

BIOLOGÍA

4º ESO

Tema 4: La célula y la organización de los seres vivos

www.tipsacademy.es

TEMA 4: LA CÉLULA Y LA ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS

1. LA TEORÍA CELULAR

La célula fue descubierta en el siglo XVII con el desarrollo del microscopio. Hooke le dio nombre al observar los huecos de una lámina de corcho por su microscopio. También Van Leeuwenhoek o, ya en el siglo XVIII, Spallanzani realizaron interesantes observaciones. Pero solo en el siglo XIX, con la mejora de los microscopios y el desarrollo de colorantes adecuados, se pudo estudiar la célula (Brown descubrió el núcleo, Purkinje el citoplasma) y, finalmente, plantearse la teoría celular, que es la primera gran generalización que se hizo en el ámbito de la biología. Esta teoría fue propuesta por Schleiden, Schwann y Virchow (que la completó posteriormente) e incluye los siguientes principios:

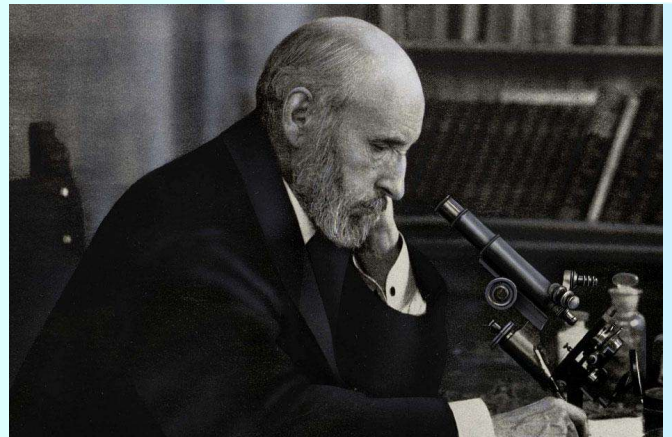
-La **célula** es la **unidad anatómica** o **estructural** de todos los seres vivos. Es decir, cualquier ser vivo está formado por una o más células.

-La **célula** es la unidad **fisiológica** o de funcionamiento de todos los seres vivos. Es decir, la actividad metabólica y todas las reacciones se desarrollan en el interior de las células.

-La **célula** es la unidad **reproductiva** o de **herencia** (genética) de todos los seres vivos. Es decir, los seres vivos se reproducen por medio de células y toda célula proviene de otra célula (por división).

Finalmente, **Santiago Ramón y Cajal** demostró que la teoría era aplicable a todos los tejidos al demostrar que el nervioso estaba formado también por célula (neuronas) y no por fibras como proponían algunos.

Cualquier célula, sea cual sea su complejidad, incluye al menos tres estructuras: membrana plasmática (que la aísla del exterior y regula intercambios), citoplasma (espacio interno constituido por un líquido, el citosol, donde flotan los demás componentes) y material genético (las instrucciones de funcionamiento codificadas en forma de ADN, ácido desoxirribonucleico). A ellos se podría añadir la presencia de unas estructuras llamadas ribosomas, encargados de fabricar proteínas.



