

# TEMA 1: LA REPRODUCCIÓN CELULAR

## 1- LA TEORÍA CELULAR

La **célula** se puede considerar la estructura más pequeña que puede realizar las tres funciones vitales. Éste término fue acuñado por Robert Hooke al estudiar el tejido del corcho con un microscopio que había diseñado él mismo. Procede de la palabra latina *celulae*, que significa “celdillas”, dado que en el corcho se observan las paredes suberificadas de las células ya muertas que forman este tejido.

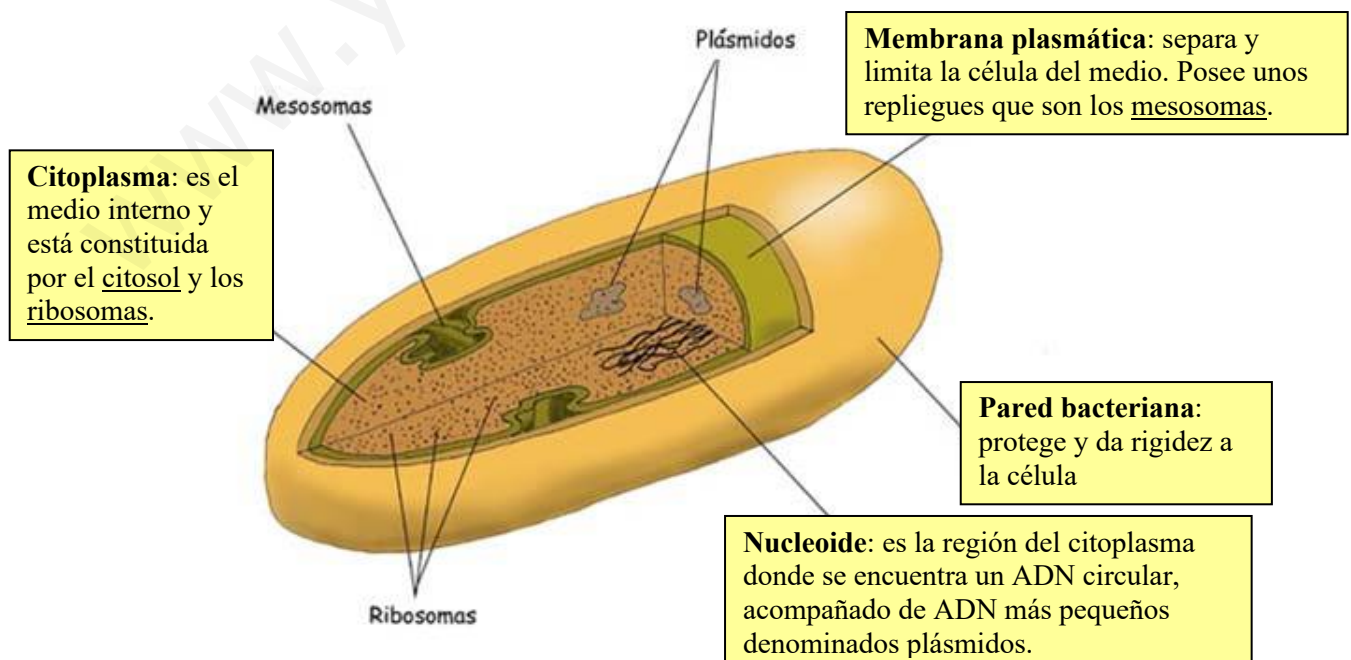
A lo largo del siglo XIX, con las mejoras ópticas de los microscopios y el desarrollo de las técnicas de preparación, ya se pudieron observar células vivas en tejidos animales y en microorganismos. Todo ello posibilitó enunciar los principios de la teoría celular:

- **La célula es la unidad morfológica de los seres vivos.** Todos los seres vivos están constituidos por una o más células.
- **La célula es la unidad fisiológica de los seres vivos.** Toda célula es capaz de realizar por sí misma los procesos para mantenerse con vida. Por tanto, la actividad biológica de un ser vivo es la consecuencia de la actividad de sus células.
- **Toda célula procede de otra preexistente.**
- **La célula es la unidad genética de los seres vivos.** La célula contiene la información necesaria para controlar todo su funcionamiento y además es capaz de transmitirla a las células hijas.

## 2- LOS TIPOS CELULARES

Todas las células constan de tres partes fundamentales: una **membrana plasmática** que separa el medio externo del **citoplasma** interno y un **ADN** portador de la información genética. En virtud de dónde se encuentra éste, existen dos tipos celulares diferentes: procariótica y eucariótica.

