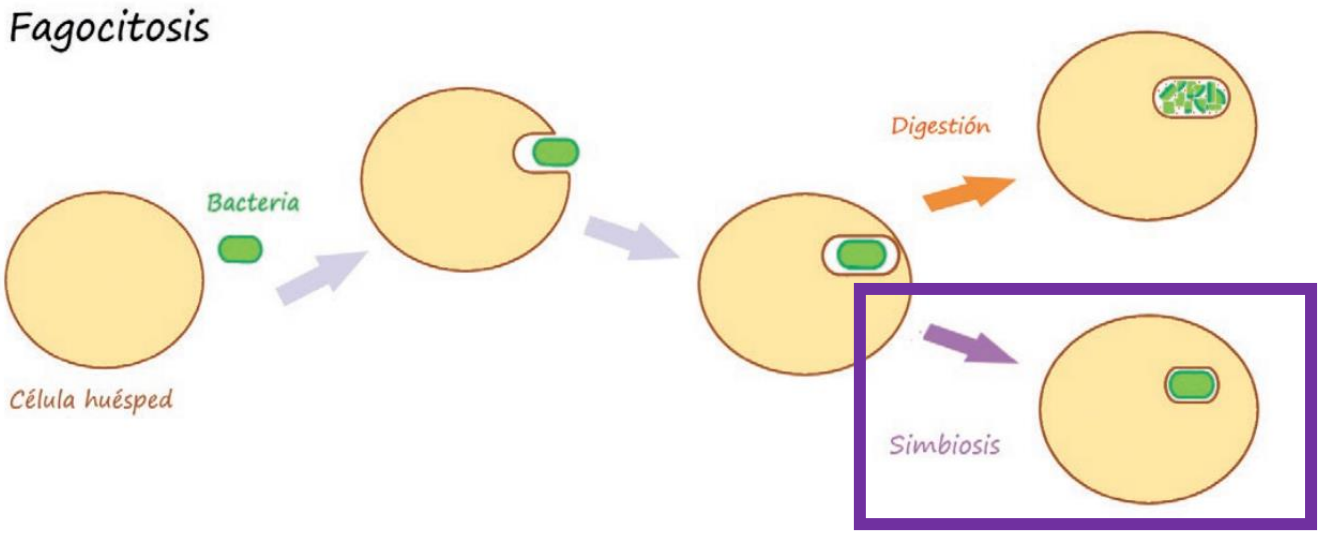
Se había originado una **célula eucariota ancestral**.

La **TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA** fue presentada en 1967 por Lynn Margulis (1938-2011) y explica **el origen de las mitocondrias y los cloroplastos.**



Lynn Margulis. Foto: tomada de EcuRed.





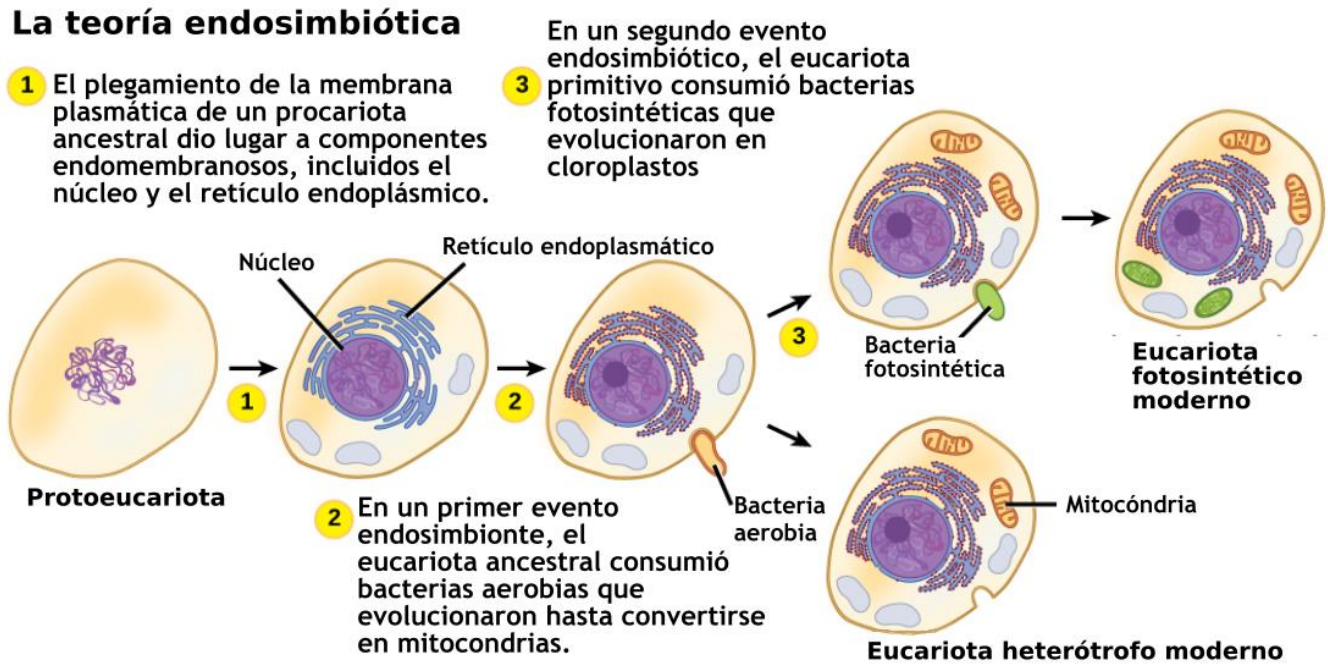
Esquema celular (sin núcleo ni organelas) indicando solo el proceso de endocitosis con dos posibles caminos finales. Foto: de los autores.

Una célula con núcleo, que no podía metabolizar oxígeno, incorporó una bacteria aerobia. Se estableció una relación simbiótica entre las dos células: la bacteria recibía refugio y alimento, y a cambio producía energía mediante la respiración celular, beneficiando también a la célula huésped. Con el tiempo, esta bacteria aerobia se convirtió en la **mitocondria**, y la célula huésped evolucionó a una **célula eucariota aerobia**, capaz de usar oxígeno sin que le resultara dañino.

Una segunda incorporación endosimbiótica explica la aparición de los cloroplastos. Algunas células eucariotas aerobias ingirieron bacterias fotosintéticas (cianobacterias) que no pudieron digerir. Con el tiempo, estas bacterias fotosintéticas se transformaron en los **cloroplastos** actuales, permitiendo a las células realizar la fotosíntesis.

(Ampliar con Actividad 6)

***Actividad 6**: Evidencias que apoyan la aparición de mitocondrias y cloroplastos con la teoría endosimbiótica.*



	FUNDACIÓN SAN JUAN Y SAN PABLO	BIOLOGÍA y GEOLOGÍA
	UNIDAD 2: FUNCIONES DE LA CÉLULA (Prof. Biología Susana Rico García)	4ºESO

1- NUTRICIÓN CELULAR

1.1- INCORPORACIÓN DE MATERIA

1.2- METABOLISMO

2- RELACIÓN CELULAR

2.1- ESTÍMULOS

2.2- RESPUESTAS CELULARES

3- REPRODUCCIÓN CELULAR

3.1- CICLO CELULAR

3.2- NIVELES DE COMPACTACIÓN DEL ADN

3.3- MITOSIS (CÉLULAS SOMÁTICAS)

3.4- MEIOSIS (CÉLULAS SEXUALES)

SITUACIÓN APRENDIZAJE: EL CICLO DE LA VIDA CELULAR

CICLO CELULAR (5%)

TRABAJO INFOGRÁFICO MITOSIS (10%)

TRABAJO INFOGRÁFICO MEIOSIS (15%)

CUESTIONARIOS (10%)

1- NUTRICIÓN CELULAR

La **NUTRICIÓN CELULAR** implica todos los procesos necesarios para:
- obtener materia
- obtener energía.

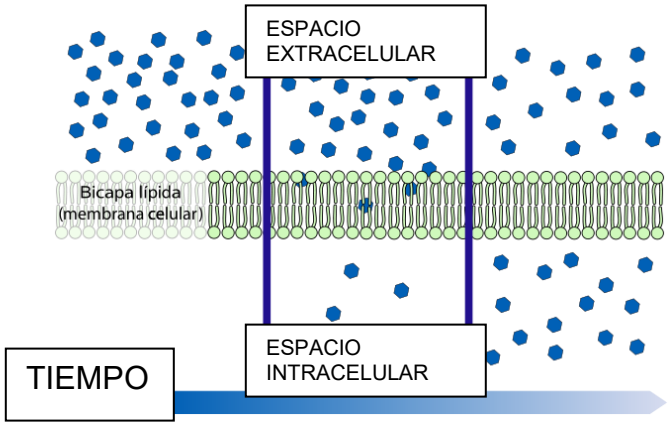
1.1- INCORPORACIÓN DE MATERIA

La materia puede entrar o salir en función del tamaño y su naturaleza.

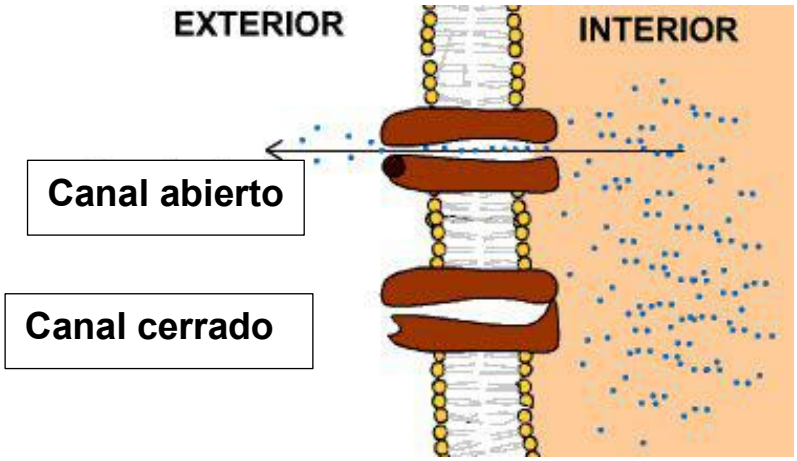
Los principales mecanismos son:

- **DIFUSIÓN SIMPLE:** movimiento de moléculas desde zonas donde están muy concentradas hacia zonas donde la concentración es menor, atravesando la **membrana**.

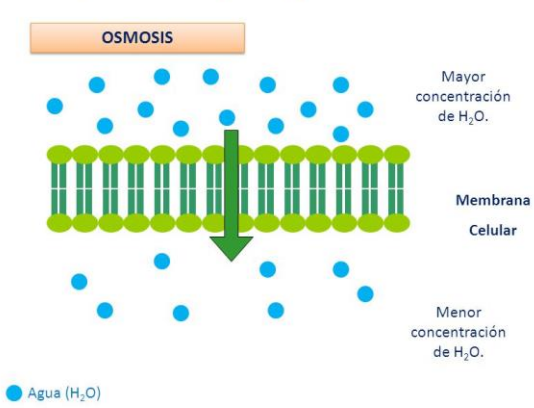
  Ejemplo: **gases como CO_2, O_2, y N_2.**

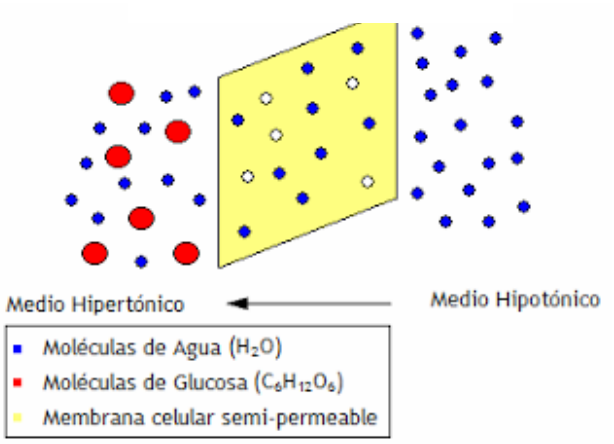


- **DIFUSIÓN FACILITADA:** paso de moléculas **insolubles en lípidos** (como **iones)** a través de **proteínas de canal de la membrana**, siempre a favor de gradiente (de más a menos concentración).



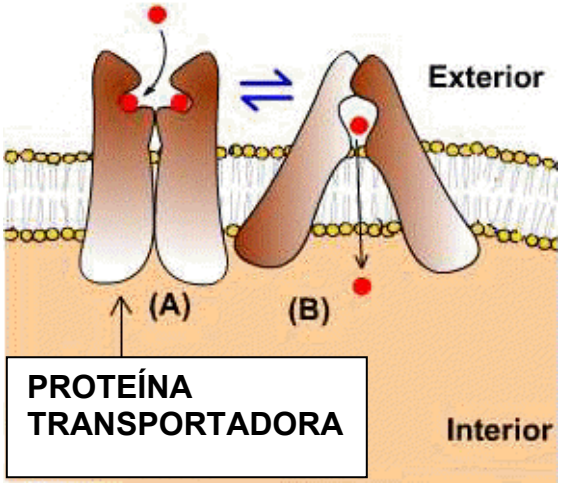
❖ **ÓSMOSIS:** paso del **disolvente** (generalmente H_2O), pero no del soluto, a través de una **membrana semipermeable** que separa disoluciones de distinta concentración.

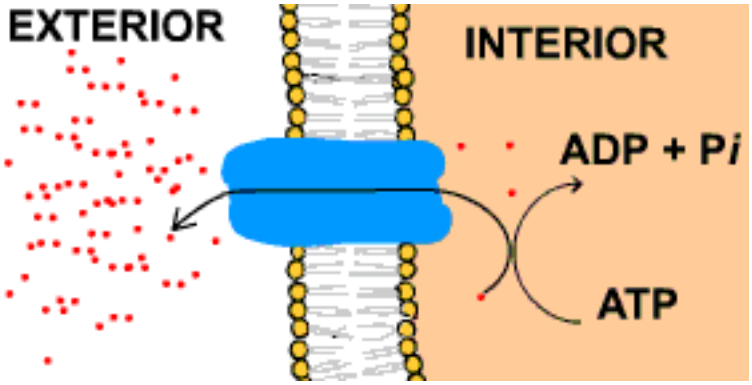




❖ **PERMEASAS:** son **proteínas transportadoras o "carriers"** de la membrana plasmática.

- Si el transporte es a favor de gradiente, no requieren energía.
- Si transportan contra gradiente, consumen energía (ATP)



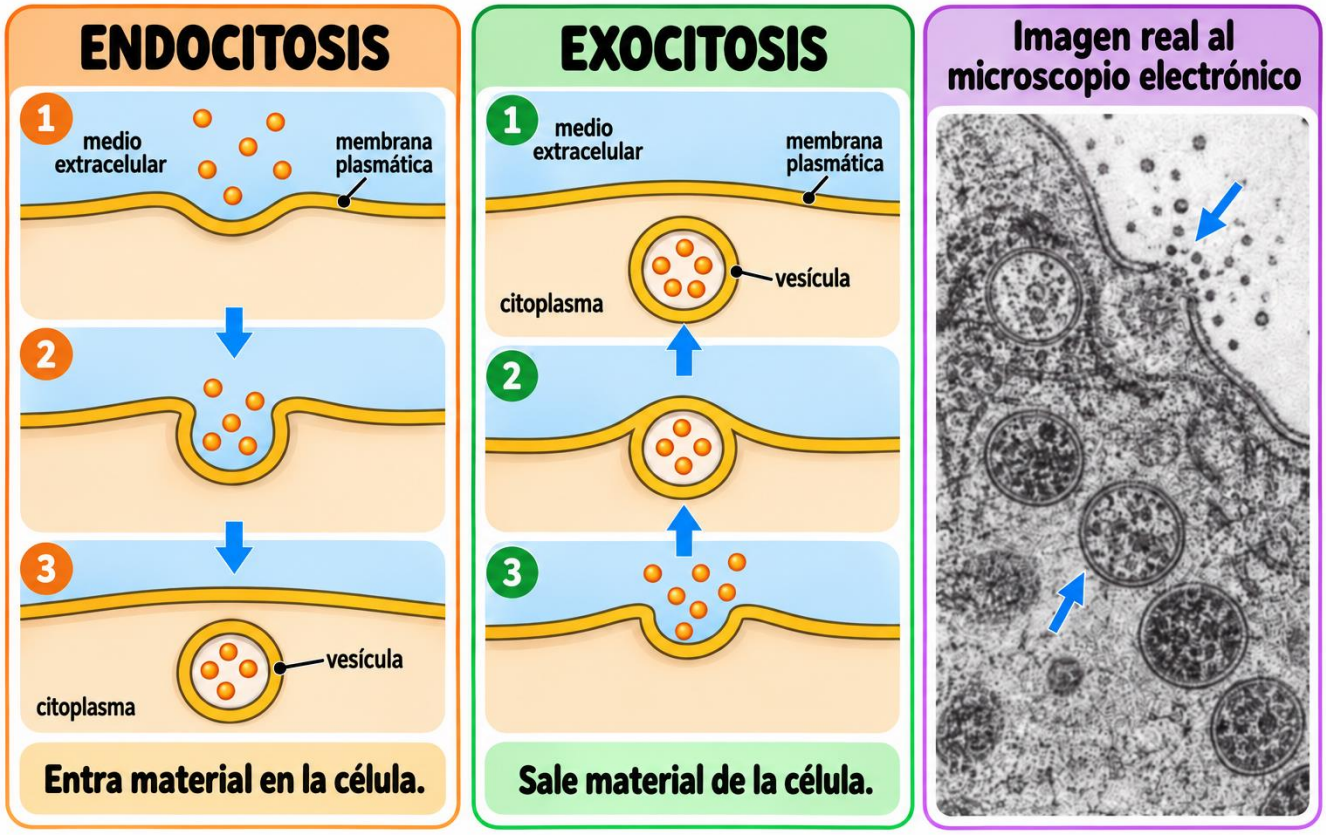


❖ **TRANSPORTE MEDIANTE VESÍCULAS**

a) **ENDOCITOSIS:** la membrana se pliega hacia el interior y forma una vesícula que introduce materia en la célula. Puede ser:

Fagocitosis: se introduce una partícula sólida.
Pinocitosis: se introducen sustancias disueltas en líquido.

b) **EXOCITOSIS:** proceso inverso, mediante el cual la célula expulsa sustancias al exterior en vesículas.



1.2- METABOLISMO

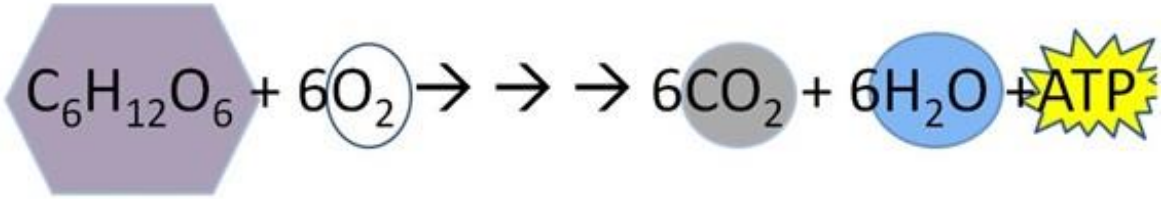
El **METABOLISMO** es el conjunto de reacciones químicas de la célula. Puede ser:
- **catabolismo**
- **anabolismo**

❖ **CATABOLISMO:** transforma moléculas complejas en otras más sencillas **liberando energía**.

EJEMPLO 1: RESPIRACIÓN CELULAR

La respiración celular es el proceso mediante el cual se obtiene energía química a partir de la oxidación de los nutrientes.

Ocurre principalmente en las **mitocondrias** *(recordar lo estudiado en el TEMA 1)* y se producen entre 30 y 32 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa oxidada.



1 GLUCOSA **6 OXÍGENO** **6 DIÒXIDO CARBONO** **6 AGUA** **30-32 ATP ENERGÍA QUÍMICA**

EJEMPLO 2: FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Se obtiene energía a partir de la materia orgánica en ausencia total de oxígeno. Ocurre en el citoplasma. Se producen 2 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

1 glucosa ⟶ 2 etanol + 2 CO_2 + **2 ATP**

(Ampliar: *hay más tipos de fermentaciones*)

- **ANABOLISMO:** construye moléculas complejas a partir de otras simples consumiendo **energía.**

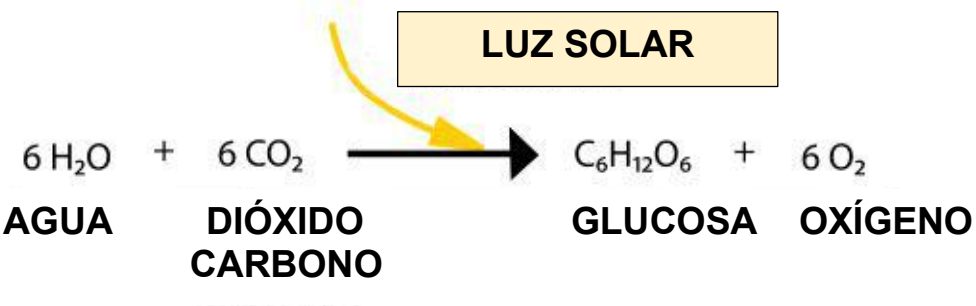
EJEMPLO 1: FOTOSÍNTESIS

Fabricación de materia orgánica a partir de materia inorgánica utilizando la energía de la luz. Ocurre en los **cloroplastos** *(recordar lo estudiado en el TEMA 1)*.

En los tilacoides, los pigmentos fotosintéticos permiten la captación de la energía luminosa.

En la fase luminosa, la energía electromagnética de la luz se transforma en energía química (ATP).

En la fase oscura, se sintetiza glucosa (materia orgánica) a partir de dióxido de carbono y agua (materia inorgánica).