2. TIPOS DE CÉLULAS

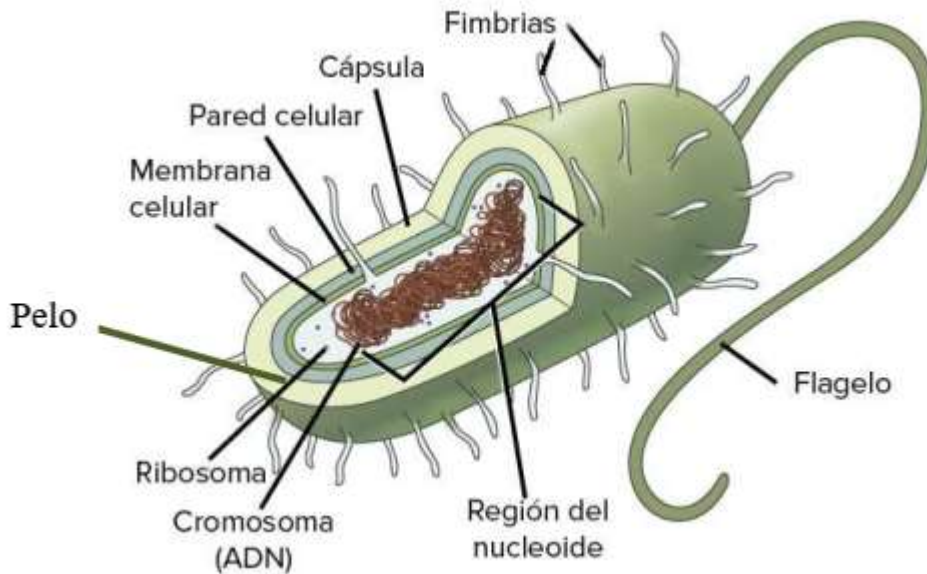
Según su complejidad, tradicionalmente se distinguen dos tipos de células:

-**Procariotas**: su material genético flota en el citoplasma, en forma de una molécula de ADN circular, son más pequeñas y con menos estructuras internas (**sin orgánulos de membrana**). Son las bacterias.

-**Eucariotas**: con material genético protegido por una doble membrana nuclear y constituido por numerosos cromosomas lineales asociados a proteínas (**histonas**), de mayor tamaño y más complejas, con numerosas estructuras internas y **orgánulos de membrana**. Son las células propias de protoctistas, hongos, vegetales y animales.

En general se consideran más primitivas las células procariotas, si bien pueden ser muy complejas metabólicamente y, en realidad, incluyen dos modelos celulares: **arqueas** (las bacterias más primitivas, que comparten algunos rasgos con las eucariotas) y las **eubacterias** (verdaderas bacterias, más modernas). Por eso actualmente se considera la existencia de tres dominios de organismos: **Archaea, Eubacteria y Eukarya**.

La estructura procariota típica incluye una pared rígida de recubrimiento, rodeada o no de cápsula (envoltorio rígido de protección y adherencia), situada alrededor de la membrana celular. En el interior aparecen



flotando en el citoplasma el **nucleoide** o cromosoma bacteriano, **plásmidos** (pequeños anillos de ADN extracromosómico), **ribosomas** (menores que los eucariotas) e **inclusiones** (partículas de reserva o con distintas funciones). Externamente pueden presentar **flagelos** (largos apéndices proteicos sin membrana que permiten el movimiento celular por

rotación), **fimbrias** (pequeños apéndices de sujeción) y **pili** o pelos (largos tubos que permiten conectar con otras bacterias e intercambiar moléculas e información genética, como los plásmidos).

Hoy en día se acepta que, según la teoría **endosimbiótica** (de Lynn Margulis) la célula eucariota surgió como resultado de la asimilación de una bacteria aerobia por parte de una célula eucariota primitiva con membranas internas. Dicha bacteria se convirtió en el orgánulo **mitocondria**. En un proceso posterior, una bacteria fotosintética (cianobacteria) también fue asimilada y se convirtió en **cloroplasto**. Tanto mitocondrias como plastos presentan división semiautónoma (se reproducen por sí mismos al margen de la célula), aunque la célula que los engloba los controla y ha asumido parte de sus genes y funciones.

3. LA CÉLULA EUCARIOTA

Existen varios modelos de célula eucariota pero los dos más característicos son la célula eucariota animal y la vegetal, propios de organismos de cada reino. Casi todas sus estructuras y orgánulos son iguales aunque hay algunos que son diferentes.