1. **Célula procariota:** el material genético se encuentra en el citoplasma, sin estar separado por una estructura membranosa. Son de menor tamaño y complejidad estructural que las eucariotas. Es la organización celular que presentan las bacterias.



2. La **célula eucariota** es de un tamaño y complejidad mayor que la célula procariota. Presenta un citoplasma compartimentalizado con **orgánulos** rodeados de membrana simple (retículo endoplasmático, aparato de Golgi, vacuolas y lisosomas) o de doble membrana (mitocondrias y cloroplastos), además de presentar estructuras no membranosas como las fibras del citoesqueleto, los ribosomas y el centrosoma. Sin embargo, lo más destacable es la presencia de un **núcleo** de doble membrana, dentro de la cual se ubica el ADN. Estas células están presentes en los organismos de los reinos Protocista, hongos, vegetal y animal.

Estructuras de la célula eucariota:

| PARTE DE LA CÉLULA  |                         | ESTRUCTURA                                                                                                    | FUNCIÓN                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MEMBRANA PLASMÁTICA |                         | Bicapa de fosfolípidos con proteínas.                                                                         | Regula el paso de sustancias al interior de la célula.                                                  |
| CITOPLASMA          | CITOESQUELETO           | Red de fibras proteicas presentes en el <b>citosol</b> .                                                      | Da consistencia al citoplasma.                                                                          |
|                     | CENTROSOMA              | Dos <b>centriolos</b> perpendiculares rodeados de fibras proteicas.                                           | Interviene en la mitosis y en la formación de cilios y flagelos.                                        |
|                     | RIBOSOMAS               | Sin membrana y con dos subunidades de ARN y proteínas.                                                        | Síntesis de proteínas.                                                                                  |
|                     | RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO | Conjunto de sáculos aplanados e interconectados, con ribosomas ( <b>rugoso</b> ) o sin ellos ( <b>liso</b> ). | Síntesis, almacenamiento y transporte de proteínas a exportar (rugoso) o de lípidos (liso).             |
|                     | APARATO GOLGI           | Pilas de sáculos membranosos no interconectados.                                                              | Secreción de sustancias al exterior a través de <b>vesículas</b> .                                      |
|                     | VACUOLAS                | Vesículas formadas por una sola membrana.                                                                     | Almacena sustancias de reserva o de desecho                                                             |
|                     | LISOSOMAS               | Vesículas con enzimas digestivos.                                                                             | Digestión intracelular de sustancias complejas a simples.                                               |
|                     | MITOCONDRIAS            | Orgánulo de doble membrana con <b>crestas</b> y <b>matriz</b> (medio interno).                                | Realizar la respiración celular, (obtención de energía por oxidación de los nutrientes).                |
|                     | CLOROPLASTOS            | Orgánulo de doble membrana con <b>tilacoides</b> y <b>estroma</b> .                                           | Realizar la fotosíntesis (síntesis de materia orgánica a partir de la inorgánica mediante la luz solar) |
| NÚCLEO              |                         | Estructura de doble membrana que contiene el ADN portador de la información genética                          | Dirigir el funcionamiento de la célula a través de la expresión de los genes contenidos en el ADN.      |

Diferencias entre la célula animal y la célula vegetal:

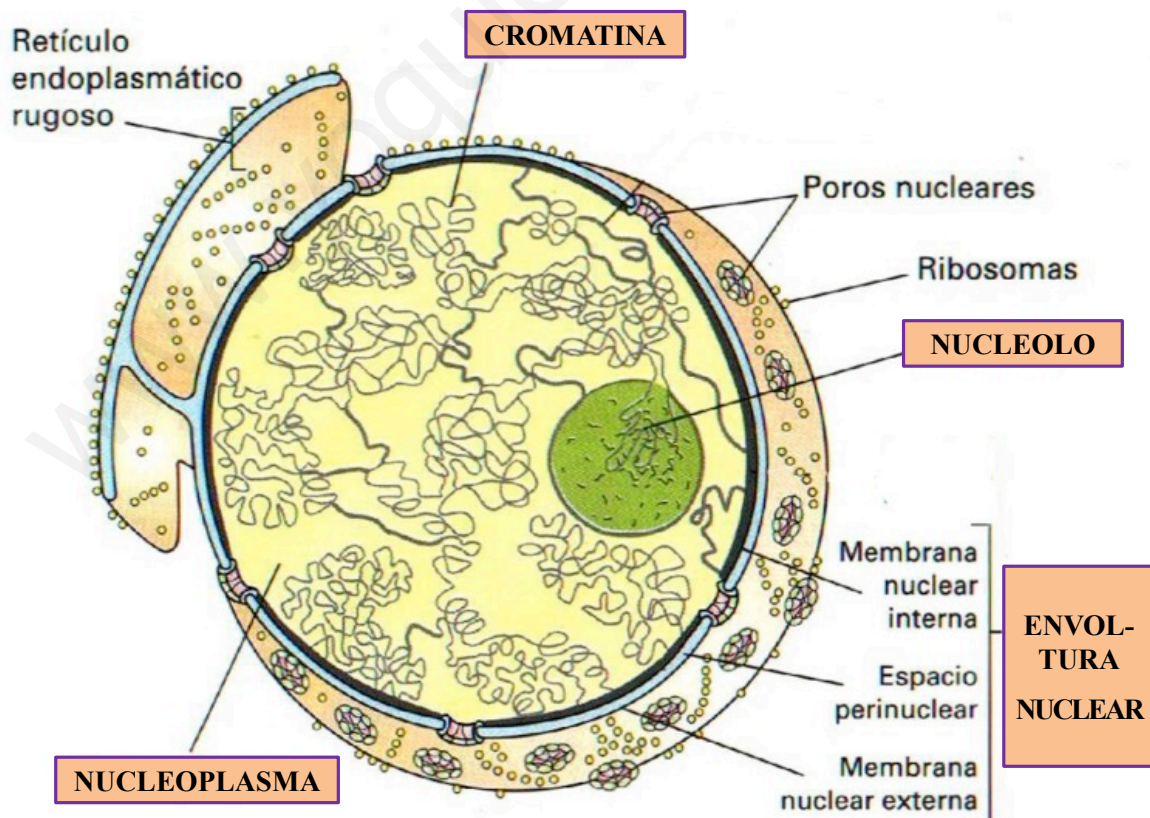
| CÉLULA VEGETAL                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CÉLULA ANIMAL                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pared celular</b> rígida de celulosa</li> <li>• Vacuolas poco numerosas y de tamaño grande.</li> <li>• Núcleo en posición excéntrica.</li> <li>• Presencia de <b>cloroplastos</b> con pigmentos fotosintéticos.</li> <li>• Sin centrosoma.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vacuolas pequeñas y poco numerosas.</li> <li>• Núcleo en posición central.</li> <li>• Presencia de <b>centrosoma</b>, que puede originar orgánulos de movilidad (cilios, flagelos y pseudópodos).</li> <li>• Glucógeno como reserva energética.</li> </ul> |

### 3- EL NÚCLEO CELULAR

El núcleo es un corpúsculo relativamente grande que está presente en todas las células eucariotas, a excepción de los eritrocitos humanos. Generalmente hay un núcleo por célula, aunque también existen células binucleadas y multinucleadas. Su forma es normalmente esférica y suele adoptar una posición central, aunque en células vegetales está lateralizado debido al gran tamaño de la vacuola. En su interior se encuentra la información genética, por lo que la función de esta estructura es controlar la actividad celular.

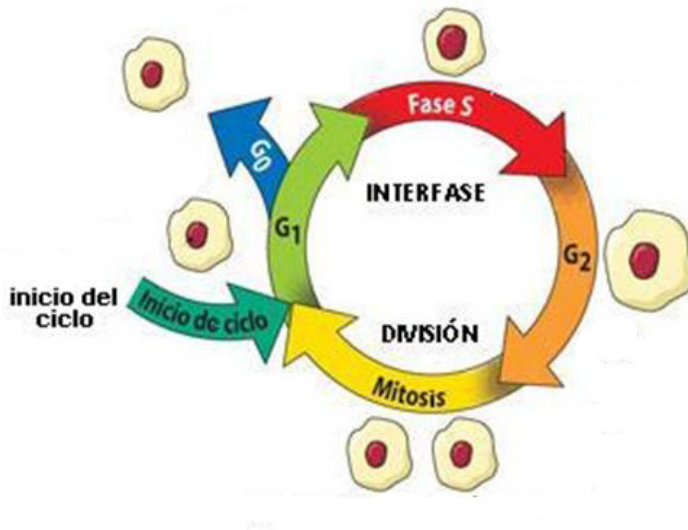
El núcleo puede presentarse en dos estados en función del momento del ciclo celular: el **núcleo interfásico** (célula en reposo) o **núcleo mitótico** (célula en división). El núcleo interfásico va a presentar las estructuras que se exponen en la siguiente tabla:

| COMPONENTE               | ESTRUCTURA                                                              | FUNCIÓN                                                                                                                        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Envoltura nuclear</b> | Doble membrana con unos orificios llamados <b>poros nucleares</b> .     | Pone en contacto citoplasma con un-<br>cleoplasma, permitiendo así el inter-<br>cambio de sustancias a través de los<br>poros. |
| <b>Nucleoplasma</b>      | Medio interno del núcleo.                                               | Contiene las demás estructuras nu-<br>cleares.                                                                                 |
| <b>Nucléolo</b>          | Glóbulo formado por ARN y proteínas.                                    | Formación de ribosomas.                                                                                                        |
| <b>Cromatina</b>         | Conjunto de fibras enmarañadas formadas por ADN y proteínas (histonas). | Controla las funciones celulares mediante el material genético.                                                                |



#### 4- EL CICLO CELULAR

El **ciclo celular** comprende el periodo de tiempo en que nace una célula por división, hasta que se vuelve a dividir para formar nuevas células. En las células eucariotas se observan dos etapas principales:



1. **Interfase:** se trata de la etapa de mayor duración y es la que la célula presenta un núcleo interfásico con sus estructuras características. El metabolismo es muy activo y comprende a su vez tres fases:

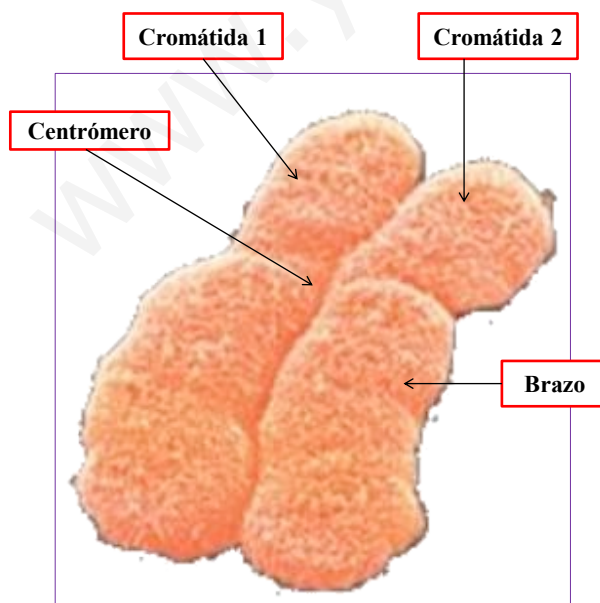
- **G<sub>1</sub>**, en el que la célula realiza sus funciones habituales. Algunas células adultas (neuronas o fibras musculares) no se dividen nunca y entran en una fase **G<sub>0</sub>**.
- **S** o fase de replicación del ADN.
- **G<sub>2</sub>**, en el que la célula se prepara para la división celular.

2. **División celular:** es una etapa corta (una décima parte del anterior), en el que la célula se divide y presenta cromosomas. Consta de una única fase M subdividida a su vez en cariocinesis o mitosis, y citocinesis. El metabolismo es mínimo y la actividad celular se reduce al reparto de ADN entre las células hijas.

#### 5- LOS CROMOSOMAS

Cuando la célula entra en división, todas las estructuras nucleares se desorganizan menos la cromatina, que se condensa para formar los **cromosomas**, siendo éstas por tanto las únicas estructuras detectables en un núcleo en división. Son estructuras con forma de bastoncillo y que se colorean con tintes básicos.

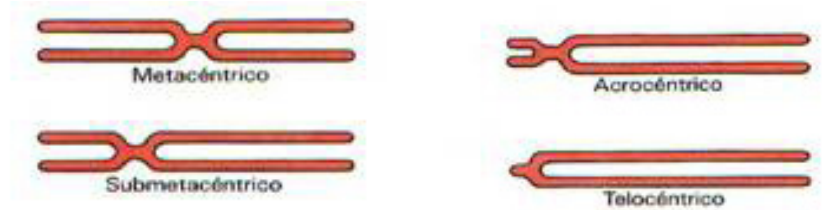
Estructura de un cromosoma:



- **Cromátida:** cada una de las copias de ADN que contiene el cromosoma. Como éstos se visualizan en la etapa de división y ya se ha pasado por la fase S de duplicación del ADN, van a presentar dos cromátidas hermanas.
- **Centrómero:** lugar por donde se unen las cromátidas hermanas.
- **Brazos:** regiones del cromosoma que salen del centrómero hacia los extremos.