2- RELACIÓN CELULAR

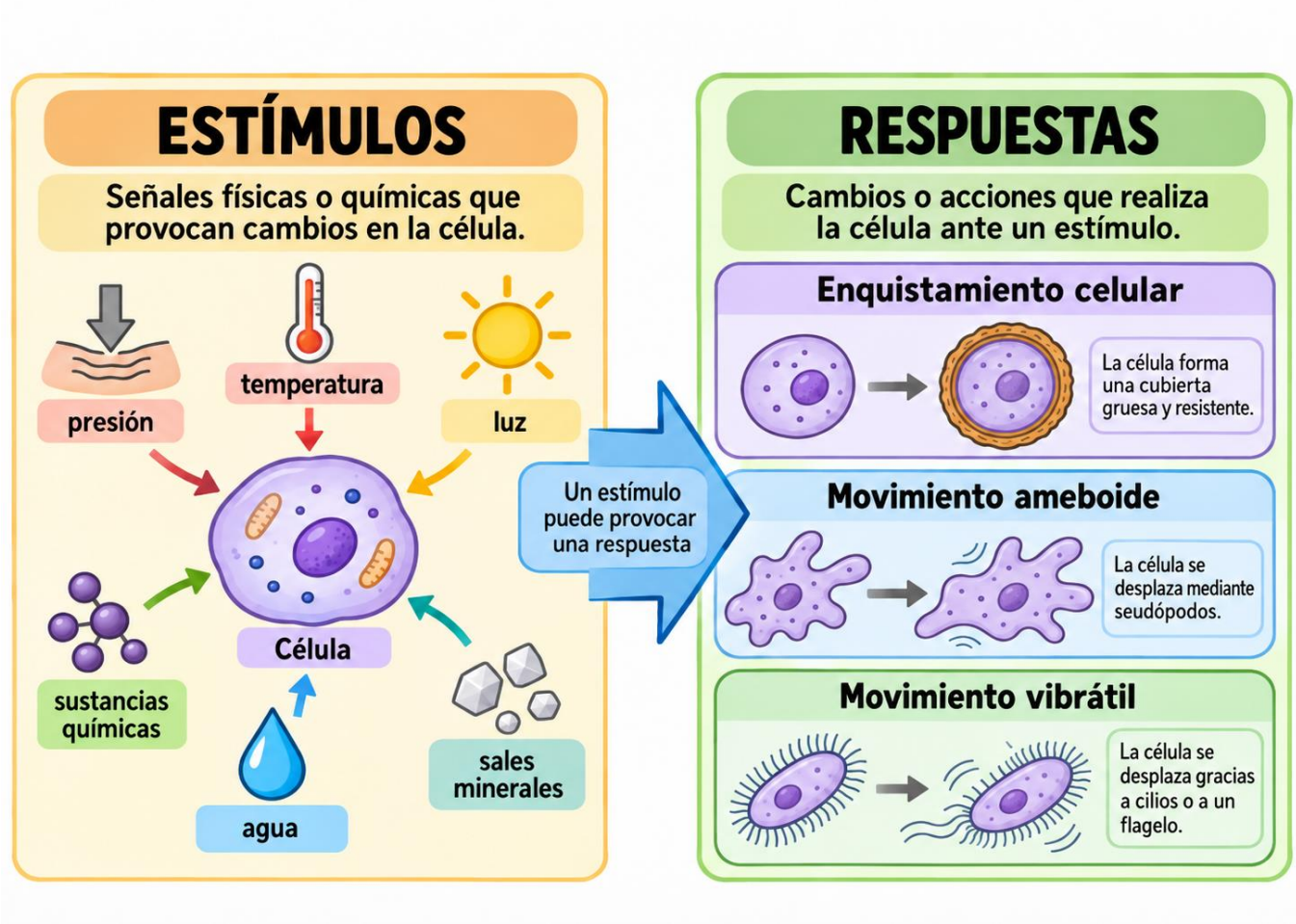
2.1- ESTÍMULOS

Los **ESTÍMULOS** son señales físicas (presión, temperatura, luz) o químicas (sustancias químicas, agua, sales minerales) que afectan las células y provocan cambios en ellas.

2.2- RESPUESTAS CELULARES

Algunas respuestas celulares son:

- **Enquistamiento celular**: algunas células forman una cubierta resistente para sobrevivir a condiciones desfavorables.
- **Movimiento ameboide**: desplazamiento mediante prolongaciones del citoplasma llamadas seudópodos.
- **Movimiento vibrátil:** desplazamiento gracias a cilios o flagelos.



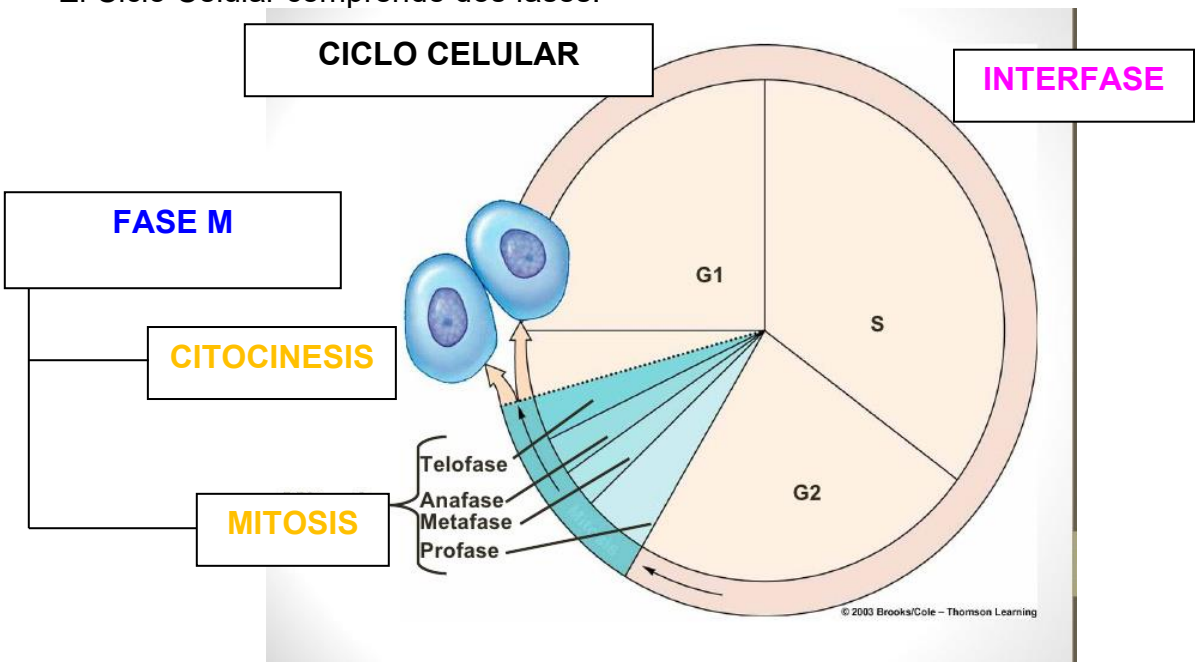
3- REPRODUCCIÓN CELULAR

3.1- CICLO CELULAR

El **CICLO CELULAR** es el conjunto de etapas desde que una célula nace hasta que se divide o muere.

¿Sabías que…?:
en las persones adultas hay células que no se dividen nunca, como las células musculares y las neuronas. Otras, como el epitelio del intestino, tardan 8h.

El Ciclo Celular comprende dos fases:



❖ INTERFASE

Es la etapa de mayor duración.
Se subdivide en:

a) **Fase G1:** la célula aumenta de tamaño, sintetiza proteínas y otros componentes celulares. La célula tiene mecanismos para comprobar si las condiciones son adecuadas antes de pasar a la fase S. En condiciones desfavorables, algunas células entran en fase de reposo llamada **G0**
b) **Fase S:** el material hereditario se duplica (replicación del ADN), puesto que, al acabar el ciclo celular, las dos células hijas que se obtienen tienen que contener la misma información genética que la célula madre de la que proceden.
c) **Fase G2:** la célula continúa creciendo y sintetizando componentes celulares para que el reparto de estos sea equitativo.

❖ FASE M

Es el periodo de tiempo durante el cual se produce la **división celular**.

a) **Mitosis: División del núcleo**
b) **Citocinesis: División del citoplasma**

¿Sabías que…?:

En cultivos celulares un ciclo completo se produce en 24h, repartidas de la siguiente manera:

- interfase: 23 horas, de las cuales,
  - G1: 11 h
  - S: 8 h
  - G2: 4h
- fase M: 1 hora

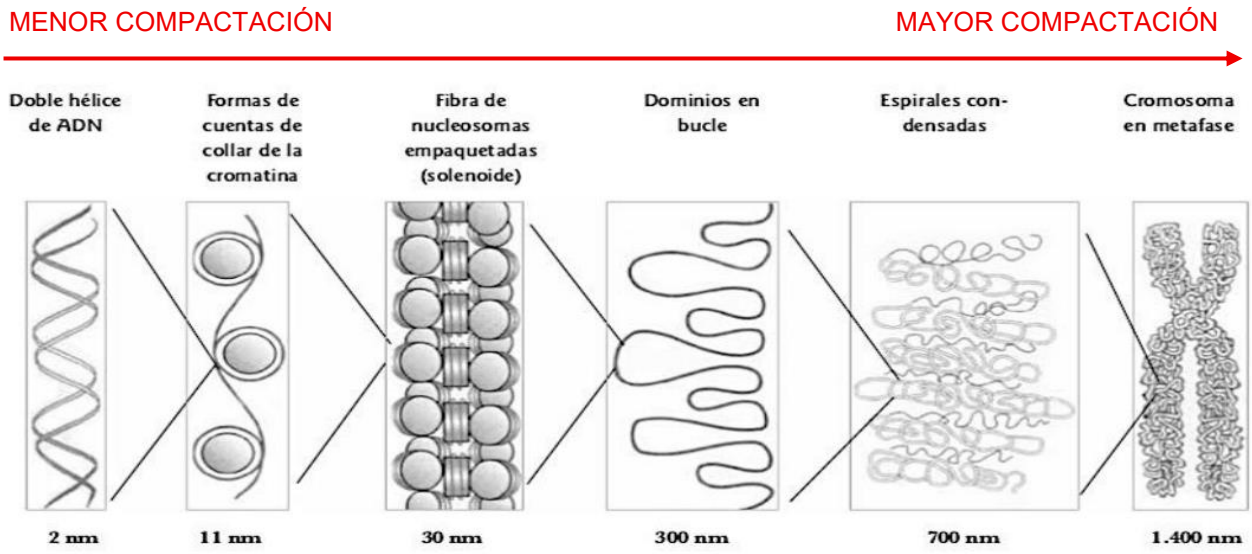
En condiciones desfavorables, algunas células entran en fase de reposo llamada **G0** (ejemplo: neuronas).

3.2- NIVELES DE COMPACTACIÓN DEL ADN

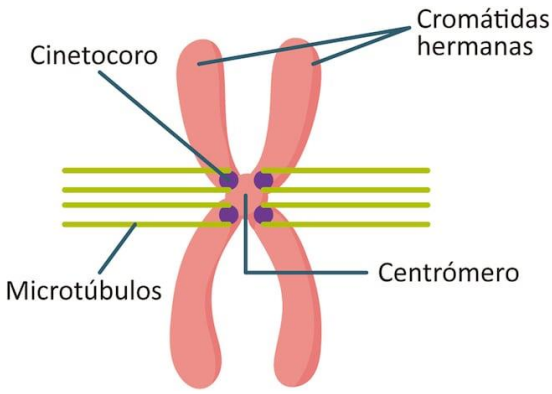
El **ADN**, asociado a unas proteínas llamadas **histonas**, forma la **cromatina**.

Durante la interfase, la cromatina se encuentra poco condensada en el núcleo. Cuando la célula va a dividirse, la cromatina se condensa y forma los **cromosomas**.

Tras la duplicación del ADN, cada cromosoma está formado por **dos cromátidas hermanas** unidas por el **centrómero.**



Los cromosomas metafásicos representan el estado de máxima condensación del material genético. Tienen un espesor aproximado de **1.400 nm**.



Fuente: ABC Color

Según su número de cromosomas, distinguimos:

a) **Células somáticas** forman el cuerpo y son diploides (**2n**), porque tienen dos juegos de cromosomas.
b) **Gametos:** son las células sexuales y son haploides (**n**), porque tienen un solo juego de cromosomas.

En la especie humana (*Homo sapiens)*:

a) Las células somáticas tienen **46 cromosomas organizados en 23 pares**. En cada par, un cromosoma procede de la madre y otro del padre.
b) Los gametos tienen **23 cromosomas**, uno de cada par.

3.3- MITOSIS (CÉLULAS SOMÁTICAS)

INTERFASE:

G1- **S (duplicación ADN)**- G2

FASE M (DIVISIÓN CELULAR)

DIVISIÓN NÚCLEO (MITOSIS)

Profase
Metafase
Anafase
Telofase

DIVISIÓN CITOPLASMA (CITOCINESIS)

Durante la **interfase**, la célula atraviesa tres etapas:

- En **G1**, crece y fabrica componentes celulares.
- En **S**, duplica su ADN.
- En **G2**, continúa creciendo y se prepara para la división. En las células animales también se completa la duplicación de los centriolos.

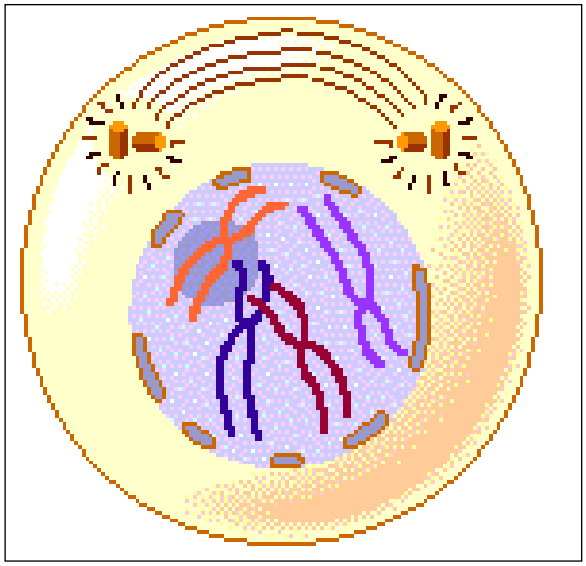
A continuación, se inicia la **división celular**, que comprende dos procesos:

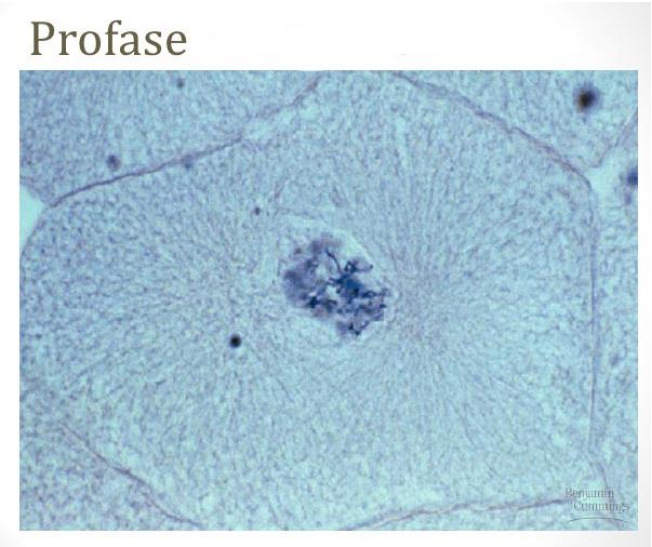
- **Mitosis:** división del núcleo.
- **Citocinesis:** división del citoplasma.

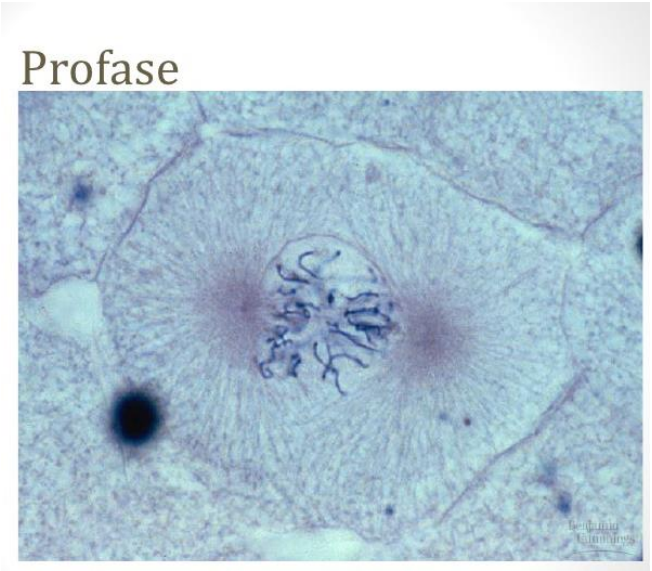
A- El proceso de **MITOSIS,** aunque es un proceso continuo, está dividido en cuatro fases:

❖ **Profase:** principalmente ocurren los siguientes acontecimientos:

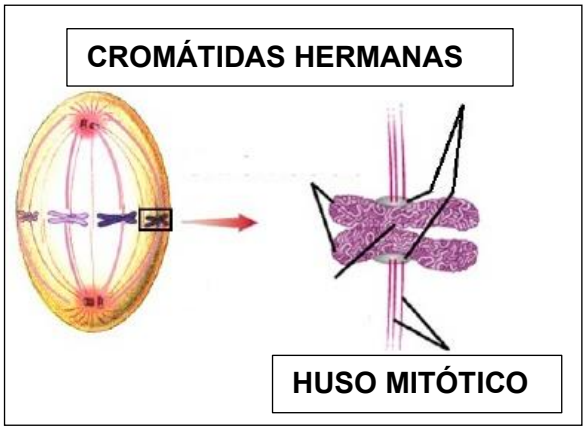
- El ADN se condensa dando lugar a los cromosomas cada uno con dos cromátidas.
- Desaparecen el nucleolo y la membrana nuclear. De esta forma al final de la profase los cromosomas se encuentran libres en el citoplasma.
- La pareja de centriolos va dirigiéndose a los polos de la célula, donde formará el huso mitótico.

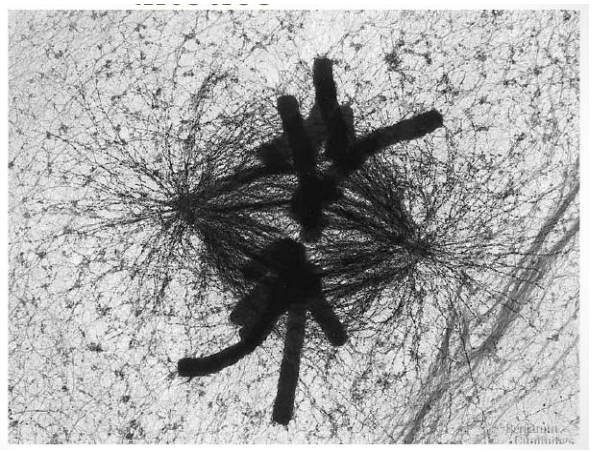




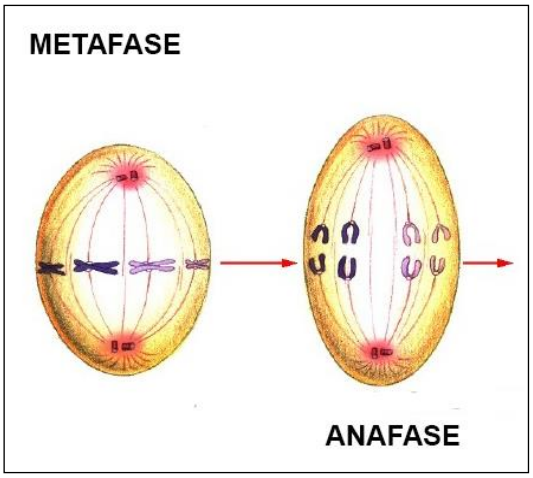


❖ **Metafase:** cada cromosoma se une al huso mitótico, concretamente en el plano ecuatorial.

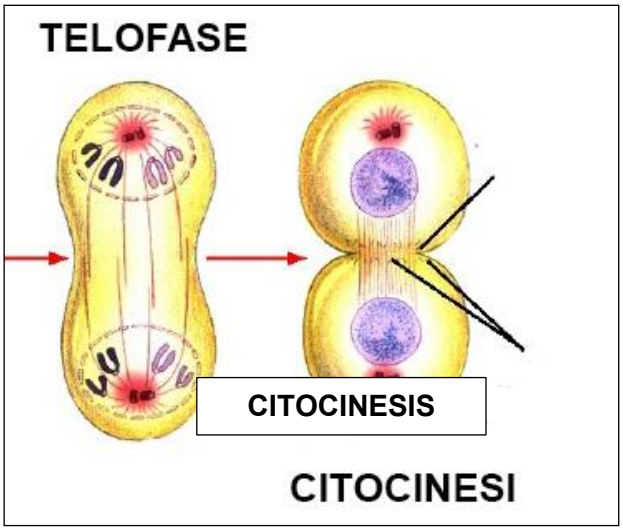




❖ **Anafase:** las fibras del huso mitótico se acortan y separan las cromátidas hermanas al dividirse la región del centrómero. Cada cromátida es desplazada hacia uno de los polos opuestos de la célula.



❖ **Telofase:** los cromosomas con una cromátida ya han migrado y las fibras del huso desaparecen. Además, se reconstituye el nucleolo y la membrana. Los cromosomas pasan a una forma menos condensada (cromatina).

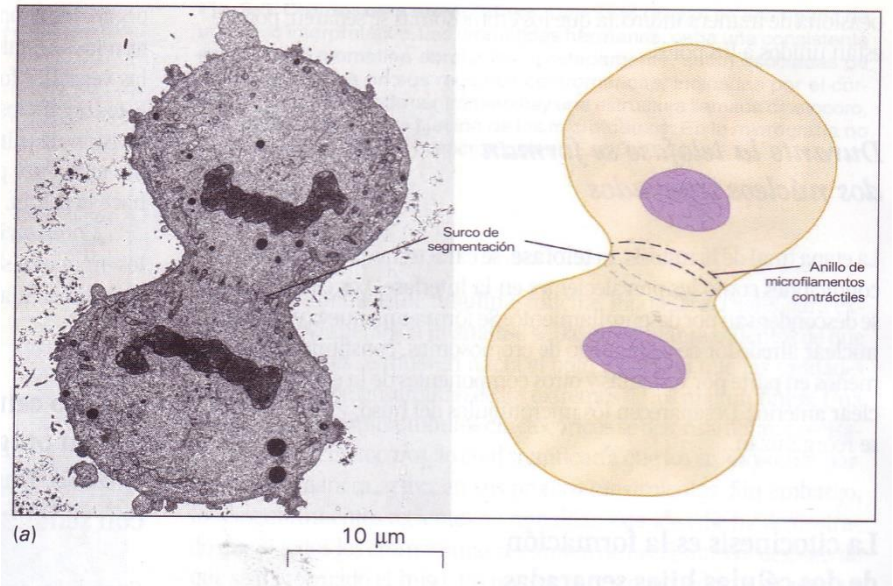


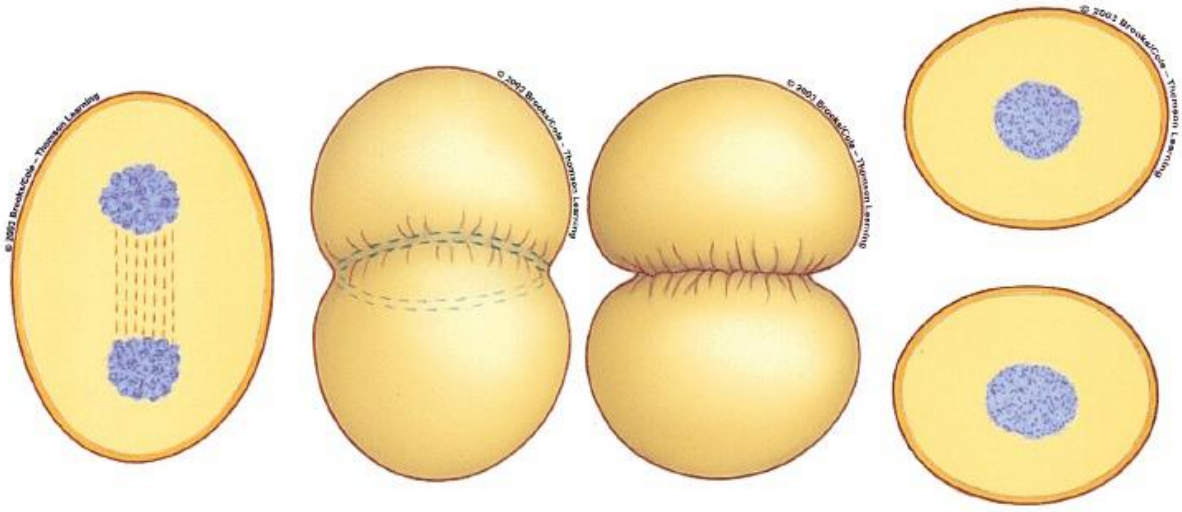
B- CITOCINESIS: el citoplasma se divide y se reparten equitativamente todos los orgánulos celulares.