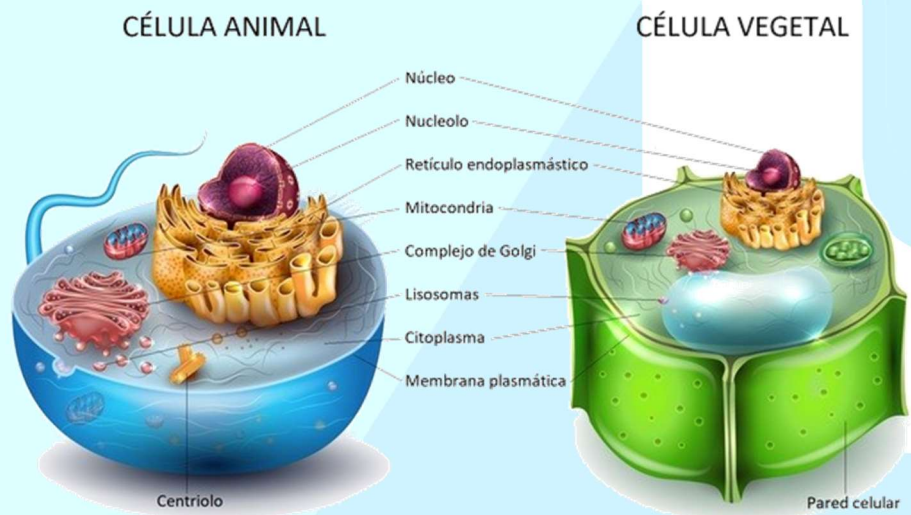
Estructuras y orgánulos comunes:

-Membrana

plasmática: bicapa lipídica con proteínas intercaladas (con movilidad: mosaico fluido). Estructura semejante a cualquier membrana celular.

-Citoplasma: líquido celular (citosol) en el que se encuentran citoesqueleto y orgánulos.

-Ribosomas: pequeñas estructuras formadas por ARN y proteínas que se presentan libres o unidos a membrana. Fabrican proteínas.



-**Citoesqueleto:** red de fibras y filamentos proteicos que sirven de armazón a la célula, le dan forma, sustentan a los orgánulos y participan en la movilidad celular. Es más complejo en la célula animal.

-**Núcleo:** estructura de doble membrana que contiene la información genética y controla el funcionamiento celular.

-**Retículos endoplasmáticos:** conjunto de sacos membranosos apilados que conectan con la membrana nuclear. Puede ser liso (REL) que fabrica lípidos de membrana o rugoso (RER) que fabrica proteínas de membrana y lleva unidos ribosomas.

-**Aparato de Golgi:** conjunto de sacos aplanados apilados y sin conexión entre sí donde se modifican las sustancias fabricadas en el retículo y se forman vesículas.

Retículo liso y Golgi también participan de la función de detoxificación, es decir, neutralización y eliminación de sustancias tóxicas.

-**Vesículas:** pequeños sacos donde se almacenan sustancias. Dos tipos peculiares son el lisosoma (que almacena enzimas digestivas y realiza la digestión celular) y el peroxisoma (que oxida sustancias). Las vesículas suelen participar en la entrada y salida de sustancias de la célula (endocitosis y exocitosis). Cuando son de gran tamaño se llaman vacuolas.

-**Mitocondria:** orgánulo de doble membrana que realiza la respiración celular. Su origen bacteriano se demuestra en la presencia de un ADN propio circular y de ribosomas bacterianos. Estructuras y orgánulos exclusivos de la célula animal:

-**Undulipodios:** apéndices con membrana que permiten la movilidad celular. Si son cortos y numerosos se denominan **cilios**. Si largos y escasos, **flagelos**. Todos derivan de estructuras citoesqueléticas formadas por tubos que constituyen los centriolos.

-**Centrosoma:** estructura no membranosa constituida por los centriolos, formados por microtúbulos (dos piezas cruzadas en forma de T) que participan en el reparto de cromosomas (huso acromático durante la división nuclear) y en el movimiento celular.

-**Glucocálix:** cubierta mucilaginosa que rodea a la célula y, en tejidos de pluricelulares, permite formar la matriz extracelular.

Estructuras y orgánulos exclusivos de la **célula vegetal:**

-**Plastos:** orgánulos de doble membrana con su propio material genético circular y ribosomas bacterianos (orgánulo endosimbótico) además de un sistema interno de membranas (grana con tilacoides). Los más característicos son los cloroplastos que hacen la fotosíntesis y son de color verdes. Otros son amiloplastos (almacenan almidón), elaioplastos (almacenan aceites) y cromoplastos (dan color a estructuras vegetales).