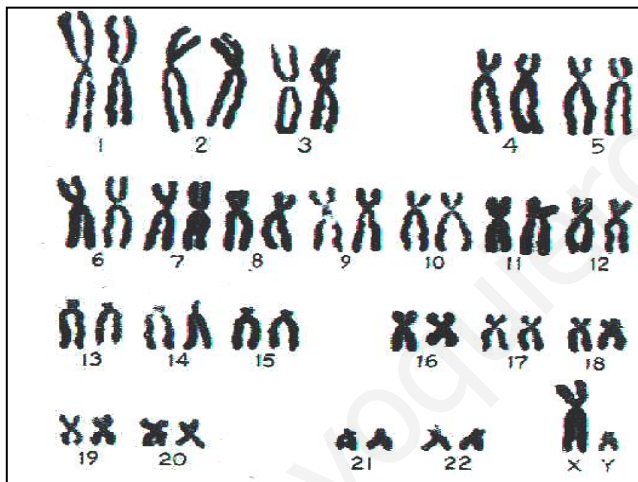


Según la posición del centrómero los cromosomas se clasifican en: telocéntricos, subtelocéntricos, submetacéntricos y metacéntricos.



#### Características de los cromosomas:

- **Individualidad:** cada cromosoma tiene sus características en tamaño, forma y número.
- **Constancia numérica:** todas las células de una especie tienen un número característico de cromosomas.
- **Homología:** los cromosomas homólogos son aquellos que poseen la misma secuencia de genes, pero pueden tener distinta información genética. En función de la dotación cromosómica (haploide, diploide, triploide) habrá 1, 2 o 3 juegos de cromosomas homólogos. Las células somáticas de animales y plantas son **diploides** ( $2n$ ), mientras que sus células germinales (las que generan los gametos o las meiosporas) son **haploides**.



El conjunto de cromosomas metafásicos de una célula se denomina **cariotipo**. En él se distinguen dos tipos de cromosomas:

- **Autosomas**, que no determinan el sexo.
- **Heterocromosomas** o cromosomas sexuales, que determinan el sexo (X e Y en mamíferos).

**Cariograma del cariotipo humano**, en que los cromosomas se encuentran ordenados por su homología.

## 6- LA DIVISIÓN CELULAR

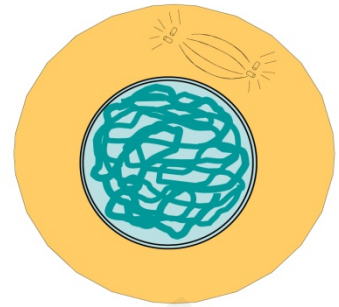
La finalidad de este proceso es la de obtener dos células hijas idénticas a la progenitora. En las células eucariotas se distinguen dos etapas: la división del núcleo o **mitosis** y la división del citoplasma o **citocinesis**. Previamente a la mitosis (en la fase S), se produce una duplicación del ADN de la célula progenitora y en este proceso se realiza el reparto equitativo de las dos copias entre las dos células hijas.

En los organismos unicelulares, la mitosis tiene lugar en la reproducción asexual, mientras que en los organismos pluricelulares se produce durante el crecimiento, la renovación celular y la reproducción asexual.

## Fases de la mitosis:

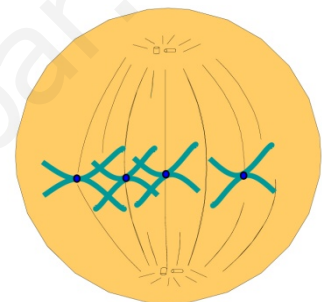
### PROFASE

- El núcleo se desorganiza, al fragmentarse la envoltura nuclear y desintegrarse el nucléolo.
- La cromatina se condensa para dar lugar a los cromosomas.
- Se forma el huso mitótico a partir del centrosoma.



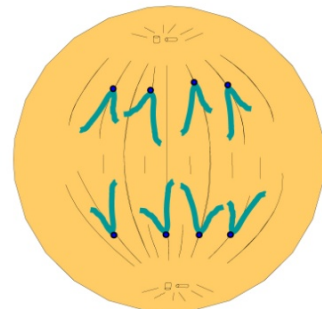
### METAFASE

- El huso mitótico ya está plenamente formado.
- Los cromosomas se disponen en la placa ecuatorial. Se unen a través del centrómero al huso mitótico mediante una estructura llamada cinetocoro.