Dependiendo si la célula es animal o vegetal, el proceso de citocinesis es diferente.

❖ **Citocinesis animal**

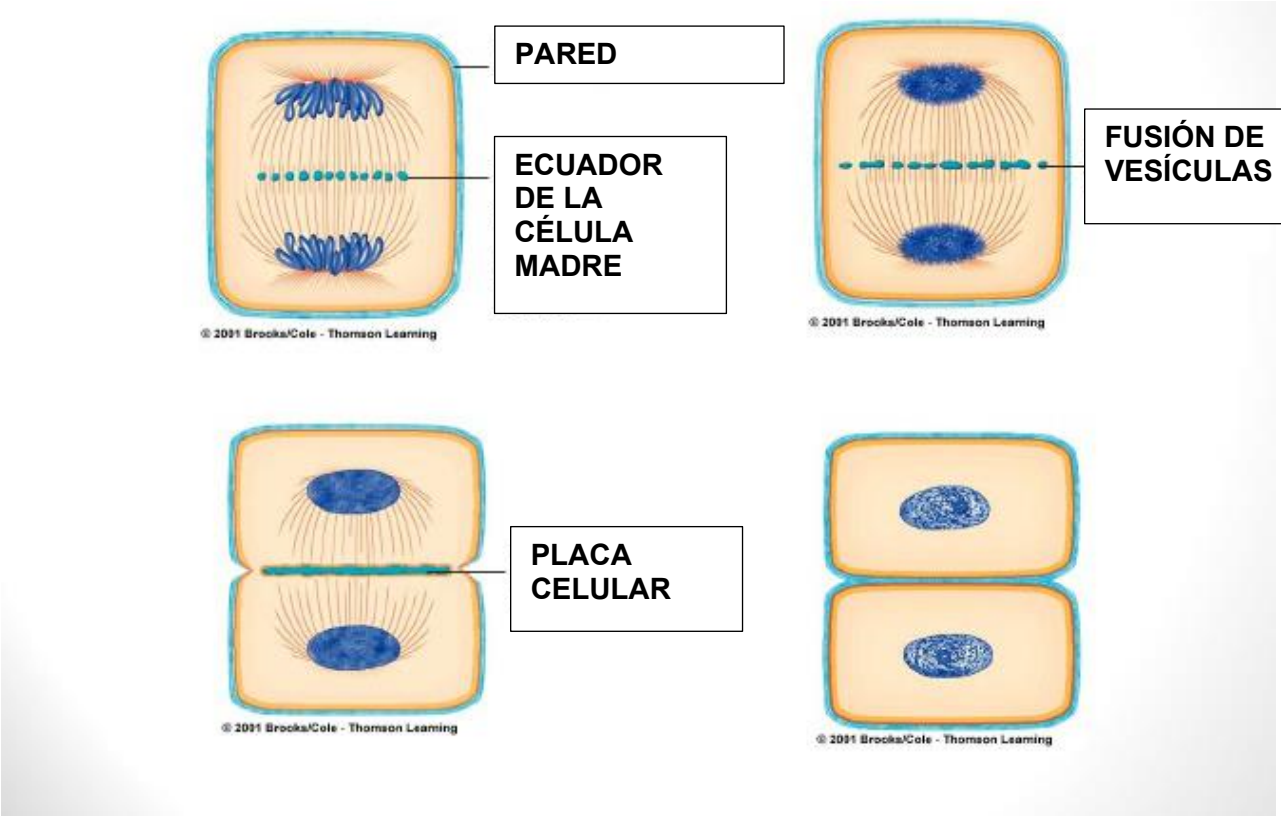
Se origina un estrangulamiento en la superficie celular por la zona del plano ecuatorial que produce la separación de las dos células hijas.

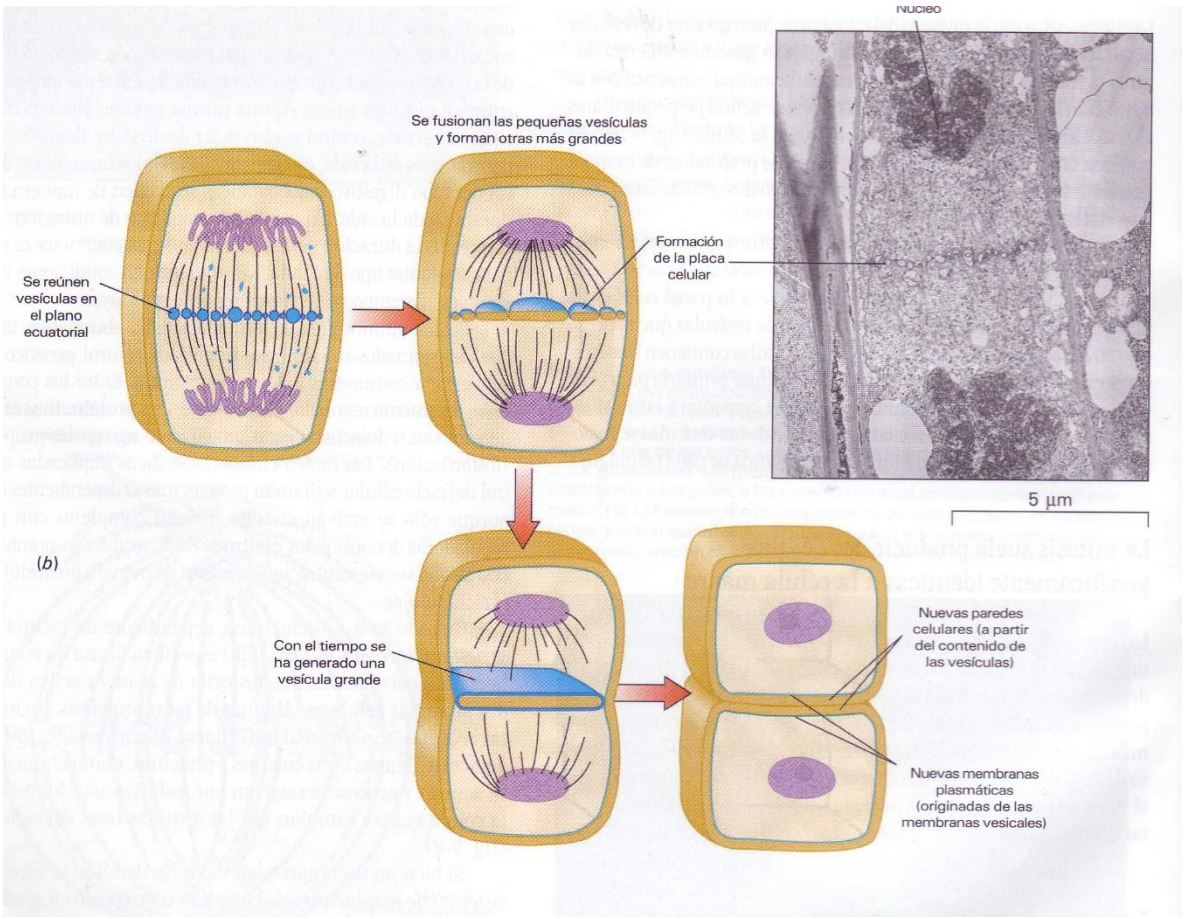




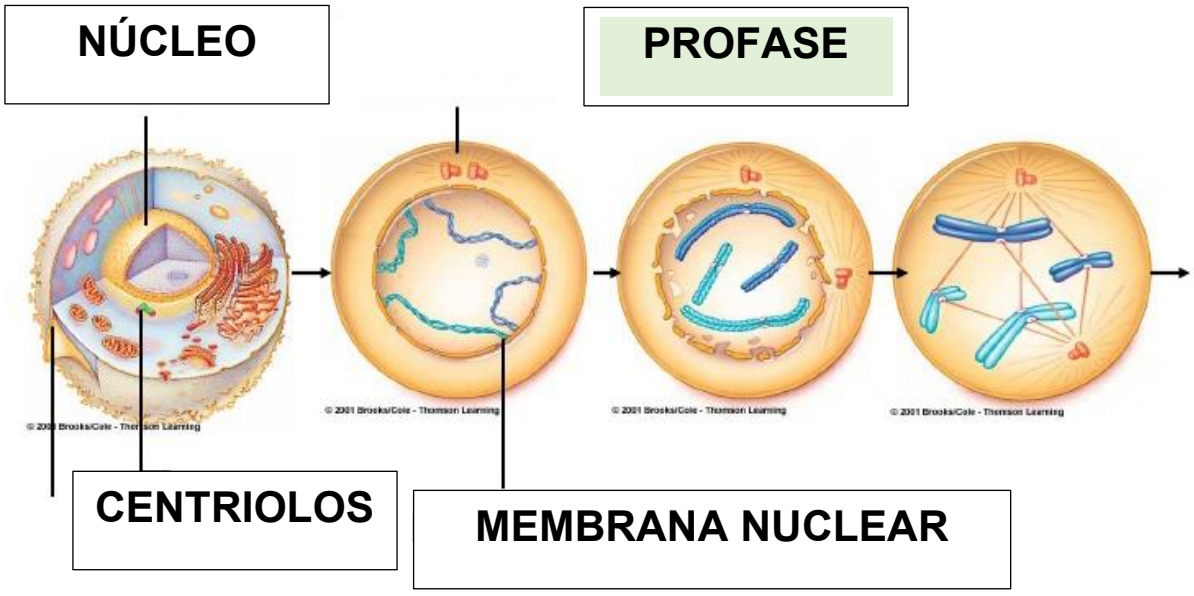
❖ Citocinesis vegetal

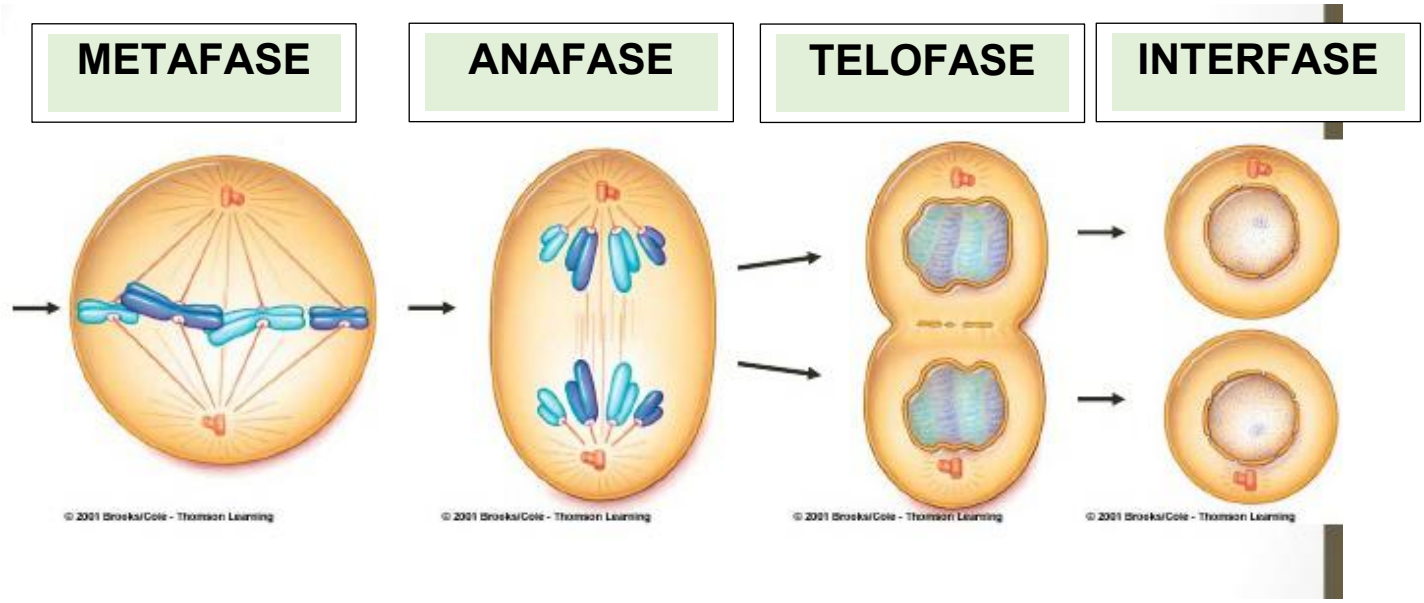
A causa de la rigidez de la pared celular la citocinesis no se produce por estrangulamiento. En el plano ecuatorial se concentran vesículas del aparato de Golgi cargadas de los componentes necesarios para la construcción de la pared celular. Las vesículas van fusionándose. La membrana de las vesículas construirá las nuevas membranas celulares y el contenido de ellas, la pared celular.




Núcleo
Se fusionan las pequeñas vesículas y forman otras más grandes
Se reúnen vesículas en el plano ecuatorial
Formación de la placa celular
5 µm
(b)
Con el tiempo se ha generado una vesícula grande
Nuevas paredes celulares (a partir del contenido de las vesículas)
Nuevas membranas plasmáticas (originadas de las membranas vesicales)

RESUMEN DEL PROCESO DE DIVISIÓN CELULAR DE CÉLULAS SOMÁTICAS





La **finalidad de la mitosis**:

- Desarrollo embrionario.
- Crecimiento.
- Regeneración y reparación de tejidos.

3.4- MEIOSIS (CÉLULAS SEXUALES)

La **meiosis** produce gametos (óvulos y espermatozoides) con la mitad de cromosomas (n).

Una célula diploide (2n) da lugar a 4 células haploides (n).

En la obtención de estas células, tenemos que diferenciar dos etapas consecutivas:

- la división nuclear que recibe el nombre de MEIOSIS
- la división del citoplasma llamada CITOCINESIS

Antes de comenzar la meiosis, una célula diploide (2n), precursora de los gametos, atraviesa la interfase. Durante la fase G1 crece y sintetiza componentes celulares; en la fase S duplica su ADN; y en la fase G2 continúa creciendo y se prepara para la división. De este modo, al iniciar la meiosis dispone del ADN duplicado y de los componentes celulares necesarios para formar las células hijas. A continuación, comienza la división celular, que incluye la meiosis y la citocinesis.

El proceso de la **MEIOSIS** consta de dos divisiones sucesivas:

MEIOSIS I:

❖ **Profase I:** principalmente ocurren los siguientes acontecimientos:

- El ADN se condensa dando lugar a los cromosomas cada uno con dos cromátidas.
- Desaparecen el nucleolo y la membrana nuclear.
- Los cromosomas homólogos se aparean.
- La pareja de centriolos va dirigiéndose a los polos de la célula, donde formará el huso mitótico.

❖ **Metafase I:** el huso mitótico se forma totalmente y cada pareja de cromosomas (cromosomas homólogos) se unen a la fibra del huso, concretamente en el plano ecuatorial, enfrentados.

❖ **Anafase I:** las fibras del huso se contraen. Cada cromosoma homólogo se arrastra hacia los polos celulares. De esta forma en los polos se encontrarán n cromosomas con dos cromátidas. Ha habido una reducción en mitad del número de cromosomas.

❖ **Telofase I:** se forman dos núcleos con la mitad de cromosomas.

El citoplasma se divide y se reparten equitativamente todos los orgánulos celulares. (**CITOCINESIS**).

Los cromosomas sufren una descondensación y pasan en un estado de reposo denominado **INTERFASE** en el que no hay duplicación de ADN (sin fase S) y la cual tiene un periodo de duración muy corto.

MEIOSIS II:

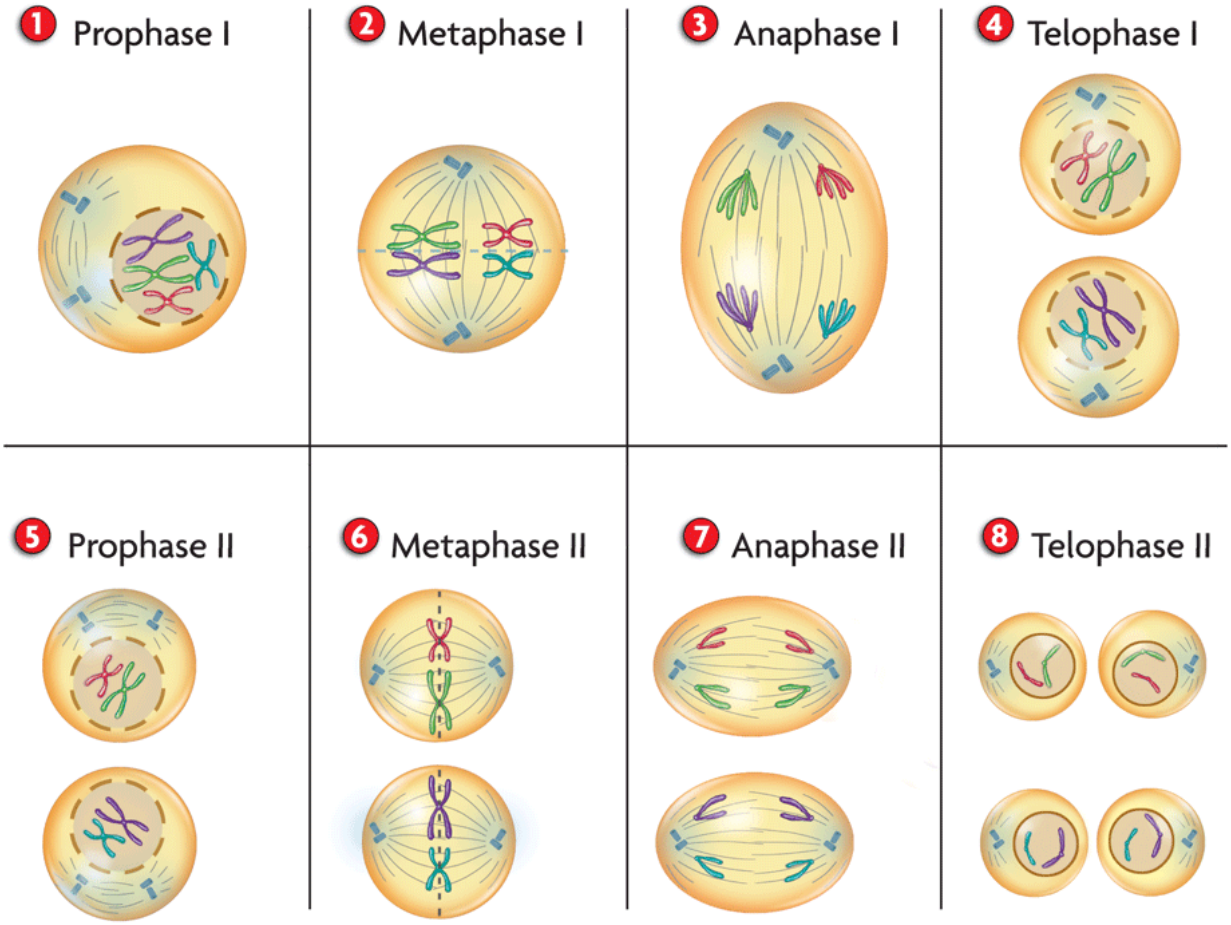
- **Profase II:** los cromosomas se condensan nuevamente, desaparece el núcleo y nucleolo y se forma el huso mitótico.

- **Metafase II:** los n cromosomas, cada uno con dos cromátidas unidas por el centrómero, se disponen en las placas ecuatoriales de la fibra del huso.

- **Anafase II:** las fibras se contraen por lo cual se separan las cromátidas y migran hacia los polos opuestos.

- **Telofase II:** cuando las cromátidas llegan a los polos, se forman los cuatro núcleos haploides.