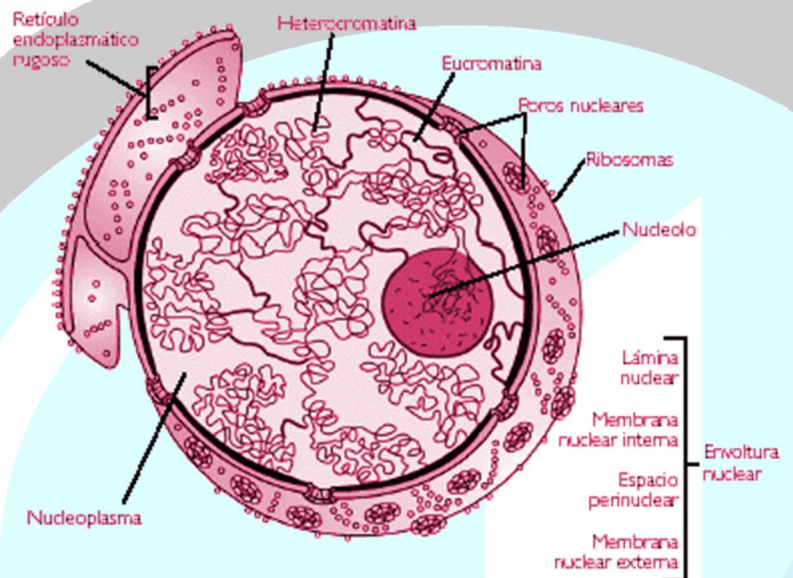
-**Pared celular:** cubierta gruesa y rígida, de celulosa, que da forma (poliédrica) y rigidez a la célula.

-**Vacuola:** vesícula de gran tamaño que almacena sustancias y da volumen a la célula.

-**Centrosfera:** región donde se acumulan microtúbulos para formar el huso mitótico y que sustituye al centrosoma en células vegetales.

3.1. EL NÚCLEO CELULAR

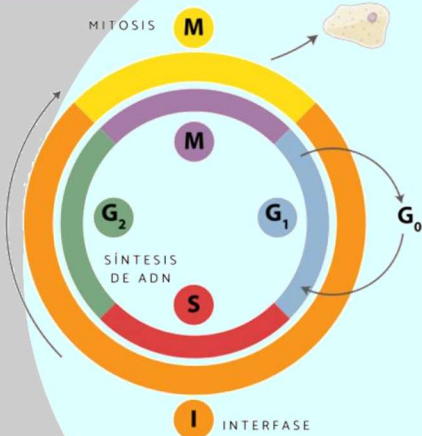
Es la estructura encargada de controlar y regular el funcionamiento de la célula. Normalmente hay un solo núcleo por célula, aunque existen células plurinucleadas (como las fibras del músculo estriado esquelético). Cuando la célula no está en división (interfase, funcionamiento normal) consta de: **envoltura nuclear** (doble membrana que comunica con el retículo, tiene ribosomas en su cara externa y presenta perforaciones de comunicación con el citoplasma: los **poros nucleares**, ocho proteínas en forma de anillo para controlar el intercambio de sustancias), **nucleoplasma** o carioplasma (líquido interno donde flotan los demás componentes, como el citoplasma nuclear), **cromatina** (material genético constituido por ADN asociado a proteínas llamadas **histonas**; cuando se condensa para la división celular cada molécula lineal de cromatina da lugar a un cromosoma) y **nucleolo** (estructura esférica sin membrana que contiene ADN y ARN por ser la zona donde se sintetizan los ribosomas; en ocasiones hay más de un nucleolo y desaparece en la división nuclear).