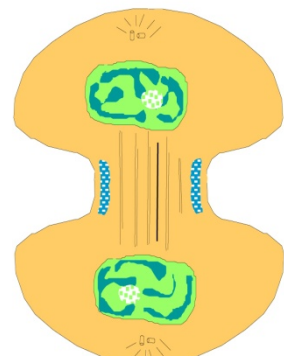
### ANAFASE

- Los cromosomas se rompen a través del centrómero, por lo que liberan sus dos cromátidas.
- Las cromátidas hermanas migran a cada polo arrastradas por las fibras del huso mitótico.

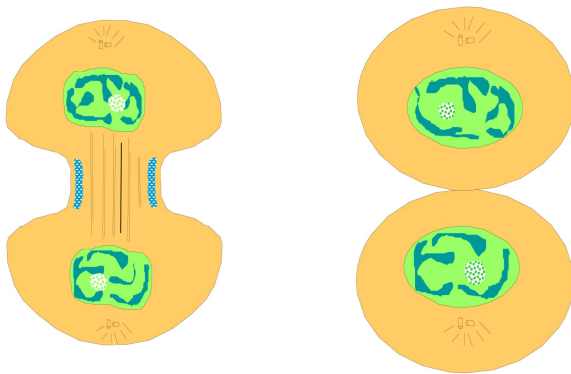


### TELOFASE

- Se produce la regeneración del núcleo (se reconstruye la envoltura nuclear y reaparece el nucléolo).
- Los cromosomas se descondensan para dar lugar de nuevo a la cromatina.
- El huso mitótico se desorganiza y desaparece.

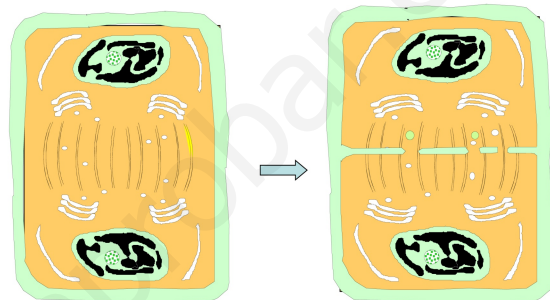


La **citocinesis** consiste en un reparto (aproximado, no necesariamente exacto) del citoplasma (con todas sus estructuras y orgánulos) entre las dos células hijas. Se distinguen dos modalidades de esta división:



- En las células animales por **estrangulamiento** mediante un **anillo contráctil** proteico que va cerrándose progresivamente a nivel del ecuador de la célula.

- En las células vegetales por **tabicación**, dada la rigidez de la pared celular. Las vesículas del Aparato de Golgi forman un tabique de separación que se denomina **fragmoplasto**. Sobre él se desarrolla una nueva pared celular, que separará las dos células hijas.



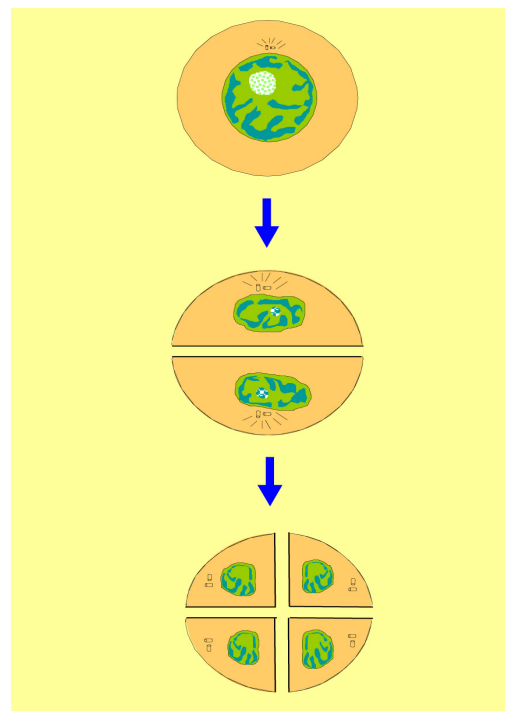
## 7- LA MEIOSIS

La meiosis es una modalidad de división celular que tiene como finalidad la obtención de células haploides ( $n$ ) a partir de diploides ( $2n$ ) para así mantener constante el número de cromosomas a lo largo de las generaciones. Afecta únicamente a la línea germinal de los organismos pluricelulares, aquella implicada en la formación de los gametos o las meiosporas.