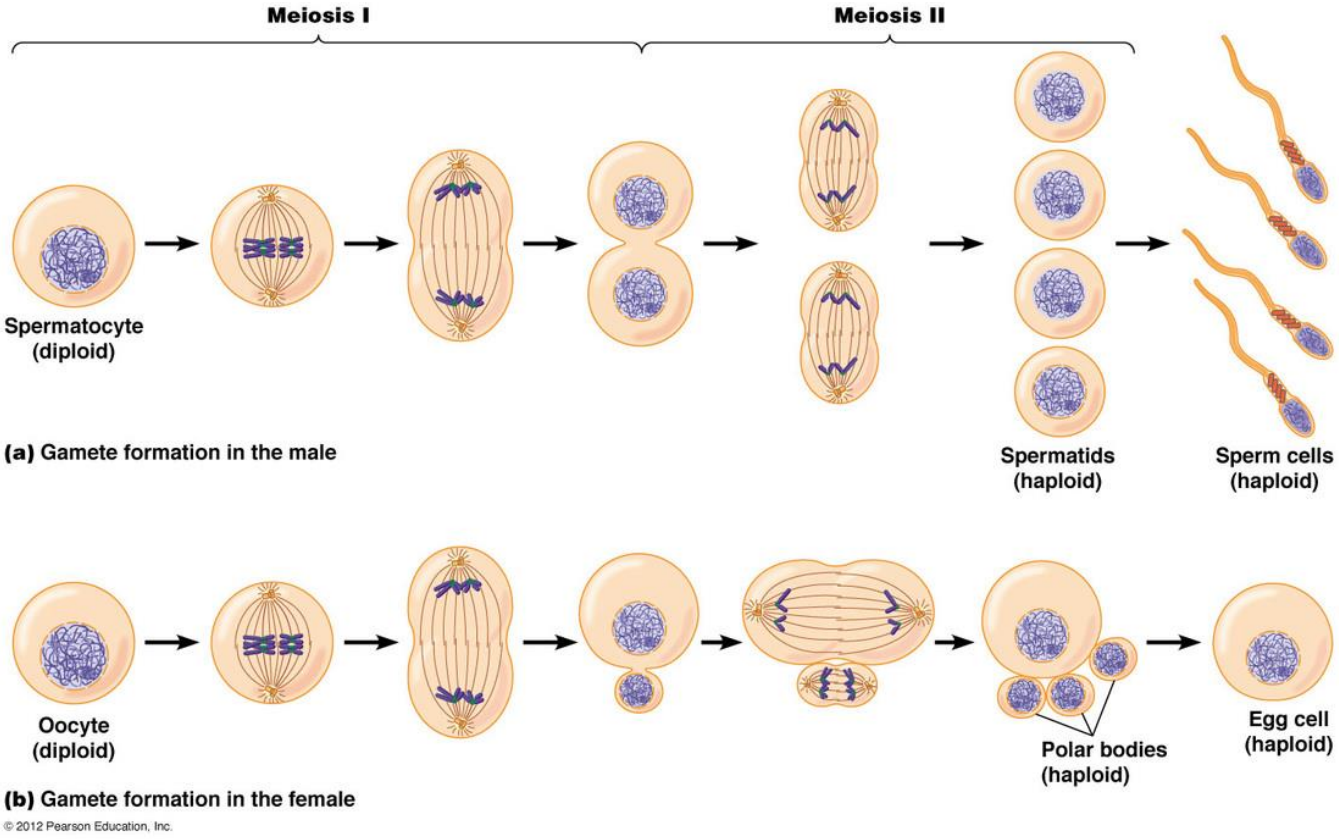
CITOCINESIS: el citoplasma se divide por estrangulamiento de la membrana celular en la zona central (c. animales) o por formación de una placa celular (c. vegetales) y se reparten equitativamente todos los orgánulos celulares, obteniéndose cuatro células haploides.



En los seres humanos, como en el resto de animales, los gametos se forman en las gónadas (ovarios y testículos). En ellos se encuentran las células madre de los gametos (2n), que después de las dos divisiones meióticas, originarán células sexuales con la mitad de cromosomas (n).

- La obtención de espermatozoides en los testículos recibe el nombre de espermatogénesis. Origina 4 espermatozoides.

- La obtención de óvulos en los ovarios recibe el nombre de ovogénesis y origina cuatro células: un óvulo que recibe la mayor cantidad de citoplasma, y tres corpúsculos polares (que no funcionan como gametos).



	FUNDACIÓN SAN JUAN Y SAN PABLO	BIOLOGÍA y GEOLOGÍA
	UNIDAD 3: ADN. ESTRUCTURA Y FUNCIONES (Prof. Biología Susana Rico García)	4ºESO

1- ÁCIDOS NUCLEICOS
- 1.1- ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)
- 1.2- ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN)

2- DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

3- REPLICACIÓN DEL ADN

4- DEL ADN A LAS PROTEÍNAS
- 4.1- TRANSCRIPCIÓN
- 4.2- TRADUCCIÓN

5- MUTACIONES
- 5.1- TIPOS DE MUTACIONES
  - ❖ SEGÚN LAS CÉLULAS AFECTADAS
  - ❖ SEGÚN LAS CONSECUENCIAS
  - ❖ SEGÚN El ADN AFECTADO

SITUACIÓN APRENDIZAJE: EL CÓDIGO DE LA VIDA

DOBLE CADENA DE ADN

CROMOSOMAS METAFÁSICOS: tipos y estructura (5%)

DOGMA CENTRAL BIOLOGÍA MOLECULAR (15%)

CUESTIONARIO ÁCIDOS NUCLEICOS (5%)

MAPA MENTAL MUTACIONES (10%)

IDIOGRAMA HUMANO (2,5%)

CUESTIONARIO MUTACIONES (5%)

1- ÁCIDOS NUCLEICOS

Todos los seres vivos están formados por biomoléculas orgánicas e inorgánicas.

- **Biomoléculas inorgánicas**: presentes tanto en los seres vivos como en la materia inerte (agua y sales minerales).
- **Biomoléculas orgánicas**: sintetizadas principalmente por los seres vivos. Están formadas por C, H, O y, con frecuencia, N, P y S. Son:
  - Glúcidos
  - Lípidos
  - Proteínas
  - Ácidos nucleicos
  - Vitaminas

Los **ÁCIDOS NUCLEICOS** están constituidos por unidades llamadas **nucleótidos**.

Cada nucleótido está formado por:

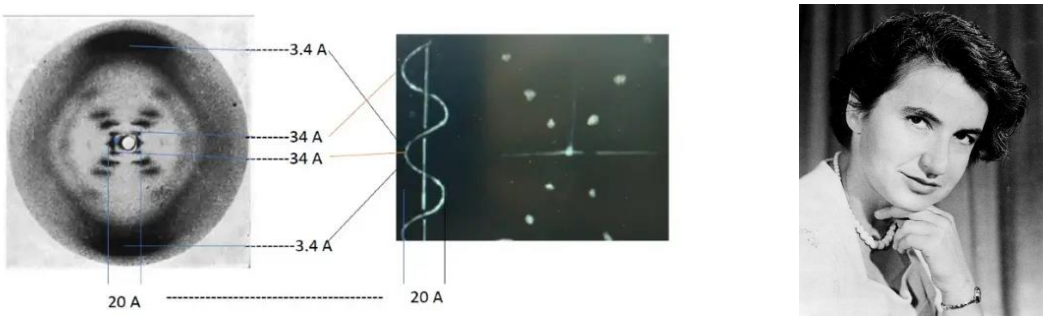
- **Un glúcido de 5 átomos de carbono (pentosa).**
- **Una base nitrogenada.**
- **Un grupo fosfato (H_3PO_4).**

1.1- ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

El **ADN** fue descubierto en 1869 por **Johann Friedrich Miescher**, quien aisló en el núcleo una sustancia ácida que llamó *nucleína*, más tarde denominada ácido nucleico.

El año 1953, **James Watson y Francis Crick** describieron su estructura en doble hélice.

Aunque Watson y Crick publicaron el modelo de la doble hélice en 1953 y recibieron el Nobel, fue **Rosalind Franklin**, con sus fotografías de difracción de rayos X, quien proporcionó la prueba experimental decisiva. Sin su trabajo no habría sido posible entender la estructura del ADN



Fotografia 51, imagen de la estructura del ADN obtenida mediante difraccion de rayos x en 1952

El ADN está formado por dos cadenas complementarias de nucleótidos.

Cada **nucleótido de ADN** recibe el nombre de **DESOXIRRIBONUCLEÓTIDO** y está formado por:

- **DESOXIRRIBOSA:** glúcido de 5 átomos de carbono (pentosa),

- Una **base nitrogenada**. El ADN puede presentar cuatro bases nitrogenadas diferentes:
  - adenina (A)
  - timina (T)
  - guanina (G)
  - citosina (C)

- Un **Grupo fosfato (H_3PO_4).**

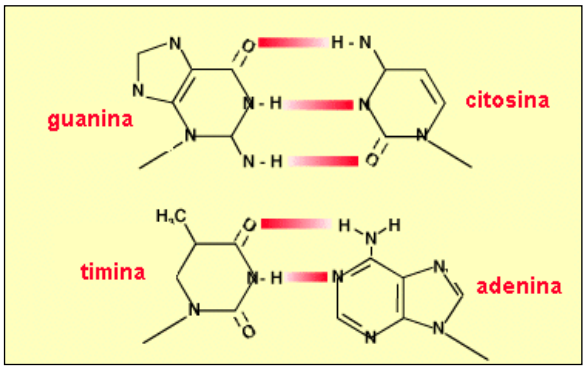
Los nucleótidos se unen entre sí mediante enlaces covalentes denominados **enlaces fosfodiéster**. Este se produce entre el grupo fosfato (anión que resulta cuando el ácido fosfórico pierde los 3 átomos de hidrógeno para enlazarse: PO_4^{3-}) de un nucleótido y la pentosa (desoxirribosa) del nucleótido siguiente.

Estas dos cadenas de polinucleótidos (muchos nucleótidos) están enrolladas formando una **doble hélice antiparalela**, es decir, se disponen de forma paralela y en sentidos opuestos.

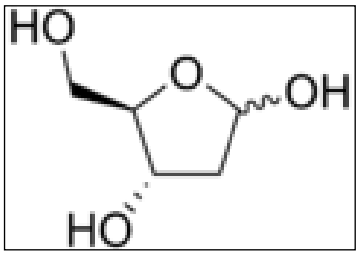
La unión de las dos cadenas se establece por enlaces de hidrógeno o **puentes de hidrógeno**, entre bases nitrogenadas complementarias. La complementariedad de las bases nitrogenadas es la siguiente:

- La adenina siempre se empareja con la timina estableciendo 2 puentes de hidrógeno.

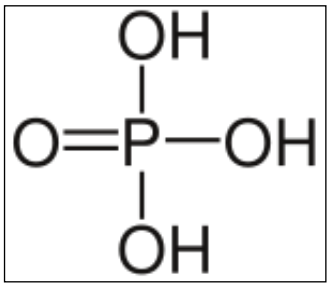
- La guanina se empareja con la citosina con 3 puentes de hidrógeno.



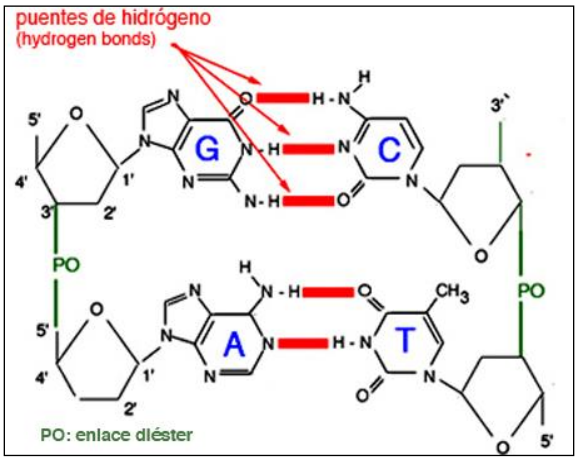
BASES NITROGENADAS

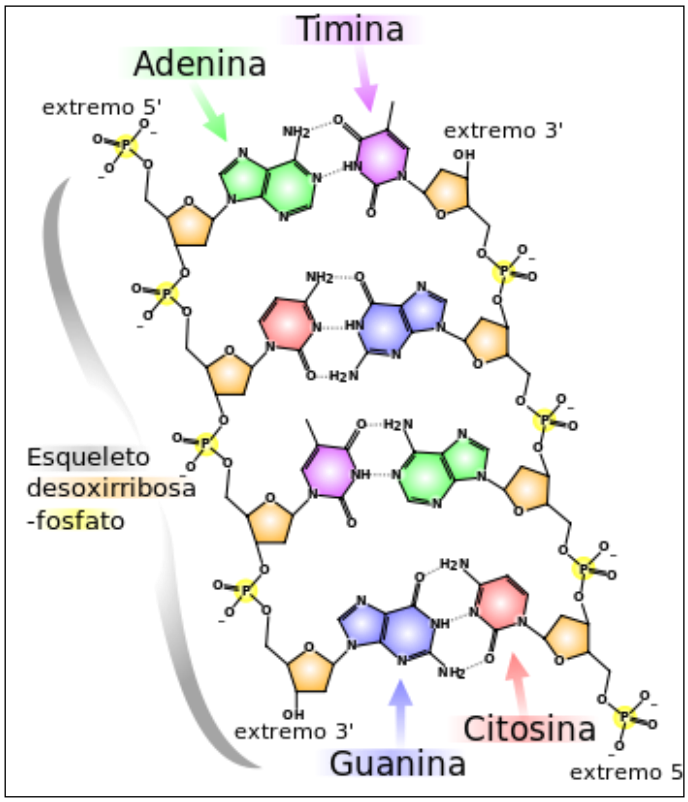


DESOXIRRIBOSA



ÁCIDO FOSFÓRICO





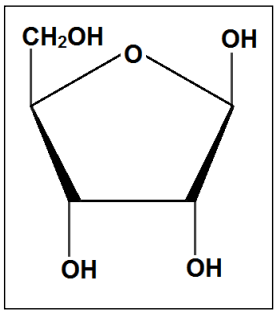
1.2- ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN)

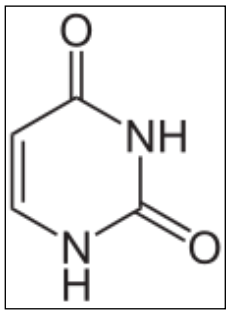
El ARN o ácido ribonucleico es un ácido nucleico formado por una cadena de nucleótidos.

Los **nucleótidos de ARN** reciben el nombre de **RIBONUCLEÓTIDOS** y están formados por:

- **RIBOSA**: glúcido de 5 átomos de carbono (pentosa)
- Una **base nitrogenada**. El ARN puede presentar cuatro bases nitrogenadas diferentes:
  - adenina (A)
  - uracilo (U)
  - guanina (G)
  - citosina (C)
- Un **Grupo fosfato (H_3PO_4).**

Los nucleótidos se unen por enlaces **fosfodiéster**, igual que en el ADN.



RIBOSA


URACILO

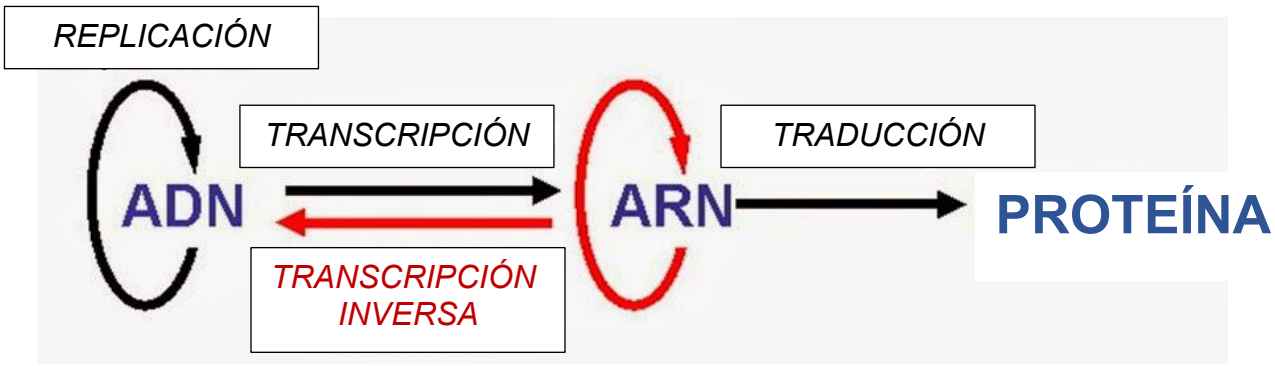
Hay diferentes tipos de ARN:

- ARN ribosómico o ARNr: forma parte de los ribosomas.
- ARN mensajero o ARNm: transporta la información de ADN a los ribosomas para sintetizar las proteínas.
- ARN transferente o ARNt: transporta aminoácidos específicos hasta los ribosomas.

2- DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

El **DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR** resume cómo fluye la información genética:

- La información genética está contenida en la secuencia de nucleótidos de la molécula de ADN y se conserva gracias a la **replicación**, proceso por el cual la molécula se copia a sí misma.
- La información contenida en el ADN se transmite al denominado ARN mensajero (ARNm) mediante la **transcripción**.
- El mensaje transcrito en el ARNm hace posible la síntesis de proteínas en los ribosomas mediante la **traducción**.



3- REPLICACIÓN DEL ADN

El proceso de replicación del ADN, consiste en hacer una copia complementaria de cada una de las cadenas del ADN.

La replicación del ADN ocurre antes de la división celular (interfase, fase S).

En una primera etapa, una enzima llamada **helicasa**, se asocia en una región del ADN. La enzima rompe los puentes de hidrógeno que unen las bases nitrogenadas complementarias, por lo cual, permite desenrollar la doble hélice poco a poco.

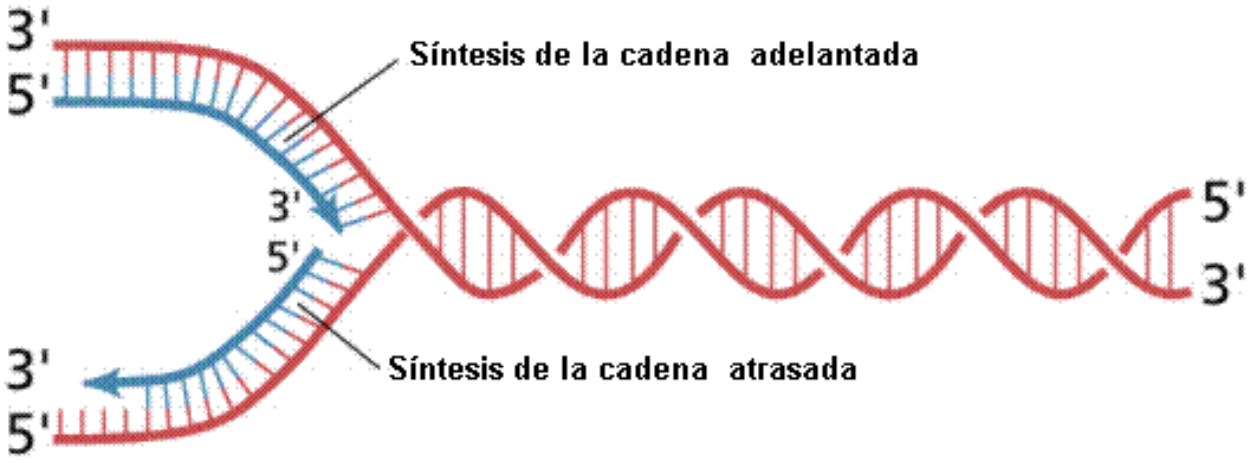
A medida que las dos cadenas de ADN se separan, cada una de ellas actúa como molde.

Una segunda enzima, la **ADN polimerasa**, se desplaza por la hebra patrón, añadiendo nucleótidos de ADN, es decir, desoxirribosa, grupo fosfato y una base nitrogenada. Se sigue la complementariedad de las bases nitrogenadas o reglas de apareamiento de bases (A=T, G=C).

Cada molécula de ADN resultante está formada por una hebra antigua y otra de nueva síntesis, por lo cual se dice que la replicación es **semiconservativa**.

Así, por ejemplo:

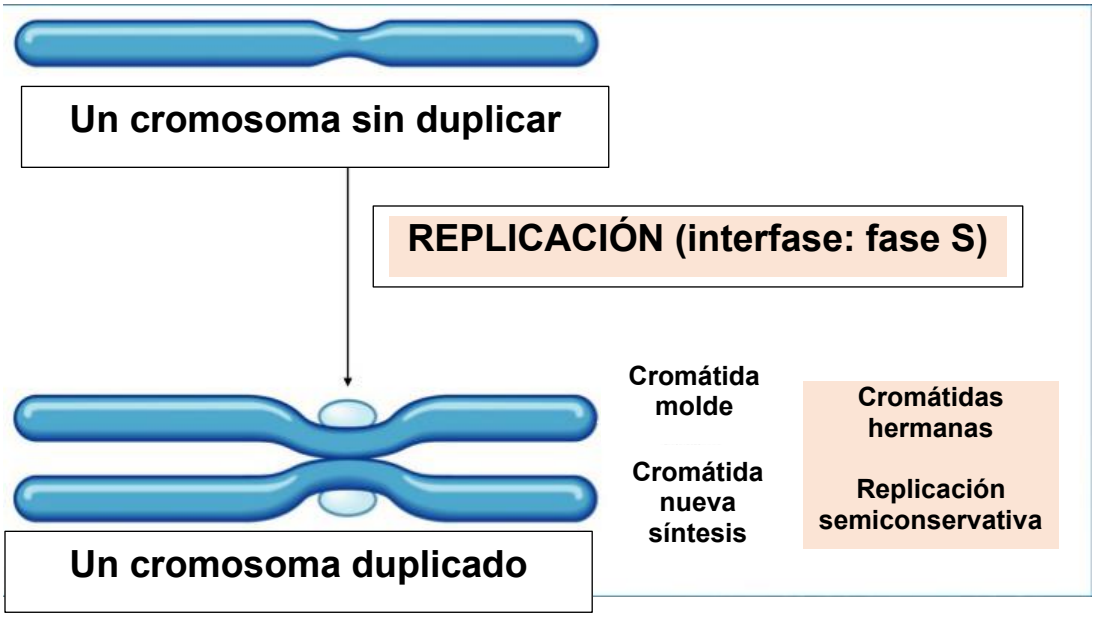
Las cadenas de color rojo son las antiguas (molde) y las de color azul de nueva síntesis.



Cada doble hélice de ADN formada constituye una cromátida hermana de un cromosoma duplicado.



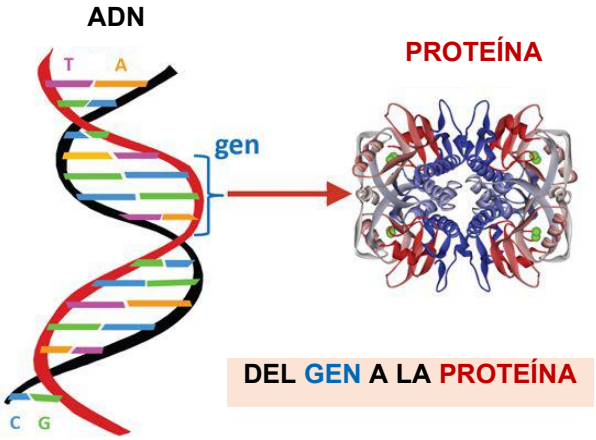
POSIBILIDAD DE ESTUDIAR AMPLIACIÓN DEL PROCESO DE REPLICACIÓN COMO RETO PARA MEJORAR NOTA (AULA VIRTUAL)



4- DEL ADN A LAS PROTEÍNAS

Un **gen** es un fragmento de ADN que contiene la información necesaria para sintetizar una proteína.

Las **proteínas** están formadas por cadenas de **aminoácidos** (aa).
Hay 20 aa diferentes y cada proteína se caracteriza por la cantidad, tipo y orden específico en que están dispuestos esos aminoácidos.





La información genética contenida en el ADN está codificada. Es decir, un gen no sintetiza directamente una proteína, sino que la información del ADN debe ser descodificada para poder fabricar una proteína.

La molécula intermediaria en este proceso es el ARNm. Esta descodificación se realiza en dos partes: la **transcripción y la traducción**.