4. CICLO CELULAR

Toda célula procede de otra por división y, una vez formada, se desarrolla hasta volver a dividirse, en un proceso recurrente denominado ciclo celular. En humanos adultos hay células que no se dividen nunca o casi nunca (como las neuronas) y otras que lo hacen constantemente (epitelios) por lo que la duración del ciclo es muy variable. En unicelulares el ciclo celular es su ciclo vital de reproducción, mientras que en pluricelulares permite el crecimiento y la regeneración de estructuras. En eucariotas se divide en dos etapas:

CICLO CELULAR

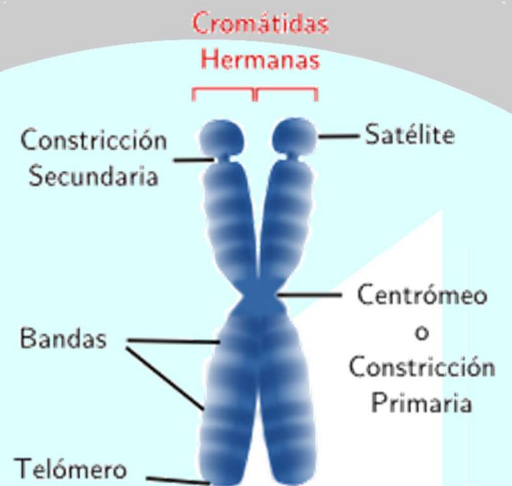


-**Interfase:** funcionamiento celular normal, con metabolismo y crecimiento. Es la fase más extensa en la que la célula crece hasta alcanzar un tamaño que le permita dividirse. Se llama fase **G1** a la de crecimiento normal, **S** a la de replicación (síntesis) del material genético (una vez que se duplica el material la célula ya se ve abocada a reproducirse) y **G2** de preparación para la división. Algunas células diferenciadas no se reproducen y permanecen en fase **G1** indefinidamente (pasa a llamarse fase **G0**).

-**División celular:** etapa corta en la que la célula divide su material nuclear (fase M, por mitosis o meiosis) y luego reparte su citoplasma con los orgánulos (citocinesis). Para hacer la división nuclear, los cromosomas se duplican para que cada célula hija pueda heredar una copia. Esta fase M suele dividirse en una serie de fases para su mejor comprensión.

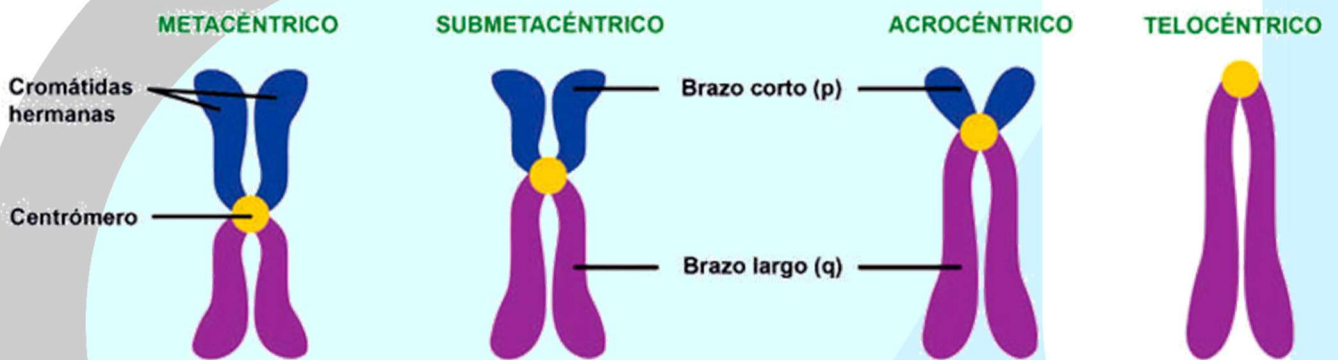
5.1. ESTRUCTURA DE LOS CROMOSOMAS

Los cromosomas eucariotas son **moléculas lineales** que contienen la información hereditaria (ADN) empaquetada estrechamente en asociación con las **histonas**. Son el resultado de la **compactación** de la **cromatina**. Cada cromosoma replicado (para poder usarse en la división) consta de dos copias de la información formando dos bastones (**cromátidas hermanas**) unidas por una estructura proteica donde el cromosoma se estrecha llamada **centrómero** (constricción primaria). Los trozos de cromátida a partir del centrómero se denominan brazos. Los extremos del cromosoma son los **telómeros** (que contienen material repetido para facilitar su replicación y tienden a acortarse en células diferenciadas, limitando el número de divisiones que puede hacer una célula antes de envejecer y morir).