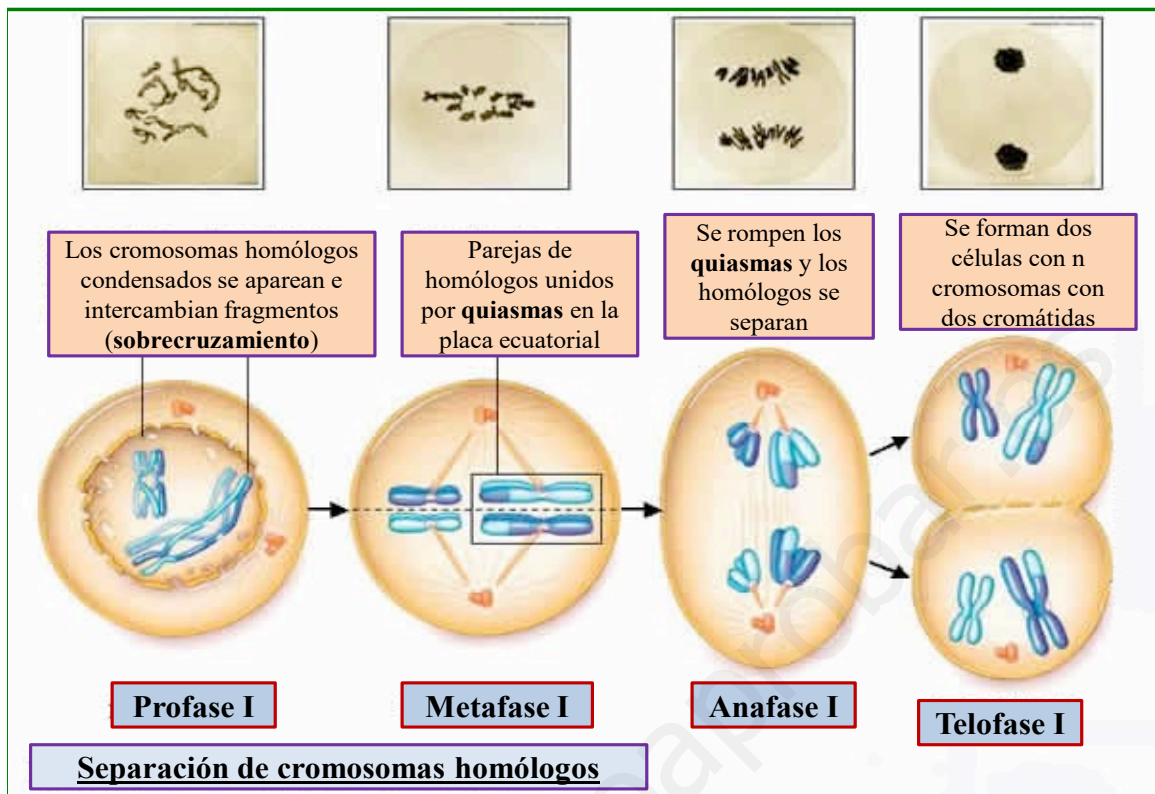
A diferencia de las células que se generan en la división mitótica, las cuatro células hijas formadas en la división meiótica son distintas entre sí. Además, todas las meiosis tienen un resultado distinto, lo que hace que todos los gametos sean a su vez distintos (aunque similares) entre sí, algo que es la base de la variabilidad genética, tan importante en la evolución biológica.

La meiosis consta de dos divisiones celulares consecutivas con una interfase previa a la primera, en que se produce una duplicación del ADN. Estas dos divisiones son las siguientes:

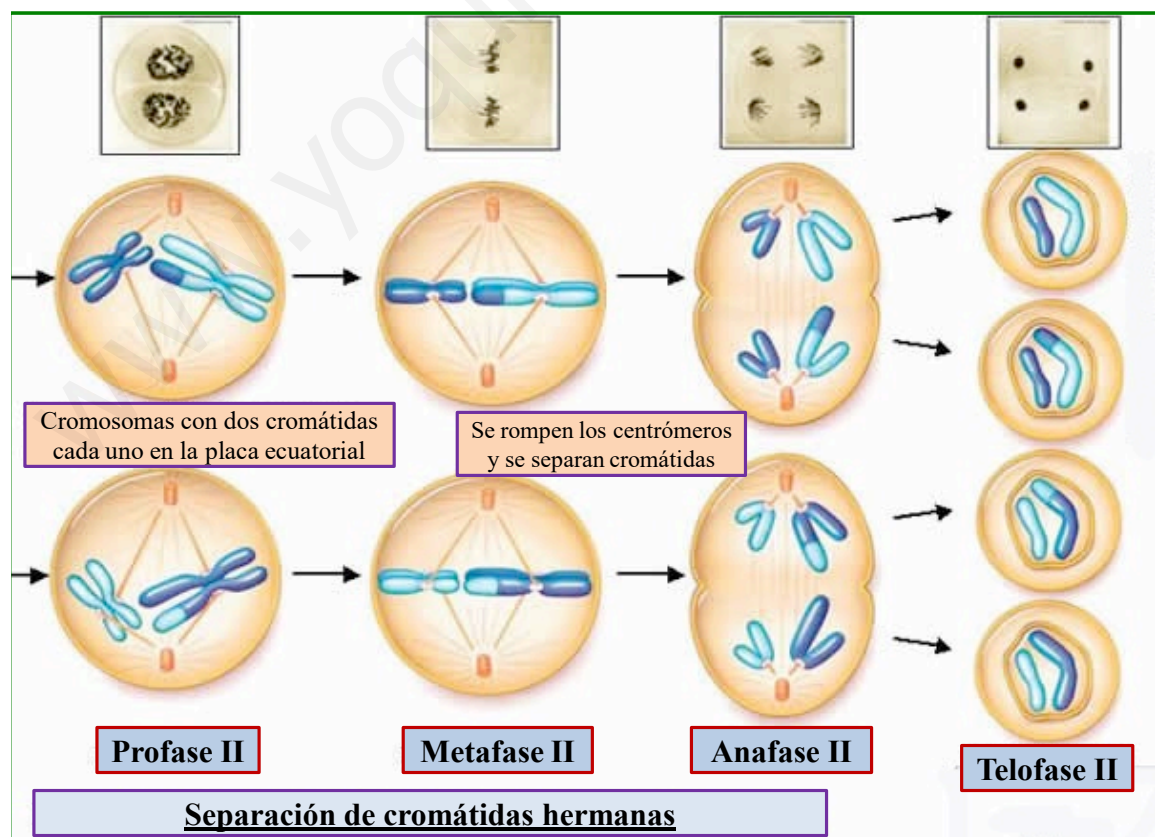
1. Primera división meiótica (o **reduccional**, dado que se produce la reducción del número de cromosomas a la mitad): en ella se produce el apareamiento, el intercambio de fragmentos (sobrecruzamiento) y la separación de los cromosomas homólogos.







2. Segunda división meiótica (o **ecuacional**, ya que se mantiene el número de cromosomas): se produce la separación de las cromátidas de cada cromosoma homólogo.





La meiosis es un mecanismo ligado a la reproducción sexual, puesto que forma parte de la **gametogénesis**: el proceso de formación de gametos, tanto masculinos (espermatoogénesis) como femeninos (ovogénesis). En la reproducción sexual se genera variabilidad genética en la descendencia debido a los siguientes fenómenos:

1. **Recombinación al azar** de porciones de cromosomas homólogos durante el sobrecruzamiento de la profase I de la meiosis.
2. **Segregación al azar** de cromosomas homólogos durante la anafase I de la meiosis. La combinación de homólogos paternos y maternos en los gametos es diferente en cada meiosis.
3. En la **fecundación** se unen al azar dos gametos procedentes de individuos distintos.

### Comparativa entre la mitosis y la meiosis:

|                |                                 |                                          |                                                     |                                               |                                                                              |                                                                                                    |
|----------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MITOSIS</b> | Células somáticas y germinales. | Lo sufren células haploides y diploides. | Una duplicación del ADN y una división celular.     | Sin recombinación genética (sobrecruzamiento) | Durante la anafase se separan las cromátidas hermanas.                       | Origina dos células con mismo número de cromosomas que la progenitora e idénticas (salvo mutación) |
| <b>MEIOSIS</b> | Sólo células germinales.        | Sólo lo sufren células diploides.        | Una duplicación del ADN y dos divisiones celulares. | Con recombinación genética (sobrecruzamiento) | Durante la anafase I las cromátidas hermanas emigran juntas hacia los polos. | Origina cuatro células con la mitad de cromosomas que la progenitora y genéticamente distintas.    |