4.1- TRANSCRIPCIÓN

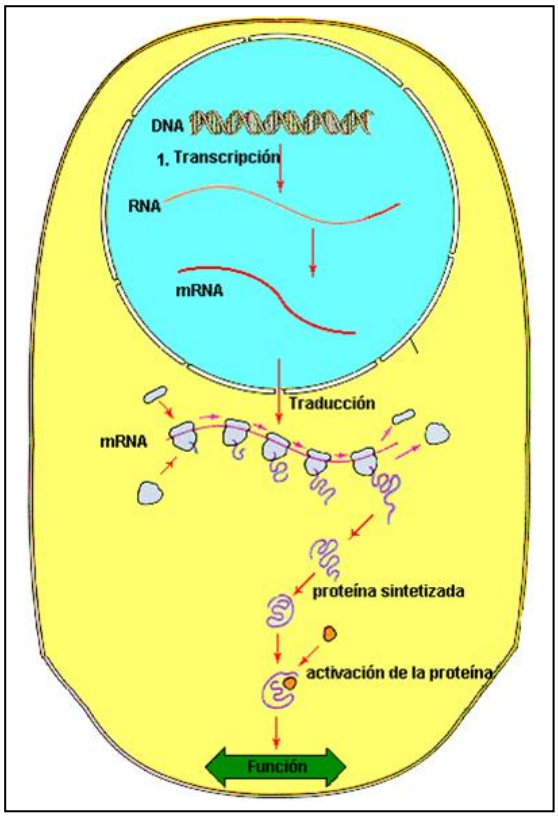
La **transcripción** es la síntesis de ARN a partir de un molde de ADN.

En las células eucariotas, la transcripción ocurre en el núcleo, donde se encuentra el ADN.

La transcripción se inicia cuando la **ARN polimerasa** se une a una zona del ADN llamada **promotor**, una región que suele contener una secuencia de desoxirribonucleótidos llamada caja TATA (TATAAA).

A medida que las dos cadenas de ADN se separan, una de ellas actúa como molde, la cadena **3'-5',** llamada cadena **MOLDE**. La otra cadena, con orientación 5'-3', recibe el nombre de cadena CODIFICANTE.

La ARN polimerasa se desplaza por la cadena molde y va añadiendo nucleótidos de ARN, (ribosa, grupo fosfato y una base nitrogenada), siguiendo la complementariedad de las bases nitrogenadas (A-U, T-A, G-C y C-G).



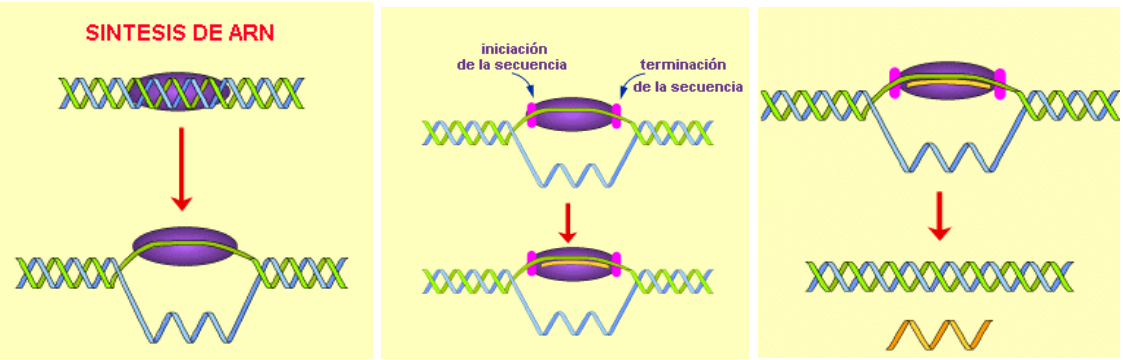
Secuencia de ADN:
3'... TACGCTA...5'

Secuencia de ARN:
5'... AUGCGAU...3'

Cuando se ha transcrito el fragmento de ADN, la cadena de ARNm queda libre y el ADN se enrolla nuevamente, estableciendo puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas complementarias.

El ARNm saldrá al citoplasma a través de los poros de la envoltura nuclear donde se unirá a los ribosomas.

El ADN se quedará en el núcleo.



4.2- TRADUCCIÓN

El **ARN mensajero (ARNm)** contiene la información necesaria para la síntesis de proteínas, es decir, determina el orden en que se unirán los aminoácidos.

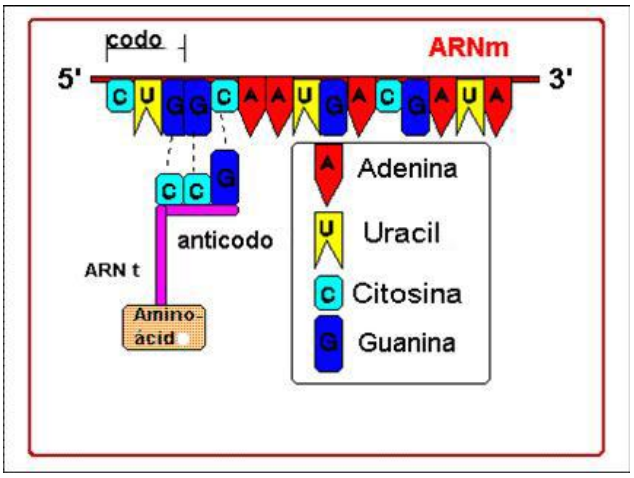
Esta información está organizada en **tripletes de nucleótidos**. Cada grupo de tres ribonucleótidos del ARNm constituye un **codón**, que puede determinar un aminoácido o actuar como señal de inicio o de terminación. El conjunto de reglas que relaciona los codones con los aminoácidos constituye el **código genético**.

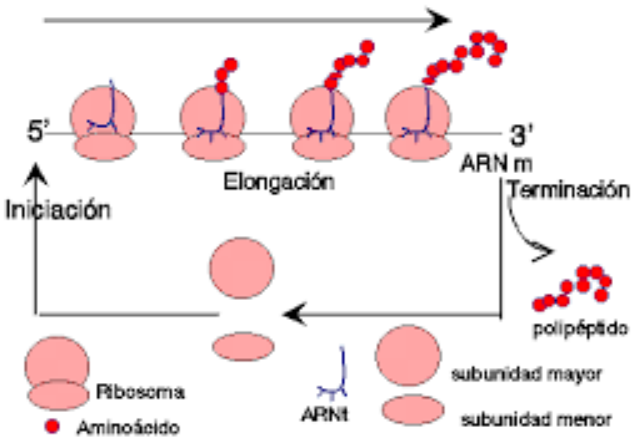
La **traducción** o síntesis de proteínas tiene lugar en los ribosomas del citoplasma.

En primer lugar, el ARNm se une al ribosoma. A continuación, los **ARNt** transportan los aminoácidos correspondientes hasta el ribosoma, donde se van uniendo entre sí mediante **enlaces peptídicos**.

El codón **AUG** actúa como señal de inicio de la traducción (**codón de inicio**).

La síntesis de la proteína finaliza cuando el ARNm presenta un **codón de terminación** (**UAA, UAG o UGA**), ya que no existe un ARNt que reconozca estos codones. Una vez finalizada la síntesis, el ARNm queda libre y puede volver a ser traducido.





Segunda base

Primera base	U	C	A	G	Tercera base
U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC UCA UCG Ser	UAU Tyr UAC UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC UGA Stop UGG Trp	U C A G
C	CUU CUC CUA CUG Leu	CCU CCC CCA CCG Pro	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC CGA CGG Arg	U C A G
A	AUU AUC AUA Ile AUG Met	ACU ACC ACA ACG Thr	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
G	GUU GUC GUA GUG Val	GCU GCC GCA GCG Ala	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC GGA GGG Gly	U C A G



Hay 64 codones posibles, más que aminoácidos (20 aa).

Esto significa que un mismo aa puede ser codificado por más de un codón.

El código genético es universal, puesto que el mismo triplete de bases nitrogenadas codifica el mismo aminoácido en casi todos los seres vivos conocidos.

***Actividad 1**: Explica por qué todas las proteínas empiezan con el mismo aminoácido. ¿De qué aminoácido se trata?*

***Actividad 2**: Escribe la secuencia de aminoácidos que se obtendrán a partir de estos fragmentos de ADN. Indica el nombre de las etapas y nombra todos los elementos que intervienen.*

a) 5' ATGGCCAATTGGCCT 3'
   3' TACCGGTTAACCGGA 5'
b) 5' TTATGGGGGCTTAACGCAAT 3'
   3' AATACCCCCGAATTGCGTTA 5'
c) 5' TTTATGCCGGTTAACTGATCC 3'
   3' AAATACGGCCAATTGACTAGG 5'

***Actividad 3**: Las siguientes secuencias corresponden a ácidos nucleicos de una sola cadena. Clasifícalas según sean de ARN o de ADN y explica el criterio que has utilizado.*

a) AUGGGGAAACGUUAUUUU
b) TTTCGCGAATTAAACGCG
c) AGCCCCGCAAGGCCCAAG

***Actividad 4**: La siguiente secuencia de bases corresponde a un fragmento de una hebra de ADN*

5' TAC CAA CGG CAT 3'

a) Escribe el ARNm resultante de la transcripción
b) ¿Qué tripletes deberían de aparecer al principio y al final de este fragmento de ADN?

***Actividad 5**: Se parte de una cadena de ARNm que será utilizada para sintetizar una proteína:*

5' AUG UCA UUC GAC GUA GUC CGG CUU UGA 3'

a) Determina la secuencia de la hebra patrón de ADN que dio origen al ARNm.

b) Escribe la cadena complementaria de ADN que no se transcribió. ¿Qué nombre recibe?

c) Identifica la secuencia de aminoácidos que tendrá la proteína.

d) ¿Qué pasaría si se cambiara el octavo nucleótido del ARNm (U) por citosina (C)? ¿Sabes cómo se llama en general este cambio erróneo?

5- MUTACIONES

Una **mutación** es un cambio en el material genético de una célula.

En la naturaleza las mutaciones se originan de manera **espontánea** o pueden ser provocadas por agentes externos llamados **mutágenos**.

Los mutágenos se clasifican en:

- **Físicos**: radiaciones ionizantes (rayos X, radiación gamma), luz ultravioleta del sol.
- **Químicos**: ácido nitroso (usado en la fabricación de colorantes y pinturas en aerosol), gas mostaza (arma química usada en la I Guerra Mundial), bromuro de etidio (utilizado en laboratorios de biología molecular).
- **Biológicos**: algunos virus (VPH: virus papiloma humano).

5.1- TIPOS DE MUTACIONES

Las mutaciones pueden clasificarse atendiendo a varios criterios.

- Según las células afectadas.
- Según sus consecuencias.
- Según la parte del ADN afectado.

❖ SEGÚN LAS CÉLULAS AFECTADAS

Una mutación en una **célula somática** (no reproductora), puede provocar alteraciones en el organismo en la que se presenta. No se transmite a la descendencia, pero sí a las células hijas que se originan por mitosis. La mutación desaparece en el momento que muere el individuo en el que se originó.

Sin embargo, las **mutaciones** en las **células sexuales**, óvulos y espermatozoides, **pueden transmitirse** a la descendencia del organismo en el que tuvo lugar la mutación.

❖ SEGÚN SUS CONSECUENCIAS

- **Negativas**: cuando ocasionan daños en el individuo que las porta.
- **Neutras**: si no producen efectos beneficiosos ni perjudiciales.
- **Beneficiosas**: cuando aumenta la probabilidad del organismo de sobrevivir y reproducirse, por ejemplo, mejorando la adaptación al medio. Estas mutaciones son la base de la **evolución**.

❖ SEGÚN LA PARTE DEL ADN AFECTADO

1. MUTACIONES CROMOSÓMICAS: Este tipo de mutaciones afectan a grandes fragmentos de cromosomas o a cromosomas enteros. Por este motivo son visibles al microscopio óptico. Pueden ser de dos tipos:

1.a) MUTACIONES ESTRUCTURALES: cambian la estructura del cromosoma.

- **Deleción**. Implica la pérdida de un fragmento del cromosoma.

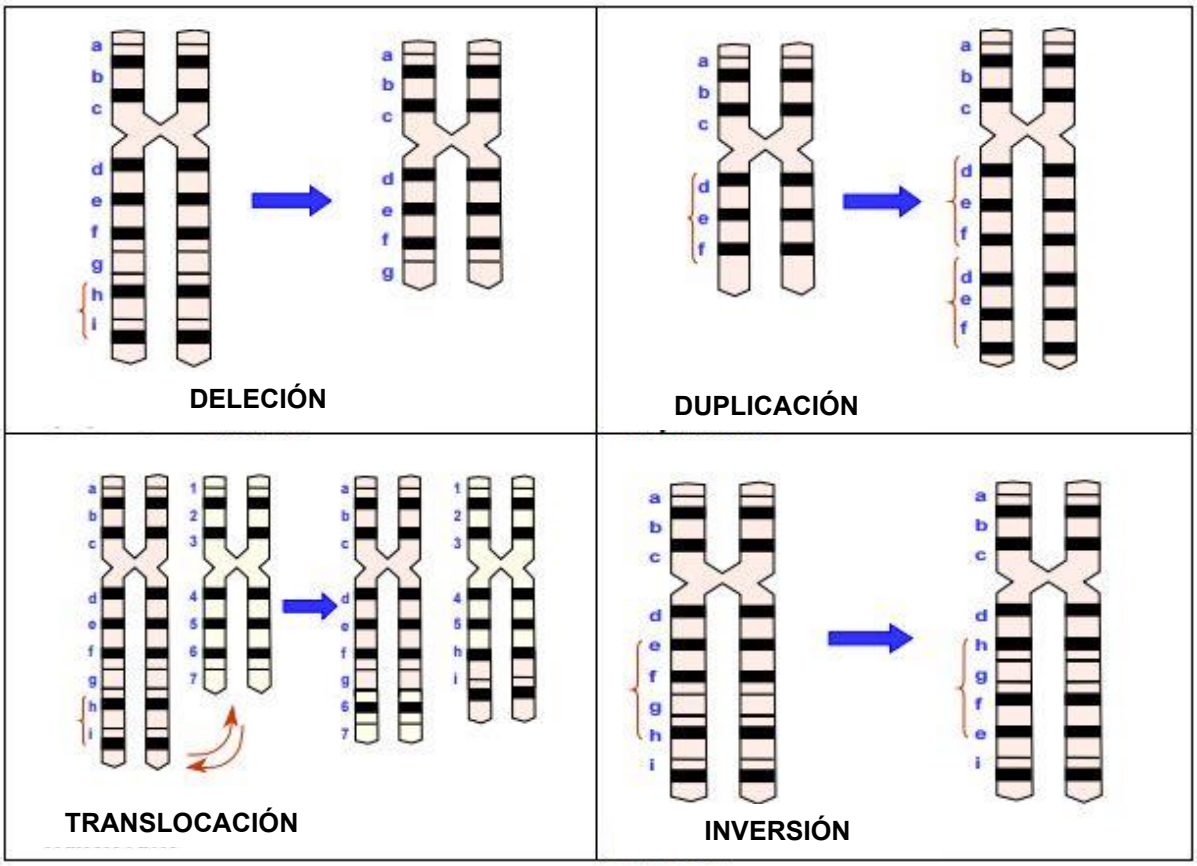
Ejemplo: Síndrome de "cri du chat" (grito de gato). Deleción en el brazo corto del cromosoma 5.
Ejemplo: Síndrome de "boca de carpa". Deleción en el cromosoma 18.

- **Duplicación**. un fragmento de cromosoma se repite.

- **Inversión**. Un fragmento de cromosoma cambia de orientación.

Ejemplo: Síndrome de Ambras o Hipertricosis (Inversión en el cromosoma 8).

- **Translocación**. un fragmento de cromosoma se rompe y se une a otro cromosoma no homólogo.

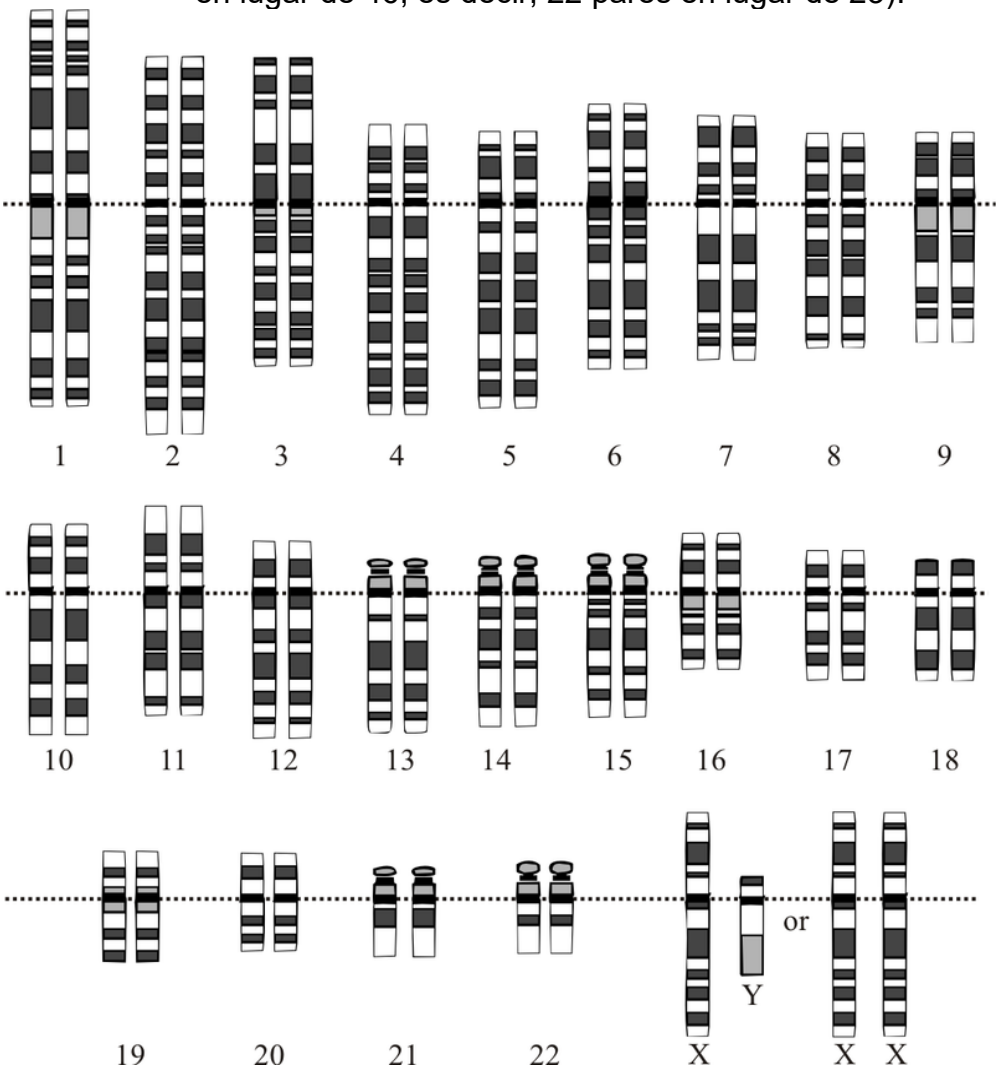


1.b) MUTACIONES NUMÉRICAS O GENÓMICAS: cambia el número de cromosomas.

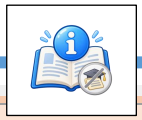
En la especie humana, las células somáticas presentan 46 cromosomas, de los cuales, 44 son autosomas y un par (2 cromosomas) son sexuales.

La cantidad de cromosomas afectados puede ser tanto en el número de autosomas como en el de cromosomas sexuales. Puede ser:

- **Monosomía**. Falta un cromosoma en un par homólogo. (45 cromosomas en lugar de 46).
- **Trisomía**. Hay un cromosoma adicional en un par (47 cromosomas en lugar de 46).
- **Nulisomía**. Falta un par completo de cromosomas homólogos (44 cromosomas en lugar de 46, es decir, 22 pares en lugar de 23).



ALTERACIONES EN LOS AUTOSOMAS

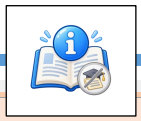


SÍNDROME	TIPO DE MUTACIÓN	Características y síntomas de la mutación
Síndrome de Down	Trisomía 21	Discapacidad intelectual variable, rasgos faciales característicos, hipotonía y posibles alteraciones cardíacas.
Síndrome de Edwards	Trisomía 18	Alteraciones graves del desarrollo, problemas cardíacos y de otros órganos.
Síndrome de Patau	Trisomía 13	Alteraciones graves del desarrollo, problemas neurológicos, cardíacos y malformaciones congénitas.



HAY MÁS TRISOMÍAS (por ejemplo: 8, 9,15) o MONOSOMÍAS AUTOSÓMICAS que son poco frecuentes e incompatibles con la vida.

ALTERACIONES EN LOS CROMOSOMAS SEXUALES



SÍNDROME	TIPO DE MUTACIÓN	Características y síntomas de la mutación
Síndrome de Klinefelter	47 XXY	Alteración del desarrollo testicular, posible infertilidad y desarrollo mamario.
Síndrome del doble Y	47 XYY	Suele presentar pocos síntomas; en algunos casos, mayor estatura.
Síndrome de Turner	45 X	Baja estatura, alteración del desarrollo ovárico e infertilidad frecuente.
Síndrome de Triple X	47 XXX	Muchas personas presentan pocos síntomas; a veces aparecen dificultades de aprendizaje leves.

2. MUTACIONES GÉNICAS: son cambios en la secuencia de nucleótidos de un gen. Pueden consistir en la sustitución, inserción o pérdida de nucleótidos y pueden modificar, o no, la proteína resultante.

5' ATCGTTACCGGT 3'
3' TAGCAATGGCCA 5'

↓

TRANSCRIPCIÓN

↓

TRADUCCIÓN

↓

5' ATCGTTACCGGT 3'
3' TAGGAATGGCCA 5'

↓ ERROR

↓

	FUNDACIÓN SAN JUAN Y SAN PABLO	BIOLOGÍA y GEOLOGÍA 4ºESO
	UNIDAD 4: HERENCIA Y GENÉTICA (Prof. Biología Susana Rico García)	

1- GREGOR MENDEL

2- CONCEPTOS DE GENÉTICA

3- LEYES DE MENDEL

- 3.1- PRIMERA LEY DE MENDEL
- 3.2- SEGUNDA LEY DE MENDEL
- 3.3- TERCERA LEY DE MENDEL
- 3.4- EJEMPLOS DE CARACTERES HUMANOS QUE CUMPLEN LAS LEYES DE MENDEL

4- ÁRBOLES GENEALÓGICOS

5- CODOMINANCIA

- 5.1- HERENCIA DE LOS GRUPOS SANGUÍNEOS

6- HERENCIA DEL SEXO

7- HERENCIA LIGADA AL SEXO

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE: ¿QUÉ HEREDAMOS?