En ocasiones, aparecen estrechamientos próximos al telómero (**constricciones secundarias**) y la porción ensanchada del correspondiente extremo se llama ADN satélite (a veces relacionado con los organizadores nucleares: regiones encargadas de formar el nucleolo interfásico y de fabricar ribosomas). Las estructuras proteicas a las que se unen las fibras del huso acromático durante su división se llaman cinetocoros (suelen situarse sobre los centrómeros).

En organismos de reproducción sexual (con padre y madre) es común que los cromosomas se presenten por parejas (**homólogos**), heredados uno del padre y otro de la madre, que contienen información para las mismas características, aunque pueden presentar distintas variantes. En este caso, se habla de organismos **diploides** (si solo hay un cromosoma de cada tipo son **haploides** y, en casos en que existan grupos de homología nos encontramos con poliploides: **triploides, tetraploides, hexaploides**, relativamente comunes en vegetales). La diploidía se marca como $2n$ y la haploidía como n .



Según la posición del centrómero en el cromosoma se distinguen cromosomas metacéntricos (brazos iguales y centrómero central), submetacéntricos (centrómero ligeramente desplazado del medio), acrocéntricos (muy desplazado, con brazos muy desiguales) y telocéntricos (centrómero extremo y un solo brazo en cada cromátida).

En cada especie el número de cromosomas es fijo. Las distintas parejas de cromosomas homólogos varían en forma y tamaño. El total de cromosomas de una especie constituye su cariotipo que, a veces, se representa (**cariograma** o idiograma) colocándolos por parejas de homólogos en por filas y en orden decreciente de tamaños. Los cromosomas comunes a machos y hembras (cuando hay diferenciación de sexos por cromosomas) se llaman **autosomas** (o cromosomas somáticos). Los sexuales (normalmente una pareja, como ocurre en humanos) se llaman **heterocromosomas** (o cromosomas sexuales). En nuestra especie las mujeres portan dos cromosomas sexuales X (XX) y los hombres uno Y (XY). A veces, para distinguir los cromosomas, se pueden teñir o colorear con sustancias especiales para obtener un bandeo cromosómico que los identifique. En la especie humana el cariotipo consta de 23 parejas de cromosomas homólogos ($2n=46$).

6. LA DIVISIÓN CELULAR

6.1. MITOSIS

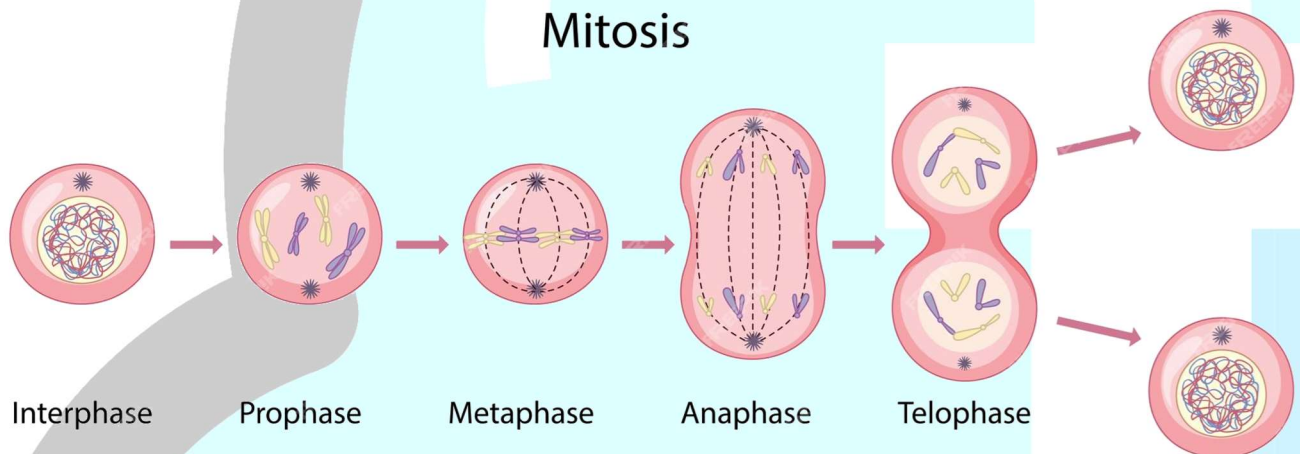
División nuclear simple en la que, a partir de la célula madre, se obtienen dos hijas idénticas genéticamente a ella y entre sí. El proceso se divide en las siguientes fases para su estudio:

-**Profase:** se condensan cromosomas, desaparecen envoltura nuclear y nucleolo, se forma el huso acromático (red de microtúbulos a partir de los centriolos donde se sitúan los cromosomas para su posterior reparto)

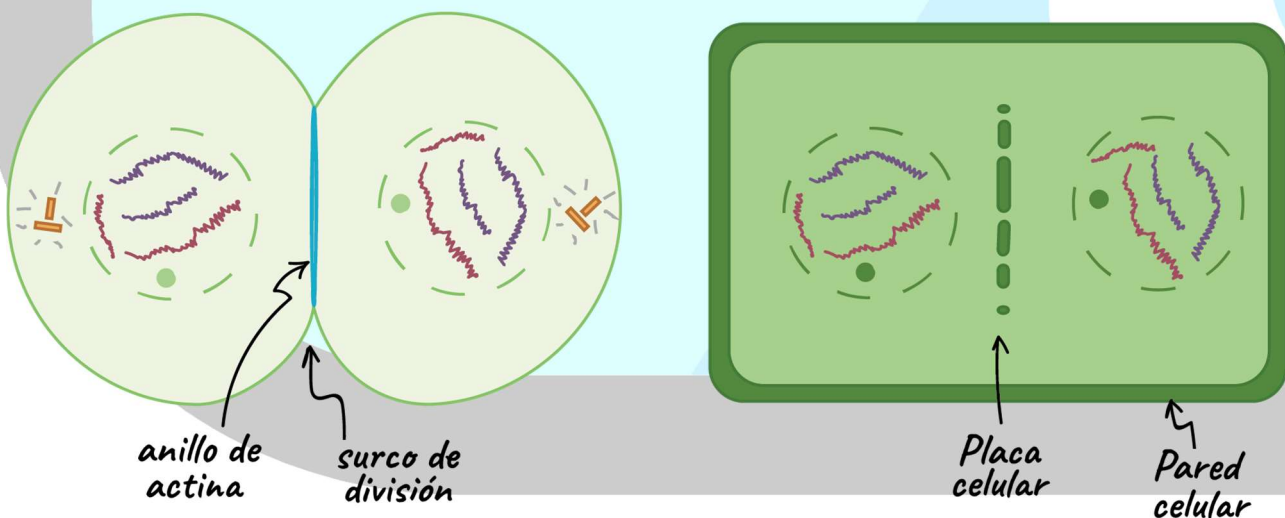
-**Metafase:** cromosomas condensados en el centro de la célula (placa metafásica o ecuatorial), centriolos en los extremos y cromosomas unidos al huso por sus cinetocoros.

-**Anafase:** separación de las cromátidas hermanas de cada cromosoma y migración a cada polo mientras se produce el acotamiento de las fibras del huso.

-**Telofase:** agrupación de los cromosomas de una cromátida en cada polo, desempaquetamiento y reaparición de envoltura nuclear y nucleolo.