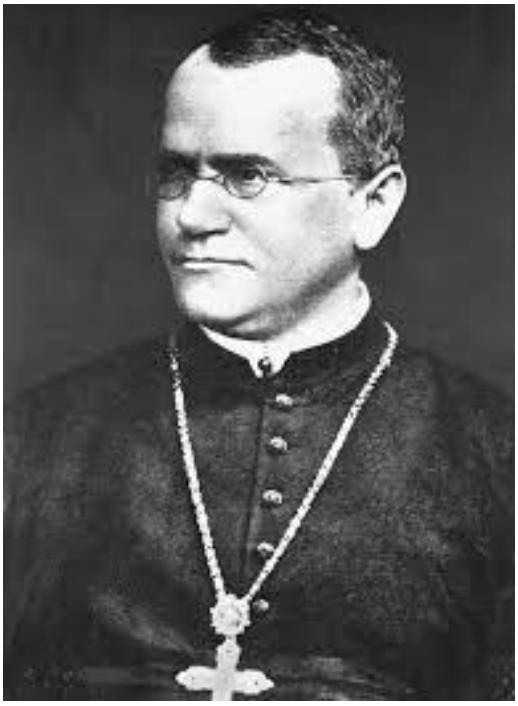
PROBLEMAS DE GENÉTICA

ÁRBOL GENEALÓGICO (5%)

PRÁCTICA GRUPO SANGUÍNEO y Rh (5%)

CUESTIONARIOS (30%)

1- GREGOR MENDEL



Gregor Mendel (1822-1884), fue un monje agustino, que quería saber cómo se transmitían los caracteres de una generación a la otra.

Por este motivo, utilizó como material la planta del guisante (*Pisum sativum*), que cultivó en el huerto del monasterio donde vivía.

Esta planta:

- era de crecimiento rápido
- podía autopolinizarse
- tenía 7 características fácilmente observables.



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

La importancia de los trabajos de Mendel no fue reconocida hasta 1900, varios años después de su muerte. Sus conclusiones pasaron a conocerse como las **LEYES DE MENDEL.**

En 1905, William Bateson utilizó el término genética para referirse a la ciencia que estudia la herencia y la variación de los seres vivos. Sin embargo, Gregor Mendel es considerado el fundador de la genética por sus estudios sobre la transmisión de los caracteres hereditarios. Para comprender los mecanismos de la herencia biológica es necesario conocer una terminología específica.

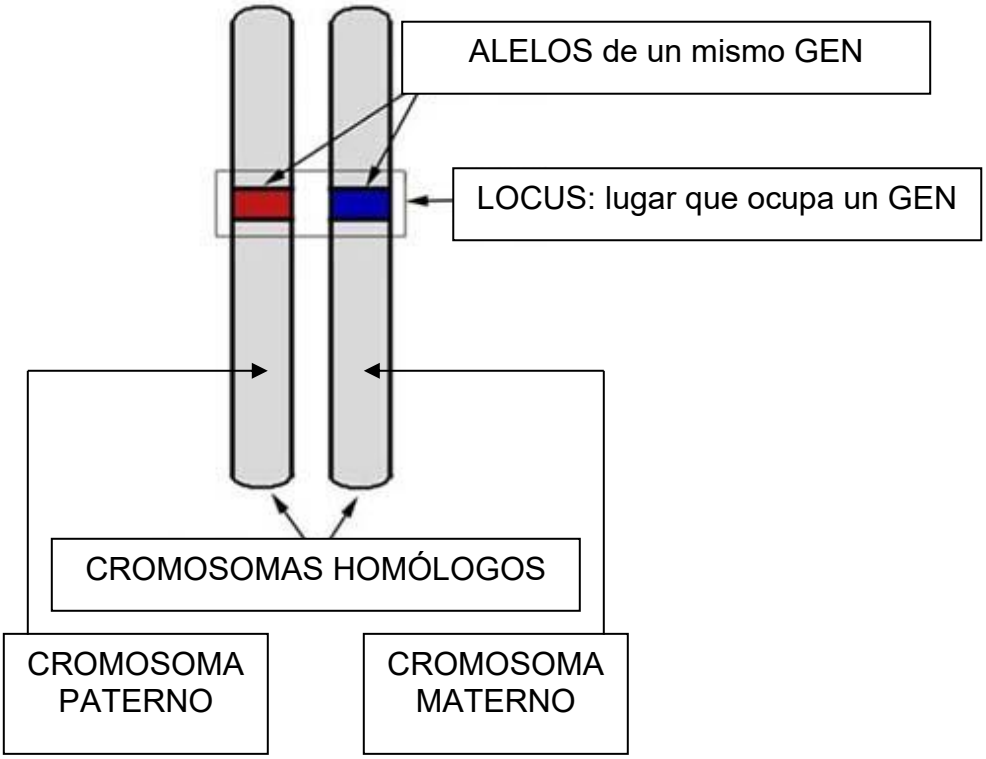
2- CONCEPTOS DE GENÈTICA

Un **GEN** es un fragmento de ADN que controla un determinado carácter hereditario.
Por ejemplo, el color de la semilla del guisante.

Mendel llamó a los genes "factores hereditarios".

Cada cromosoma tiene muchos genes diferentes. Estos genes se encuentran siempre localizados en el mismo lugar en el par de cromosomas homólogos.
A este lugar se le conoce como **LOCUS**.

Cada una de las posibles versiones de un gen se denomina **ALELO**.
Por ejemplo, para el carácter del color de la semilla del guisante, hay dos alelos: el que determina color amarillo y el de color verde.



REPRESENTACIÓN DE LOS GENES

Los genes se representan con parejas de letras, una para cada alelo.

- **ALELO DOMINANTE** se manifiesta, aunque el otro sea diferente. Se escribe en mayúscula (A, B, …).
- **ALELO RECESIVO** solo se expresa si ambos alelos son iguales. Se escribe en minúscula (a, b, …).

HOMOCIGOTO Y HETEROCIGOTO

Un individuo es **HOMOCIGOTO** cuando tiene **dos alelos iguales** (AA o aa)**.**

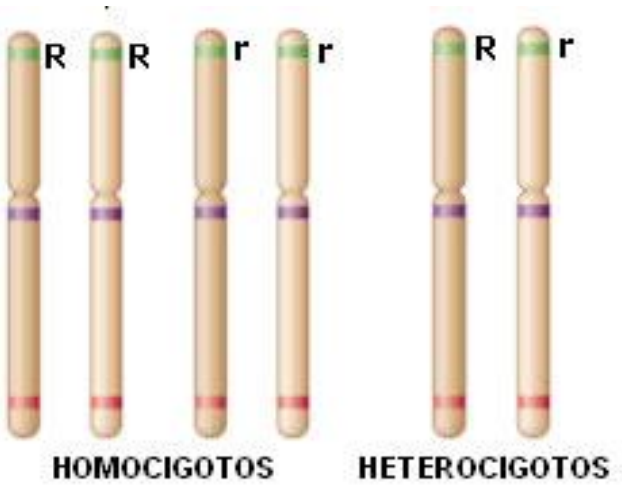
Mendel lo llamó "Raza Pura".

Puede ser:

- **Homocigoto dominante**: si los dos alelos son dominantes (AA)
- **Homocigoto recesivo**: si los dos alelos son recesivos (aa)

Por el contrario, si tiene dos alelos diferentes (Aa), el individuo es **HETEROCIGOTO**

Mendel lo llamó "Híbrido"



GENOTIPO Y FENOTIPO

El **GENOTIPO** es el conjunto de genes que posee un individuo, la mitad de los cuales heredados de la madre y la mitad del padre.

El **FENOTIPO** es el conjunto de características observables en un organismo (anatómicas, fisiológicas, conductuales, …).

Está controlado por el GENOTIPO e influido por varios FACTORES AMBIENTALES

FENOTIPO = GENOTIPO + FACTORES AMBIENTALES

3- LEYES DE MENDEL

3.1- PRIMERA LEY DE MENDEL o PRINCIPIO DE LA UNIFORMIDAD

En su primer experimento, Mendel cruzó dos líneas puras (homocigóticas), una dominante (AA) y la otra recesiva (aa).

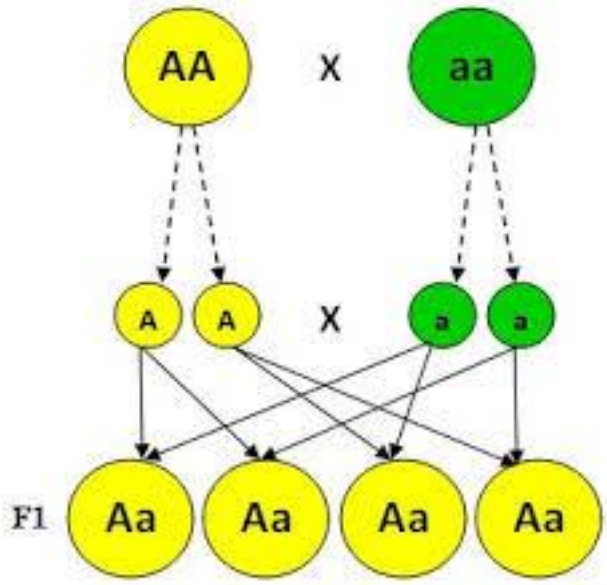
Carácter hereditario autosómico:
color de la semilla

- Amarilla= A (alelo dominante)
- Verde= a (alelo recesivo)

A > a

	FENOTIPO	Semilla amarilla x Semilla verde
P	GENOTIPO	**AA x aa**
	GAMETOS	A x a
F_1	GENOTIPO	100% Aa (heterocigótico)
	FENOTIPO	100% Semilla amarilla

Cuando se cruzan dos individuos de líneas puras (homocigotos) para un carácter opuesto, toda su descendencia está formada por individuos híbridos o heterocigóticos que presentan uniformidad, es decir, son iguales tanto en el genotipo como en el fenotipo.



3.2- SEGUNDA LEY o PRINCIPIO SEGREGACIÓN

Posteriormente, Mendel autofecundó los híbridos de la F_1 (experimento anterior).

Carácter hereditario autosómico
: color de la semilla

- Amarilla= A (alelo dominante)
- Verde= a (alelo recesivo)

A > a

	FENOTIPO	Semilla amarilla x Semilla amarilla
F_1 (P)	GENOTIPO	Aa x Aa
	GAMETOS	A - a x A - a
F_2	GENOTIPO	25% AA- 50% Aa- 25% aa
	FENOTIPO	75% Semilla amarilla-25% verde
		3:1

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

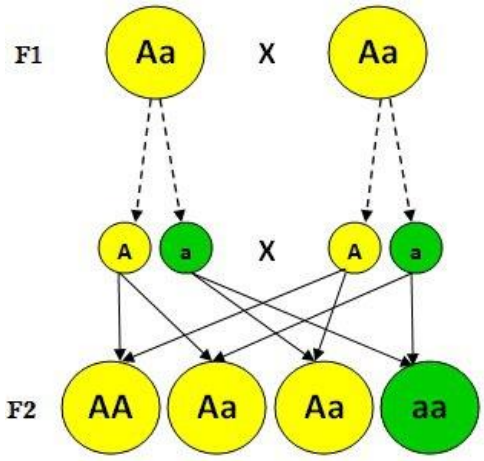
gametos progenitor 1

genotipos descendencia

gametos progenitor 2

Cuadro de Punnett

Durante la formación de gametos, los dos alelos de un gen se separan, de modo que cada gameto recibe solo uno de ellos.



3.3- TERCERA LEY DE MENDEL o PRINCIPIO DE LA SEGREGACIÓN INDEPENDIENTE

Mendel estudió dos caracteres del guisante a la vez.

Carácter hereditario
Autosómico: color de la semilla

- Amarilla= A (alelo dominante)
- Verde= a (alelo recesivo)

A > a

Carácter hereditario autosómico
: forma de la semilla

- Lisa= B (alelo dominante)
- Rugosa= b (alelo recesivo)

B > b

Primero cruzó un individuo que presentaba los dos caracteres homocigóticos dominantes (AABB) con otro individuo homocigótico recesivo para los dos caracteres (aabb).

FENOTIPO Semilla amarilla-lisa x Semilla verde-rugosa
P GENOTIPO AABB x aabb
GAMETOS AB x ab
F_1 GENOTIPO 100% AaBb
FENOTIPO 100% Semilla amarilla- lisa

A continuación, cruzó la descendencia resultante (F1) entre sí (autofecundación o autopolinización).

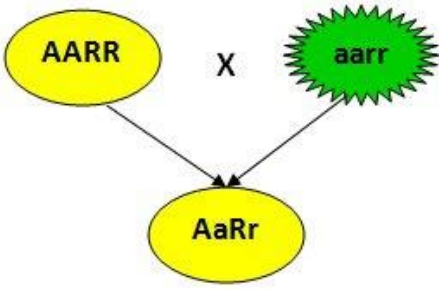
FENOTIPO Semilla amarilla-lisa x Semilla amarilla-lisa
F_1 GENOTIPO **AaBb x AaBb**
GAMETOS AB-Ab-aB-ab x AB-Ab-aB-ab

	B	b
A	AB	Ab
a	aB	ab

Gametos progenitor 1=progenitor 2

GENOTIPOS F_2

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb



	AR	Ar	aR	ar
AR				
Ar				
aR				
ar				

FENOTIPOS F_2

	SEMILLA AMARILLA-LISA
	SEMILLA AMARILLA- RUGOSA
	SEMILLA VERDE-LISA
	SEMILLA VERDE- RUGOSA



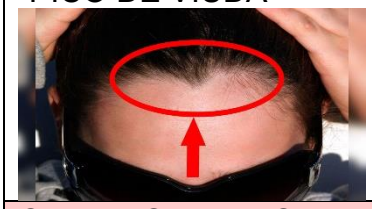
SEMILLA AMARILLA-VERDE →

SEMILLA LISA-RUGOSA →

Establece que los genes de caracteres distintos se heredan de forma independiente, siempre que estén en cromosomas distintos. Esto significa que la herencia de un carácter no afecta a la herencia de otro.

3.4- EJEMPLOS DE CARACTERES HUMANOS CON COMPONENTE HEREDITARIO

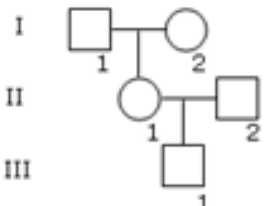
Muchos caracteres humanos no dependen de un solo gen, sino de varios genes y también del ambiente. Por eso, algunos ejemplos se simplifican con fines didácticos.

CARACTERES DOMINANTES	CARACTERES RECESIVOS
PIGMENTACIÓN DE LA PIEL	ALBINISMO
BARBILLA PARTIDA 	BARBILLA NORMAL
PECAS FACIALES	AUSENCIA DE PECAS FACIALES
SEXDACTILIA (6 dedos)	CANTIDAD DE DEDOS NORMALES
“PICO DE VIUDA” 	NO “PICO DE VIUDA”
CABELLO RIZADO	CABELLO LISO
CABELLO MORENO	CABELLO RUBIO
OJOS OSCUROS	OJOS CLAROS
LABIOS GRUESOS	LABIOS DELGADOS
PESTAÑAS LARGAS	PESTAÑAS CORTAS
OREJAS CON LÓBILO CAÍDO 	OREJAS CON LÓBULO PEGADO
LENGUA ENROLLABLE EN U 	LENGUA NO ENROLLABLE
DEDO PULGAR CURVO	DEDO PULGAR RECTO
	
CERUMEN (cera oídos) HÚMEDO	CERUMEN SECO

4- ÁRBOLES GENEALÓGICOS

Símbolos genealógicos comunes

	Varón	Mujer	Sexo desconocido
Individuo			
Individuo afectado			
Múltiples individuos	5	5	5
Múltiples individuos en número desconocido	n	n	n
Individuo fallecido			
Embarazo	P	P	P
Probando	P	P	P
Consultante			
Aborto espontáneo	varón	Mujer	ECT
Interrupción del embarazo	varón	Mujer	
Portador obligado			



Los números romanos indican las generaciones; los números arábigos indican individuos específicos en una generación determinada (es decir, el individuo I-2 es la abuela materna del individuo III-1).

Relaciones



Símbolos adaptados de Bennett et al (1995). Recommendations for standardized human pedigree nomenclature. Am J Hum Genet 56:745-52.

5- CODOMINANCIA

5.1- HERENCIA DE LOS GRUPOS SANGUÍNEOS

El gen que determina los grupos sanguíneos humanos presenta muchas **variantes alélicas**, aunque las más frecuentes para nuestra población son tres: **A, B, O (sistema ABO).**

Los alelos A y B respecto a O, presentan dominancia, sin embargo, los alelos A y B, son codominantes entre sí, es decir, los dos **alelos A y B** los que se expresan en el fenotipo.

Por lo cual:

A > O ..... herencia dominante
B >O ..... herencia dominante
A = B ..... codominancia

A = B >O

Los genotipos correspondientes a cada grupo sanguíneo (fenotipo) son los siguientes:

FENOTIPOS	**A**	**B**	**AB**	**O**
GENOTIPOS	AA - AO	BB - BO	AB	OO

Pero, ¿qué quiere decir que tengan grupo sanguíneo O, A, B o AB?

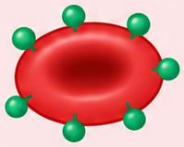
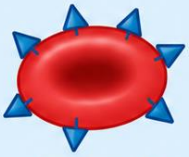
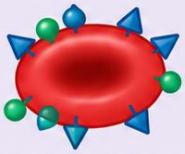
Grupo A: Los glóbulos rojos presentan en su membrana el **antígeno A**. En el plasma hay **anticuerpos anti-B**, por lo que no pueden recibir glóbulos rojos de los grupos B ni AB.

Grupo B: Los glóbulos rojos presentan en su membrana el **antígeno B**. En el plasma hay **anticuerpos anti-A**, por lo que no pueden recibir glóbulos rojos de los grupos A ni AB.

Grupo AB: Los glóbulos rojos presentan los **antígenos A y B**. En el plasma no hay anticuerpos anti-A ni anti-B, por lo que, dentro del sistema ABO, **pueden recibir glóbulos rojos de cualquier grupo**

Grupo O: Los glóbulos rojos **no presentan antígenos A ni B**. En el plasma hay **anticuerpos anti-A y anti-B**, por lo que solo pueden recibir glóbulos rojos del grupo O. Dentro del sistema ABO, sus glóbulos rojos pueden donarse a cualquier grupo.

Sistema de grupos sanguíneos ABO

	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Antígenos en los glóbulos rojos	 Antígeno A	 Antígeno B	 Antígenos A y B	 No presenta antígenos A ni B
Anticuerpos en el plasma	 Anticuerpos anti-B	 Anticuerpos anti-A	No tiene anticuerpos anti-A ni anti-B	 Anticuerpos anti-A y anti-B
¿De qué grupos pueden recibir glóbulos rojos?	De los grupos A y O	De los grupos B y O	De todos los grupos (A, B, AB y O) (en el sistema ABO)	Solo del grupo O
¿A qué grupos pueden donar glóbulos rojos?	A los grupos A y AB	A los grupos B y AB	Solo al grupo AB	A todos los grupos (A, B, AB y O) (en el sistema ABO)

Importante

- Las compatibilidades indicadas se refieren solo al sistema ABO y a la transfusión de glóbulos rojos.
- En la práctica también hay que tener en cuenta el factor Rh y otros sistemas sanguíneos.
- Por eso, el grupo AB se considera receptor universal y el grupo O donante universal solo dentro del sistema ABO.

La compatibilidad en las transfusiones evita reacciones inmunes graves.



¿Sabías que…?:

El sistema ABO no es el único sistema de grupos sanguíneos.

Existen **más de 40 sistemas** reconocidos, como **Rh (actividad 8), Kell, Duffy o Kidd**.

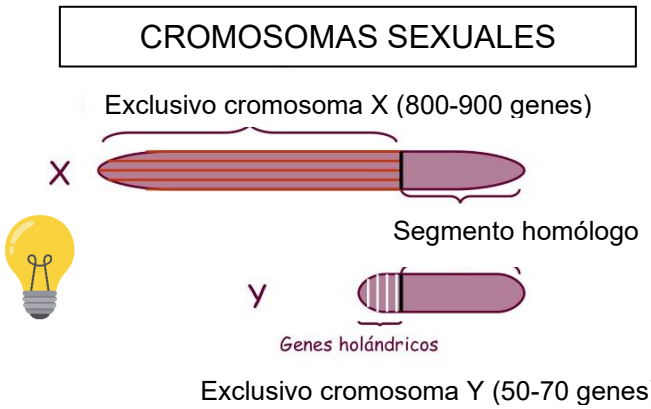
Por eso, antes de una transfusión no basta con saber si una persona es A, B, AB u O: también se comprueban otros antígenos para evitar reacciones.

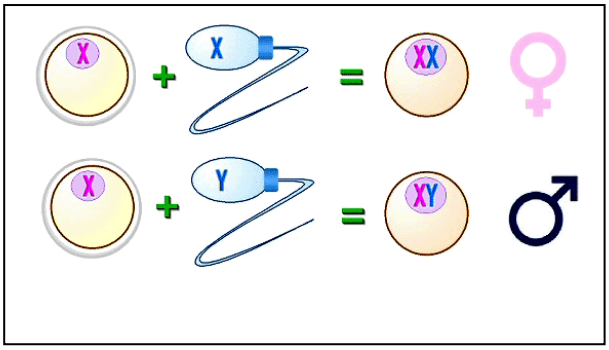
6- HERENCIA DEL SEXO

Cuando se forman los gametos, los dos cromosomas sexuales se separan, y solo va un cromosoma sexual a cada gameto.

	CÉLULAS SOMÁTICAS (2n)	CÉLULAS SEXUALES (n)
Cromosomas totales humanos	46	23
Autosomas humanos (caracteres no sexuales)	44	22
Cromosomas sexuales humanos (caracteres sexuales y no sexuales)	2	1

En los seres humanos, así como en numerosas especies de animales, los cromosomas sexuales pueden ser de dos tipos, **cromosoma X** y **cromosoma Y**. Ambos cromosomas comparten un pequeño segmento homólogo. El resto de cada cromosoma contiene genes exclusivos, diferentes en el cromosoma X y en el cromosoma Y.





7- HERENCIA LIGADA AL SEXO

Hay características que están determinadas por genes que se encuentran en los cromosomas sexuales. Se dice que estas características están **ligadas al sexo**.

Dos ejemplos muy característicos son la hemofilia y el daltonismo, trastornos localizados en dos genes del segmento diferencial del cromosoma X y en las que el alelo es recesivo. Estas alteraciones se conocen como **alteraciones ligadas al cromosoma sexual X**.

En los dos casos, las mujeres pueden presentar 3 genotipos diferentes, frente a los hombres que presentan 2.

MUJER DALTÓNICA	MUJER NO DALTÓNICA PORTADORA	MUJER NO DALT
X^dX^d	X^DX^d	X^DX^D
HOMBRE DALTÓNICO		HOMBRE NO DALT
X^dY		X^DY

MUJER HEMOFÍLICA	MUJER NO HEMOFÍLICA PORTADORA	MUJER NO HEMO
X^hX^h	X^HX^h	X^HX^H
HOMBRE HEMOFÍLICO		HOMBRE NO HEMO
X^hY		X^HY



PROBLEMAS DE GENÉTICA MENDELIANOS

Actividad 1 *: La miopía está determinada por un gen dominante (M) respecto al gen normal recesivo (m). ¿Cómo serán los descendentes de un padre miope (en la que su padre también era miope pero la madre, no) y una madre sana?*

Actividad 2*: Se cruza un perro de color negro con otro marrón y se obtiene la mitad de la descendencia negra y la otra mitad marrón. Sabiendo que el color marrón es recesivo, ¿cuál será el genotipo del perro negro? (realiza el cruzamiento).*

Actividad 3*: Sabiendo que el pelo liso es recesivo frente al rizado, realiza el cruzamiento que corresponde a la 2.ª Ley de Mendel.*

Actividad 4*: Indica los tipos de gametos que producirán los siguientes genotipos:*
AABb – AABB- AaBB – AAbb – Aabb – aaBB – aaBb – aabb

Actividad 5*: El color moteado del cuerpo de los conejos depende de un alelo dominante (A) frente al alelo recesivo de color uniforme (a). Aun así, el pelo corto depende de otro alelo dominante (B), frente al alelo recesivo, que determina el pelo largo (b).*
- Realiza el cruzamiento de un conejo heterocigoto para el color y homocigoto recesivo para la longitud del pelo, con otro dihomocigoto dominante.
- Realiza el cruzamiento entre los dos conejos obtenidos en la F_1

Actividad 6*: En los conejos el pelo corto está controlado por un gen dominante frente al largo. Además, el color negro domina frente el alelo recesivo color café. Un conejo diheterocigoto se cruza con un homocigoto de pelo corto y color café. ¿Qué descendencia cabe esperar?*

Actividad 7*: En una determinada especie de plantas, el color rojo de las flores es dominante sobre el carácter de flores blancas. Por otra parte, la presencia de espinas en los frutos es dominante respecto a los frutos sin espinas. Cruza una variedad dihomocigota recesiva con otra diheterocigota.*



PROBLEMAS DE GENÉTICA CODOMINANCIA y HERENCIA INTERMEDIA

Actividad 8: *Averigua cómo es la herencia del factor Rh y cuál es el significado de este factor.*

Actividad 9: *Realiza un cuadro de compatibilidades sanguíneas.*

Actividad 10: *Indica los genotipos y fenotipos de la descendencia de una pareja en la que el hombre es O y la mujer AB.*

Actividad 11: *Indica los genotipos y fenotipos de la descendencia de una pareja en la que ambos son AB.*

Actividad 12: *Una mujer de grupo sanguíneo A, el padre de la cual es AB y la madre B, tiene un hijo con un hombre de grupo O. Indica los genotipos de cada persona mediante un árbol genealógico y, los posibles genotipos y fenotipos de los hijos.*

Actividad 13: *Una mujer tiene de grupo sanguíneo A y su marido B. El primer hijo que tienen nace con grupo sanguíneo O, por lo cual su marido duda de que él sea el padre puesto que no ve la relación. ¿Está equivocado?*

Actividad 14: *Una mujer de grupo sanguíneo Al padre de la cual era O, tiene un hijo de grupo sanguíneo B. Qué grupo sanguíneo debe de tener el padre del niño (explicación teórica y mediante cruzamientos).*

Actividad 15: *En un matrimonio nace un hijo con grupo sanguíneo O. La madre es A, pero el padre lo desconoce. Obtén los fenotipos y genotipos teóricamente y después demuéstralo realizando los cruzamientos.*

Actividad 16: *Si un hombre de grupo sanguíneo AB se casa con una mujer de grupo Al padre de la cual era O. ¿Qué grupos sanguíneos se pueden esperar entre sus hijos?*

Actividad 17: *En una clínica se mezclan por error 4 bebés. Los grupos de estos son: A, B, AB, O. Los grupos sanguíneos de las cuatro parejas son:*

ABxO AxO AxAB OxO

Indica cada niño a qué pareja corresponde.

Actividad 18: *Explica si se pueden dar las siguientes transfusiones sanguíneas:*

a) *de A+ a AB – b) de B – a AB + c) de O – a B +*

Actividad 19: ¿Es lo mismo codominancia que herencia intermedia?



PROBLEMAS DE GENÉTICA HERENCIA LIGADA AL SEXO

Actividad 20: La **hemofilia** es una enfermedad hereditaria recesiva ligada al cromosoma X. Obtén los genotipos y fenotipos de una pareja en la que la mujer es sana y el hombre es hemofílico, así como la descendencia.

Actividad 21: Una mujer **daltónica** quiere tener un hijo con un señor que no lo es. Sabiendo que el daltonismo es una enfermedad recesiva y ligada al cromosoma sexual X, realiza el cruzamiento para averiguar que descendencia puede tener.

Actividad 22: Una chica que no es **daltónica** pero que su padre sí es, se queda embarazada de un chico que es daltónico. ¿Cómo será su descendencia?

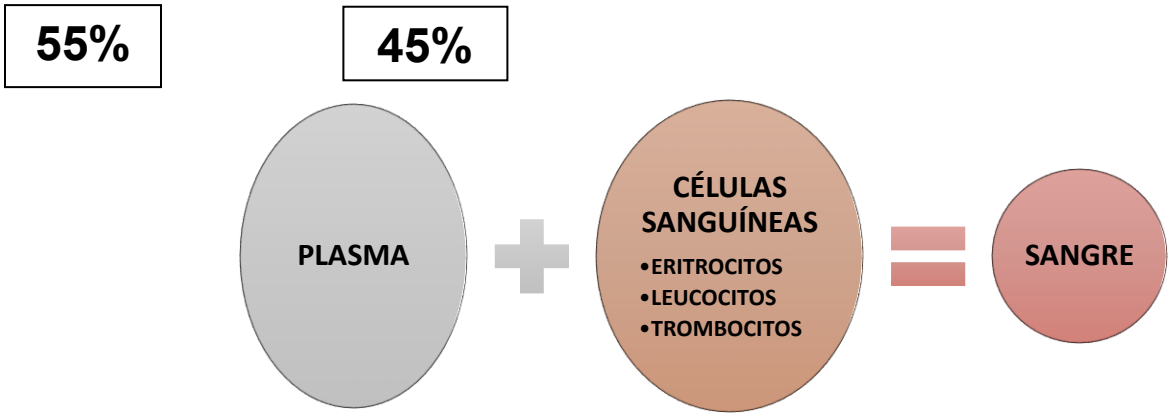
Actividad 23: El **síndrome de Lesch Nyhan** es una anomalía genética recesiva ligada al cromosoma sexual X.
Una pareja va a una consultoría genética para conocer si su descendencia puede sufrir esta enfermedad puesto que el padre de la mujer presentaba la falta de hipoxantina-guanina-fosforibosil-transferasa, una enzima muy importante en el metabolismo de las purinas (compuesto de los ácidos nucleicos). Soluciona las dudas de la pareja con un cruzamiento.

Actividad 24: La hipofosfatemia, un trastorno electrolítico en el que hay niveles anormalmente bajos de fósforo en la sangre, es una enfermedad dominante ligada al cromosoma sexual X.

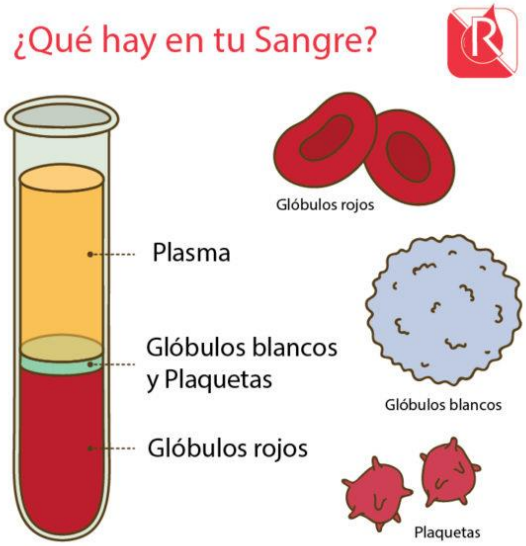
a) Qué genotipo y fenotipo presentarán los padres de una familia numerosa en la que todas las hijas nacidas tienen hipofosfatemia y los hijos no? (Cruzamiento y razonamiento teórico)
b) Una de estas hijas se queda embarazada. Sabiendo que su pareja no presenta esta enfermedad, ¿cómo será la descendencia?

RECONOCIMIENTO DEL GRUPO SANGUÍNEO (SISTEMA ABO) Y Rh

FUNDAMENTOS TEÓRICOS



Los diferentes componentes de la sangre se pueden separar mediante centrifugación en la cual se dispondrán atendiendo su densidad.



Plasma	1,026
Plaquetas	1,058
Glóbulos Blancos	1,062-1,082
Glóbulos Rojos	1,100

Densidades componentes sanguíneos (g/ml)

	FUNDACIÓN SAN JUAN Y SAN PABLO	BIOLOGÍA y GEOLOGÍA 4ºESO
	UNIDAD 5: ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA VIDA (Prof. Biología Susana Rico García)	

1- ORIGEN DE LA VIDA

1.1- GENERACIÓN ESPONTÁNEA

1.2- TEORÍAS MODERNAS

- PANSPERMIA
- SÍNTESIS PREBIÓTICA

2- ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD

2.1- CREACIONISMO Y FIJISMO

2.2- CATASTROFISMO

2.3- EVOLUCIONISMO

- LAMARCKISMO
- SELECCIÓN NATURAL
- BASES GENÉTICAS DE LA VARIABILIDAD

3- PRUEBAS A FAVOR DE LA EVOLUCIÓN

SITUACIÓN APRENDIZAJE: ¿DE DÓNDE VENIMOS?

TIME LINE: Origen de la vida y biodiversidad (40%)

1- ORIGEN DE LA VIDA

A lo largo de la historia y en prácticamente todas las culturas, se ha intentado dar una explicación a cuestiones como, ¿cómo?, ¿cuándo? y, ¿por qué se originó la vida?

1.1- GENERACIÓN ESPONTÁNEA

Una de estas respuestas se basaba en la **teoría de la GENERACIÓN ESPONTÁNEA**.

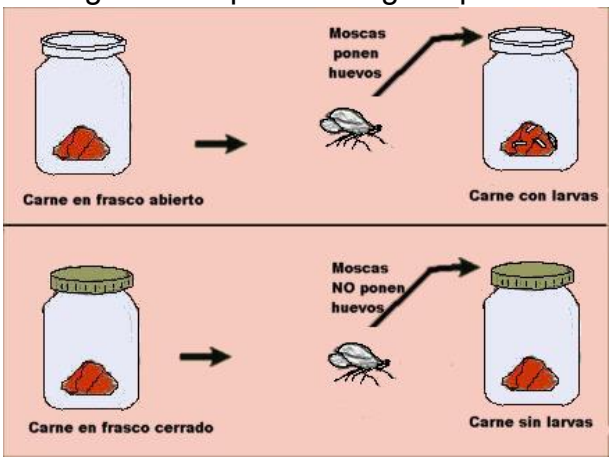
Según esta teoría, a partir de ciertos materiales inertes sometidos a diferentes condiciones, se originaban seres vivos. Estas ideas perduraron durante mucho tiempo ya que era fácil observar fenómenos como que de un trozo de carne al aire surgieran gusanos, o que tras la lluvia aparecieran organismos microscópicos en suelos aparentemente sin vida.

Ejemplos históricos de Generación Espontánea:

- Los **hindúes** pensaban que los parásitos se formaban a partir del sudor y los excrementos.
- Los **antiguos egipcios** creían que animales como los cocodrilos, ranas, culebras e incluso ratas, se formaban por la acción del calor del sol sobre los sedimentos del río Nilo.
- En la **Edad Media** existían "recetas" para obtener ciertos organismos: ropa sucia con sudor mezclada con restos orgánicos de comida podía dar lugar a ratas.
- En el **siglo XVII** se documentó la siguiente receta: *"Matar de un golpe en la cabeza a una becerra y enterrarla de pie con la cabeza fuera de forma que los cuernos quedan al exterior. Dejarla un mes y al serrar los cuernos, aparecerá volando una colmena de abejas"*.

En 1668, el médico italiano **Francesco Redi** refutó parcialmente la teoría con un sencillo experimento.

Colocó trozos de carne cruda en varios recipientes: algunos abiertos y otros tapados. Tras unos días, la carne se descompuso en todos los recipientes, pero **solo los abiertos tenían gusanos**. Redi demostró que estos gusanos no aparecían de manera espontánea, sino que eran larvas de moscas que habían depositado sus huevos. Sin embargo, él aún pensaba que los microorganismos podían surgir espontáneamente. (Ampliar con Actividad 1)



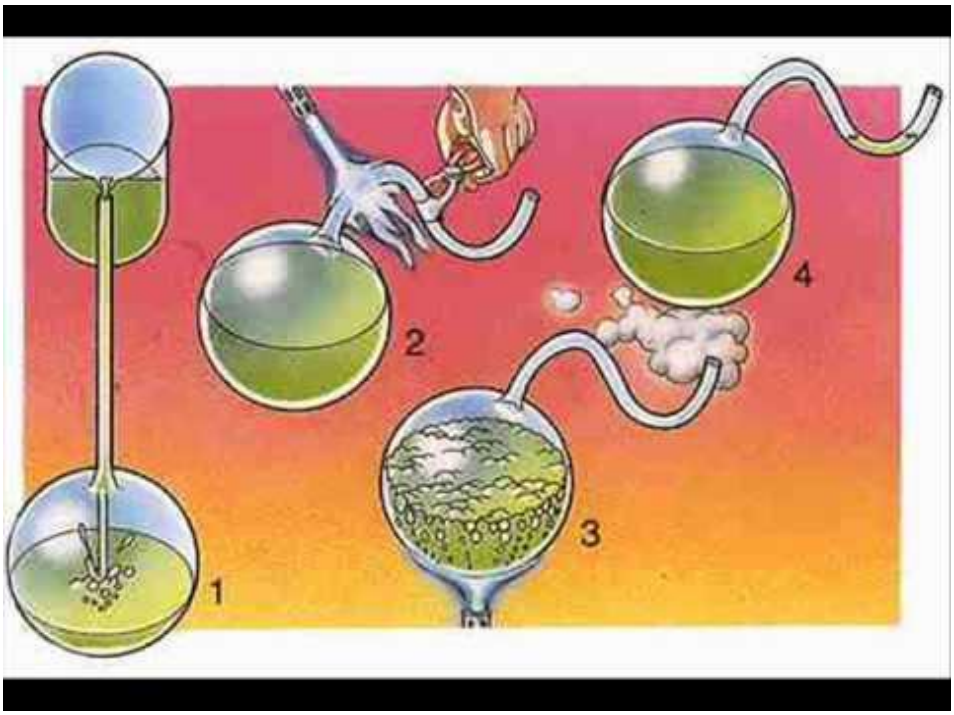
Fue en 1862 cuando **Louis Pasteur** refutó definitivamente la Generación Espontánea. Sus experimentos demostraron que **ningún ser vivo surge de manera espontánea**, ni siquiera los microorganismos; todos proceden de seres vivos anteriores (**TEORÍA DE LA BIOGÉNESIS)**.

Pasteur introdujo un extracto de carne en dos matraces de cuello estrecho y curvo. Llevó a ebullición el líquido de cada matraz y, después de dejarlos reposar, a uno de ellos le cortó el cuello.

Pasado un tiempo observó:

- El matraz con el cuello intacto no se descompuso.
- El matraz con el cuello cortado sí se descompuso, demostrando que el contacto con microorganismos del aire provocaba la aparición de vida.

(Ampliar con Actividades 2, 3, 4)



Actividad 1: *¿Por qué se descomponía la carne en todos los recipientes de Redi?*
Actividad 2: *Explica por qué Pasteur hirvió el caldo que contendían los matraces.*
Actividad 3: *Indica cuáles serán las conclusiones del experimento de Louis Pasteur.*
Actividad 4: *¿Por qué el experimento de Redi no sirvió para refutar la idea de la generación espontánea y la de Pasteur sí?*

1.2- TEORÍAS MODERNAS

Hoy se acepta que **todo ser vivo procede de otro ser vivo**, pero aún se debate cómo se originó la primera forma de vida. Existen dos modelos teóricos principales.

❖ PANSPERMIA

Propone que **la vida o sus precursores pudieron llegar desde el espacio**.

Esta teoría gana relevancia tras encontrarse **materia orgánica** (principalmente carbono) en algunos meteoritos y cometas.

Sin embargo, **no hay pruebas de vida fuera de la Tierra**.

❖ SÍNTESIS PREBIÓTICA

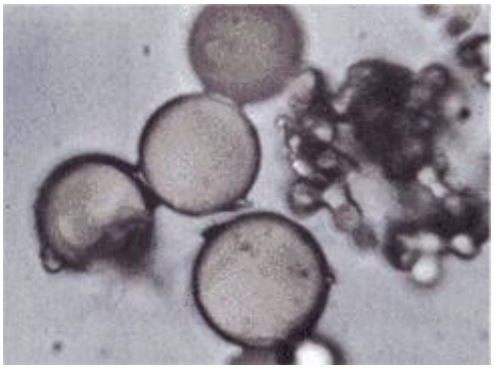
Es la teoría más aceptada y explica el origen de la vida en tres pasos:

- Formación de moléculas orgánicas sencillas a partir de inorgánicas.
- Desarrollo de moléculas complejas.
- Aparición de las primeras células, un proceso llamado **evolución química**.

Entre estas teorías destaca la **TEORÍA DE OPARÍN O SÍNTESIS PREBIÓTICA**.

Alexander Oparin, postuló en 1924 esta teoría, que dice lo siguiente:

- Hace 4000 Ma, la atmósfera primitiva sin oxígeno, estaba constituida por metano, amoníaco, hidrógeno y vapor de agua.
- La radiación ultravioleta procedente del Sol y la energía eléctrica procedente de fuertes tormentas, sirvieron de fuente de energía para que se produjera una gran variedad de moléculas sencillas.
- El vapor de agua de la atmósfera se condensó al bajar, posteriormente, la temperatura, y se produjeron lluvias intensas y continuas que formaron los mares primitivos.
- Las moléculas sencillez que se habían formado, fueron depositándose en las aguas poco profundas de los primeros mares.
- Estos mares, debían de ser muy calientes y Oparin los denominó *sopa o caldo primitivo*.
- Las moléculas orgánicas formadas se unieron y dieron lugar a moléculas grandes. Algunas de estas moléculas fueron los futuros componentes de los seres vivos (polisacáridos, proteínas, etc.).
- Las moléculas biológicas obtenidas se aislaron del medio acuático en el interior de estructuras llamadas coacervados.
- Algunos coacervados estables se dividieron y, posteriormente se agruparon con otros, hasta originar coacervados cada vez más complejos y originar las primeras células.



Coacervados son agrupaciones de moléculas orgánicas que forman pequeñas gotas en un medio acuoso.

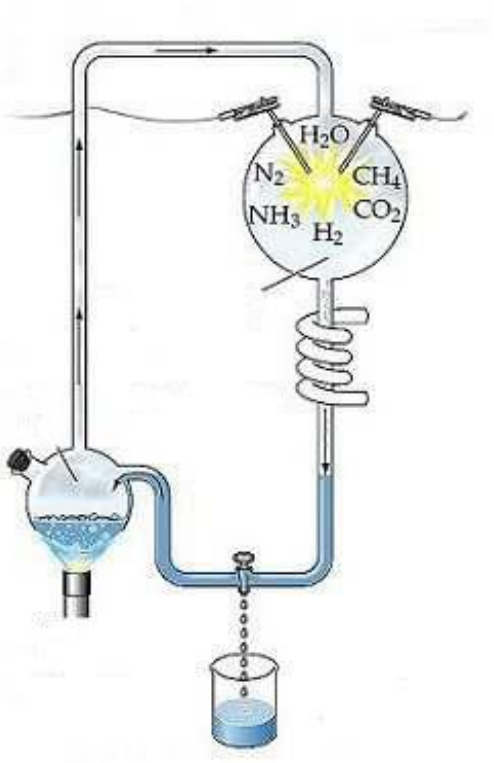
Oparin los propuso como posibles precursores de las primeras células.

Stanley Miller y Harold Urey realizaron un experimento famoso en **1953** para estudiar cómo pudo originarse la vida en la Tierra.

- Reprodujeron en el laboratorio las **condiciones de la atmósfera primitiva**: metano (CH_4), amoníaco (NH_3), hidrógeno (H_2) y vapor de agua (H_2O).
- Introdujeron **descargas eléctricas** para simular los rayos de tormentas.
- Después de una semana, observaron que se habían formado **moléculas orgánicas simples**, incluyendo **aminoácidos**, que son los componentes básicos de las proteínas.

Importancia:

- Demostraron que moléculas esenciales para la vida podían formarse a partir de sustancias inorgánicas.
- Apoyaron la teoría de la **síntesis prebiótica** y la idea del "caldo primitivo" de Oparin.



2- ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD

Se entiende por **biodiversidad** o **diversidad biológica** la variabilidad de organismos vivos de cualquier ecosistema.



¿Sabías que…?:
El término biodiversidad proviene etimológicamente del griego *βιο-*, vida y del latín *-diversitas, -atis*, diversidad.

2.1 CREACIONISMO Y FIJISMO

A principios del siglo XIX, los naturalistas eran conscientes de la existencia de una gran variedad de especies. Los primeros intentos de explicar esta diversidad desde un punto de vista científico, estuvieron influenciados por las ideas y creencias religiosas del momento.

Las dos principales tendencias ideológicas eran el **creacionismo** y el **fijismo**, que dicen que todos los seres vivos habían aparecido al mismo tiempo en la Tierra, creados por Dios y se habían mantenido invariables

2.2- CATASTROFISMO

George Cuvier, paleontólogo y defensor del fijismo, propuso por primera vez la extinción de determinadas especies como consecuencia de grandes catástrofes naturales (**catastrofismo**) que habrían hecho desaparecer determinadas especies que, a su vez, serían sustituidas por otras creadas por Dios.