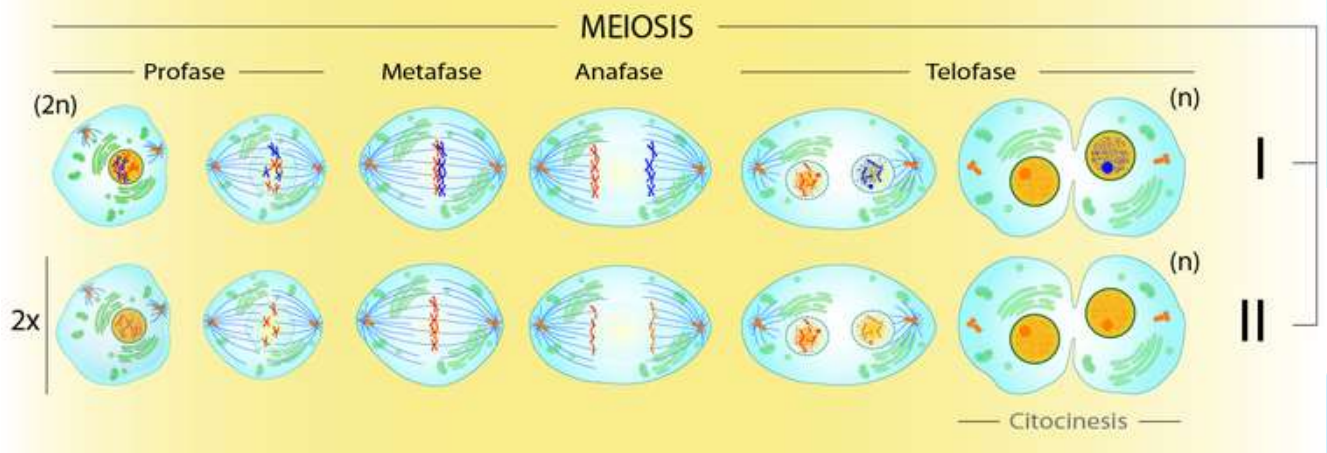
Tras la cariocinesis se produce la **citocinesis**, que es el reparto y división del citoplasma con sus orgánulos (puede ser equitativo por bipartición o asimétrico por gemación —se forma una célula grande y otra pequeña— o esporulación —se forman muchas pequeñas—). En células **animales** se realiza por **estrangulamiento** (con un surco hecho de fibras de actina) y en **vegetales** por **tabicación** (con formación de un tabique llamado fragmoplasto a partir del cual se construye la pared celular).



6.2. LA MEIOSIS

Se trata de una división nuclear doble en la que, a partir de la célula madre original, se forman cuatro células hijas con la **mitad de información que ella** y distintas entre sí como resultado del reparto de material genético tras la mezcla (recombinación) del mismo. Es propia de la **reproducción sexual** y de células diploides.

En la interfase previa a la primera división se duplica el material y se produce la mezcla del material de los cromosomas homólogos (bivalentes que sufren **entrecruzamiento**, siendo el resultado la recombinación). En conjunto se llevan a cabo dos divisiones. La primera (meiosis I) es reduccional y en ella se produce la recombinación, luego las parejas de cromosomas se colocan en la placa ecuatorial y se separan cromosomas completos (de dos cromátidas recombinadas) a los polos. Su resultado son células hijas haploides con cromosoma dobles. En la segunda (meiosis II), que es equivalente a una mitosis, cada cromosoma doble se divide por la mitad y migran cromátidas a cada polo. Se obtienen células haploides con cromosomas de una sola cromátida.



En la especie humana se usa para formar los **gametos**. Las células diploides originales ($2n=46$ cromosomas) dan lugar a cuatro gametos haploides ($n=23$).

La meiosis permite mantener el número cromosómico en especies de reproducción sexual. Este tipo de reproducción es más lento pero, gracias a la unión de gametos y la recombinación meiótica permite aumentar la **variabilidad genética de las especies**.

En humanos (y el resto de animales) los gametos se forman en órganos especiales llamados gónadas. La masculina es el testículo y, por un proceso de espermatogénesis, se forman cuatro células haploides (las espermátidas, 2 con cromosoma X y 2 con Y) que adquieren forma de espermatozoide (el gameto maduro) en la fase llamada espermiogénesis o maduración. La femenina es el ovario y en él, tras la meiosis, se originan cuatro células pero tres degeneran (corpúsculos polares) y solo queda un gameto femenino definitivo, el óvulo, que acumula todo el citoplasma y aumenta de tamaño.