2.3- EVOLUCIONISMO

Paralelamente a la formulación de la hipótesis de Cuvier, Erasmus Darwin (abuelo de Charles Darwin) y otros científicos de la época empezaron a especular sobre el **evolucionismo**. Esta teoría defiende un origen común para todos los seres vivos. Estos han surgido los unos de otros por cambios sucesivos, que se han ido acumulando a lo largo del tiempo.

Entre todas las ideas evolucionistas destacan las propuestas de:

- Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck
- Charles Darwin y Alfred Wallace

❖ LAMARCKISMO

Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck, formuló en 1809 la Primera teoría evolucionista razonada, basándose en el estudio de fósiles. Observó aspectos intermedios entre los organismos más antiguos y los más actuales.

Enunció la **TEORÍA DE LOS CARACTERES ADQUIRIDOS O TRANSFORMISMO** que se resume de la siguiente manera:

- En función de las necesidades impuestas por el medio natural, los órganos pueden crecer y desarrollarse, e incluso modificar su forma, según el uso que le dan. También pueden reducirse y desaparecer cuando dejan de usarse.
- Para adaptarse al medio los animales desarrollan las estructuras y órganos que resultan necesarios.
- Estas nuevas características se transmiten a los descendientes.
- Se producen cambios que van modificando las especies.
- "La necesidad crea un órgano", "Ley del uso y desuso" y "La función hace la forma, y no a la inversa" son palabras textuales de Lamarck.

A pesar de que la teoría de Lamarck fue aceptada hasta principios del siglo XX, con el desarrollo de la genética se pudo comprobar que los caracteres adquiridos no se transmiten a la descendencia.

❖ SELECCIÓN NATURAL

Charles Darwin y Alfred Wallace (segunda mitad del s.XIX) llegaron de forma independiente conclusiones similares. En 1858 presentaron sus ideas.

Estudiaron en las islas Galápagos (embarcado en el buque Beagle) y el Archipiélago Malayo, respectivamente.

La base de la explicación de la evolución biológica, es el de la **TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL**.

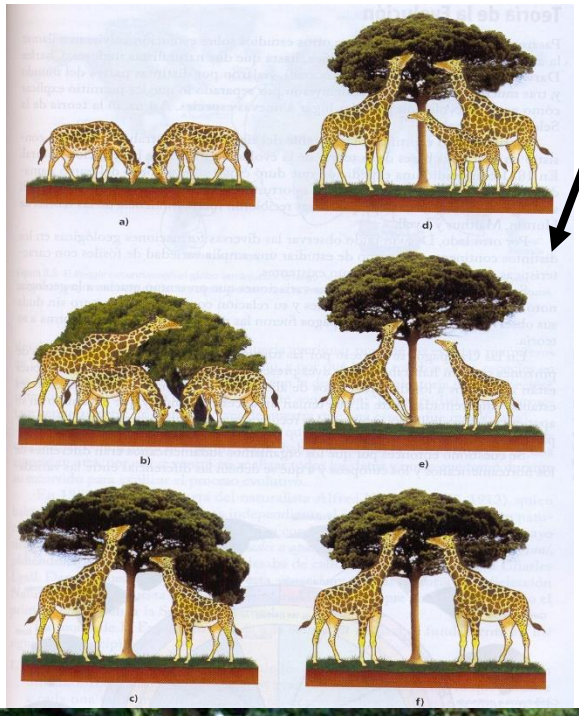
- Entre los individuos de una población existen diferencias.
- Los individuos que tengan variaciones que facilitan la supervivencia se ven favorecidos: "Selección natural"
- Los individuos supervivientes son los que originan una segunda generación a la que le transmiten estas variaciones favorables
- "Supervivencia de los más aptos" y "Lucha por la supervivencia" (palabras de Darwin)
- Entre los individuos hay una competencia

Actividad 5: *¿Cuál fue la obra de Darwin para justificar la Selección Natural?*

Actividad 6: *Indica el nombre de al menos 3 animales que estudió Darwin en las islas Galápagos.*

Actividad 7: *Cómo explicaría el* ***LAMARCKISMO*** *y* ***LA SELECCIÓN NATURAL***

a) *el desarrollo de las extremidades inferiores en los canguros*
b) *los cuernos desarrollados de los ciervos machos*



EJEMPLO UTILIZADO EN CLASE

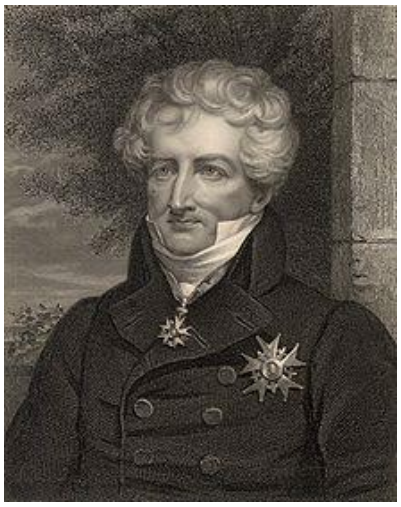
Desarrollo de las extremidades inferiores de los canguros

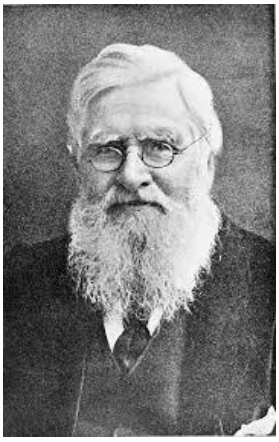


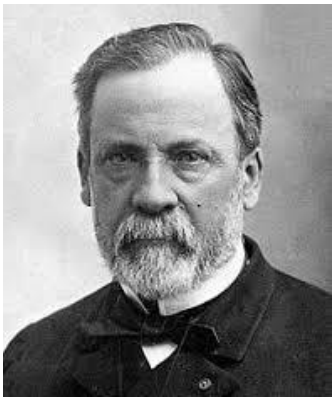


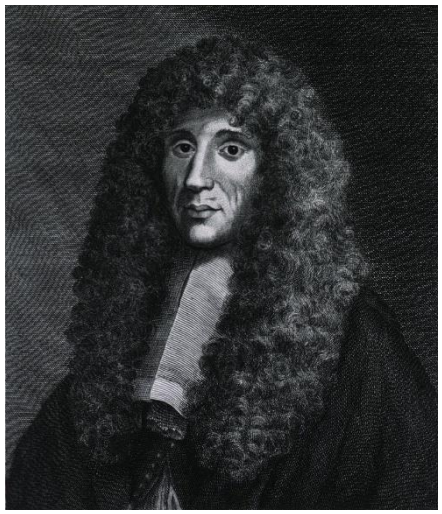
Cuernos desarrollados de los ciervos

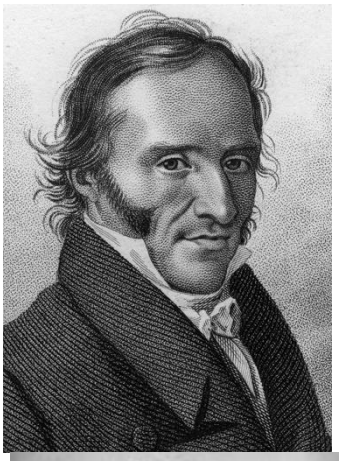
Actividad 8: *¿Quién es quién?*

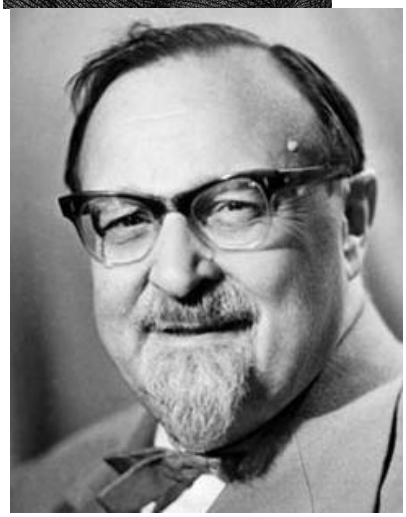












❖ BASES GENÉTICAS DE LA VARIABILIDAD

La teoría propuesta por **Charles Darwin y Alfred Wallace** no explicaba cuáles eran las causas de la variabilidad en las poblaciones ni cómo se transmitían los caracteres a la descendencia.

Esto se debía a que, en aquella época, todavía no se conocía el papel de los **genes** en la transmisión de la información genética.



Una **mutación** es una alteración del material genético. Generalmente se produce al azar y puede ser:

- Negativa o perjudicial: cuando reduce la supervivencia o el éxito reproductivo del individuo.
- Neutra: cuando no produce ni beneficios ni perjuicios apreciables. En estos casos, la selección natural actúa poco o nada sobre ella.
- Beneficiosa o favorable: cuando aumenta la probabilidad de sobrevivir y reproducirse, por ejemplo, mejorando la adaptación al medio.

Las mutaciones constituyen una de las principales fuentes de **variabilidad genética** en las poblaciones.

Además, la **reproducción sexual** genera nuevas combinaciones de genes, produciendo individuos diferentes entre sí y también distintos de sus progenitores.

La acumulación de cambios en el ADN a lo largo de las generaciones puede producir cambios evolutivos.

3- PRUEBAS A FAVOR DE LA EVOLUCIÓN

❖ ANATÓMICAS

Similitudes en la estructura interna de los órganos de los diferentes seres vivos.

- **Órganos vestigiales o rudimentarios**

Órganos poco desarrollados sin función aparente

- **Órganos homólogos**

Órganos con la misma estructura interna básica, puesto que el origen es el mismo, pero diferente función

- **Órganos análogos**

Órganos con una morfología parecida porque desarrollan la misma función básica, pero el origen y la estructura no son los mismos.

❖ BIOGEOGRÁFICAS

El estudio de la distribución geográfica de los seres vivos permite obtener conclusiones de sus parecidos y diferencias.

❖ PALEONTOLÓGICAS

El registro fósil nos permite conocer organismos que vivieron en otras épocas, los cuales no han llegado hasta hoy en día y son diferentes de los actuales.

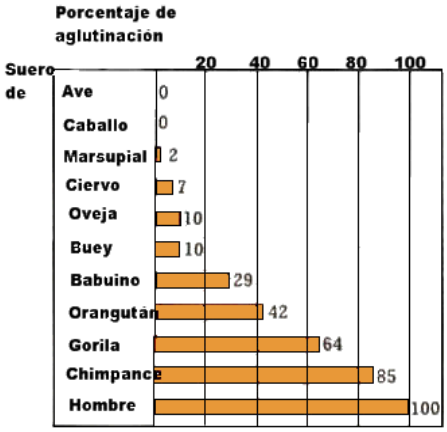
❖ BIOQUÍMICAS

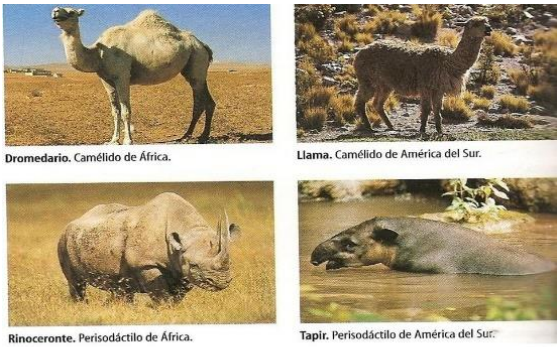
Las similitudes entre determinados procesos metabólicos y moleculares en diferentes seres vivos son pruebas para establecer relaciones evolutivas.

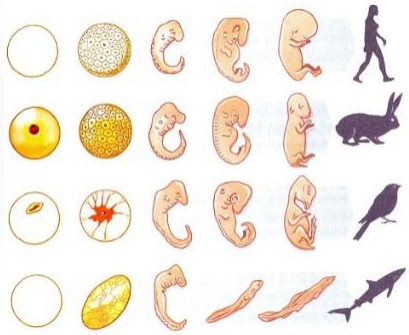
❖ EMBRIOLÓGICAS

En las primeras etapas del desarrollo, los embriones de especies emparentadas poseen grandes semejanzas, las cuales van desapareciendo a medida que se desarrolla el embrión y va adquiriendo características específicas de cada grupo.

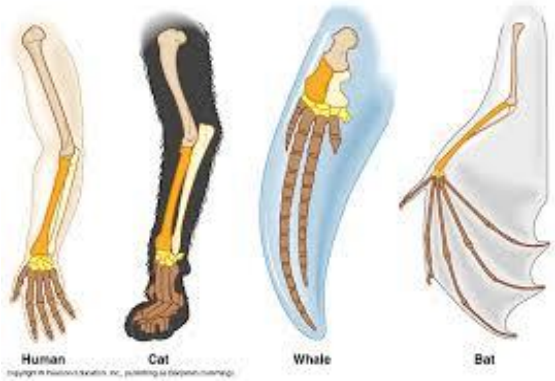
***Actividad 9**: Indica qué prueba de evolución representa cada imagen*

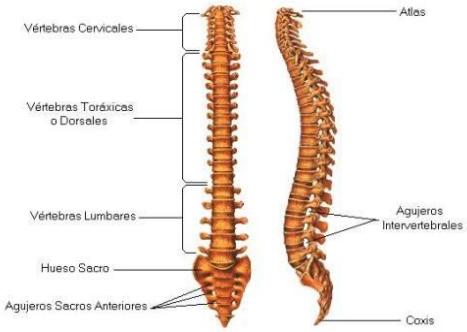


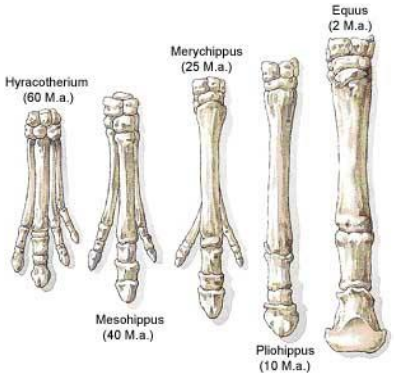












	FUNDACIÓN SAN JUAN Y SAN PABLO	BIOLOGÍA y GEOLOGÍA
	UNIDAD 6: HISTORIA DE LA TIERRA (Prof. Biología Susana Rico García)	4ºESO

1- ORIGEN DEL UNIVERSO

2- ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA.

3- ORIGEN DE LA LUNA

4- DE LA ATMÓSFERA PRIMITIVA A LA ATMÓSFERA ACTUAL

5- ORIGEN DE LA VIDA…

SITUACIÓN APRENDIZAJE: VIAJE EN EL TIEMPO

CALENDARIO GEOLÓGICO DE LA HISTORIA DE LA TIERRA (20%)

1- ORIGEN DEL UNIVERSO

El universo se originó hace aproximadamente **13 800 millones de años**.

La teoría más aceptada para explicar su origen es la **teoría del Big Bang**. Según esta teoría, el universo comenzó a partir de un estado extremadamente **caliente y denso** y, desde entonces, ha ido **expandiéndose**.

En los primeros instantes se formaron las partículas elementales y, posteriormente, los primeros átomos, principalmente de **hidrógeno y helio**.

Con el paso del tiempo, la materia fue agrupándose por efecto de la **gravedad**, formando grandes nubes de gas. Estas nubes dieron lugar a las primeras **estrellas y galaxias**.

En el interior de las estrellas tienen lugar reacciones de **fusión nuclear**, en las que se forman elementos químicos más pesados y se libera una gran cantidad de energía en forma de **luz y calor**.

2- ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA.

El **Sistema Solar** se formó hace unos **4600 Ma** a partir de una nebulosa de gas y polvo situada en la Vía Láctea. Esta explicación se conoce como **hipótesis nebular o planetesimal**.

La nebulosa comenzó a contraerse por efecto de la gravedad y a girar, adquiriendo progresivamente forma de disco.

En la zona central se concentró la mayor parte de la materia, aumentando su densidad y temperatura hasta formar el **protosol**, que posteriormente dio origen al Sol.

En el disco que rodeaba al protosol, las partículas de polvo y roca chocaron y se fueron agregando hasta formar cuerpos cada vez mayores llamados **planetesimales**. La unión de estos dio lugar a **protoplanetas**, que continuaron creciendo mediante choques y acreción hasta originar los planetas.

El **viento solar** contribuyó a expulsar gran parte del gas y del polvo que quedaba alrededor del Sol joven.

Una vez formada la **Tierra**, hace unos **4500 Ma**, comenzó su diferenciación interna. Los materiales más densos se desplazaron hacia el interior y los menos densos hacia las capas externas, formándose progresivamente el **núcleo, el manto y la corteza**.

Al mismo tiempo, el enfriamiento de la superficie permitió la formación de una corteza sólida y la intensa actividad volcánica liberó gases que contribuyeron a formar la **atmósfera primitiva**.

3- ORIGEN DE LA LUNA

La Luna tiene una superficie irregular, con valles y elevaciones formadas por el impacto de asteroides poco después de su formación.

Las hipótesis de su origen son:

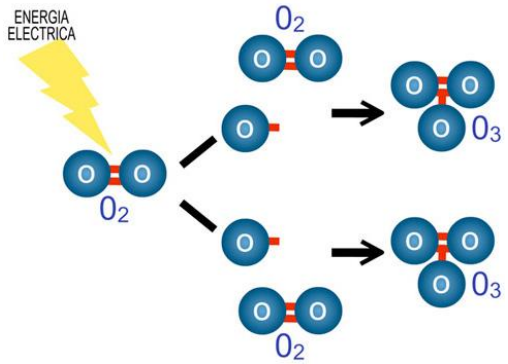
- **Hipótesis de la fisión:** la Luna se habría desprendido de la Tierra debido a la rápida rotación de nuestro planeta.
- **Hipótesis de la captura:** la Luna habría sido un cuerpo independiente que quedó atrapado por la gravedad terrestre.
- **Hipótesis de la formación conjunta:** la Tierra y la Luna se habrían formado al mismo tiempo a partir del mismo material que orbitaba alrededor del Sol.
- **Hipótesis del gran impacto:** un cuerpo de gran tamaño, aproximadamente del tamaño de Marte, chocó con la Tierra poco después de su formación. Parte del material expulsado del manto terrestre y del cuerpo impactante quedó orbitando alrededor de la Tierra y, con el tiempo, se agrupó hasta formar la Luna.

4- DE LA ATMÓSFERA PRIMITIVA A LA ATMÓSFERA ACTUAL

La atmósfera primitiva estaba formada por los mismos gases que hoy en día salen de los volcanes: vapor de agua, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono, amoníaco, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, hidrógeno y nitrógeno.

Pobre en oxígeno, no tenía capa de ozono que hoy nos protege de los rayos ultravioleta. Las radiaciones provocan mutaciones, por lo cual, la vida sería bien difícil. Es una de las razones por las cuales la vida surgió en el agua a que esta tenía un efecto filtrador.

Los primeros organismos no fueron fotosintetizadores. Posteriormente aparecieron organismos fotosintéticos, como las cianobacterias, que comenzaron a producir oxígeno. Con el tiempo, el aumento de oxígeno permitió la formación de la capa de ozono, cuya protección frente a la radiación ultravioleta facilitó la expansión de la vida y, más adelante, la colonización del medio terrestre.



5- ORIGEN DE LA VIDA…



CALENDARIO GEOLÓGICO DE LA HISTORIA DE LA TIERRA

Como resulta muy difícil hacernos a la idea de lo que es el tiempo en Geología, vamos a comparar los 4500 Ma de historia de la Tierra con un año de 365 días, teniendo en cuento que la formación de la Tierra (hace 4500 Ma) consideraremos que es el 1 de enero.

TAREA 1: Utilizando un calendario, marcáis los siguientes acontecimientos geológicos - biológicos - extinciones (utiliza un color diferente para cada uno)

ORIGEN DE LA TIERRA: 4500 Ma -------- **1 ENERO**
ORIGEN DE LA LUNA: 4470 Ma
PRIMERA CÉLULA PROCARIOTA (busca el nombre): 3600 Ma
ESTROMATOLITOS: 3000 Ma
PRIMERA CÉLULA EUCARIONTE (busca el nombre): 2000 Ma
ORGANISMOS PLURICELULARES: 1000 Ma
PRIMERAS GLACIACIONES: 720 Ma
UNIÓN PRIMEROS CONTINENTES: 650 Ma
EXPLOSIÓN VIDA DEL PALEOZOICO: 541 Ma
PRIMEROS VERTEBRADOS PISCIFORMES: 500 Ma
PRIMERA EXTINCIÓN: 444 Ma (nombre de la extinción/ seres vivos que desaparecen)
SEGUNDA EXTINCIÓN: 370 Ma (nombre de la extinción seres vivos que desaparecen)
PRIMEROS REPTILES: 320 Ma
TERCERA EXTINCIÓN: 252 Ma (nombre de la extinción seres vivos que desaparecen)
PRIMEROS DINOSAURIOS: 240 Ma
PRIMEROS MAMÍFEROS: 225 Ma
CUARTA EXTINCIÓN: 201 Ma (nombre de la extinción seres vivos que desaparecen)
FRAGMENTACIÓN PANGEA: 200 Ma
OROGENIA ALPINA: 145 Ma
QUINTA EXTINCIÓN: 66 Ma (nombre de la extinción seres vivos que desaparecen)
PRIMEROS HOMÍNIDOS: 7 Ma

TAREA 2: incluye como mínimo 3 cálculos matemáticos (pueden ser aleatorios) que has tenido que hacer de manera detallada.

TAREA 3: incluye una tabla en la que aparezca

ACONTECIMIENTO	INICIO (Ma)	FECHA
ORIGEN DE LA TIERRA	4500 Ma	1 enero

TAREA 4: el día 31 de diciembre ocurrieron los siguientes acontecimientos. Calcula la hora en la que ocurrieron cada uno de ellos

Primeros homínidos: 7 Ma
Australopithecus: 4 Ma
Homo habilis: 2 Ma
Homo erectus: 1,5 Ma
Homo sapiens: 300.000 a
Homo neanderthalensis: 230.000 a
Desaparición de *Homo neanderthalensis:* 40.000 a



¿Sabías que…?

Homo sapiens y *Homo neanderthalensis* convivieron durante miles de años. Finalmente, los neandertales desaparecieron hace unos 40.000 años, mientras que *Homo sapiens* continuó expandiéndose.

No desaparecieron sin dejar rastro genético.

Hubo cruces entre neandertales y *Homo sapiens*, y por eso muchas poblaciones humanas actuales conservan una pequeña proporción de ADN neandertal.

TAREA 5: incluye como mínimo 2 cálculos matemáticos (pueden ser aleatorios) que has tenido que hacer de manera detallada de la tarea 4.

¿CÓMO PRESENTARLO? ---------- cartulina A2

EJEMPLO

