

## 1.- ¿Qué es la meiosis?

La **meiosis** corresponde a un proceso de división celular en el cual, a partir de una célula se obtiene otra, sin embargo, ella contiene la mitad del número de cromosomas que la original. Esto se produce para que el número de cromosomas de los gametos sea la mitad que el presente en el resto de las células, así durante la fecundación, al combinarse ambos gametos se recupere el número de cromosomas totales.

La meiosis solo ocurre en organismos que presentan reproducción sexual. Por ende, la meiosis en un proceso denominado **gametogénesis**, produce las células sexuales que participaran posteriormente en la fecundación.

La gametogénesis corresponde al proceso en el cual células diploides, es decir, aquellas que presentan el total del número de cromosomas que posee la especie, experimentan el proceso de meiosis para producir células haploides, es decir, con la mitad del número de cromosomas de la especie, denominadas **gametos**, que son altamente especializadas y diferenciadas.

La **gametogénesis masculina**, recibe el nombre de **espermatoogénesis**, y da lugar a los **espermatozoides**, mientras que la **gametogénesis femenina**, recibe el nombre de **ovogénesis**, y da lugar a la formación de **ovocitos**.

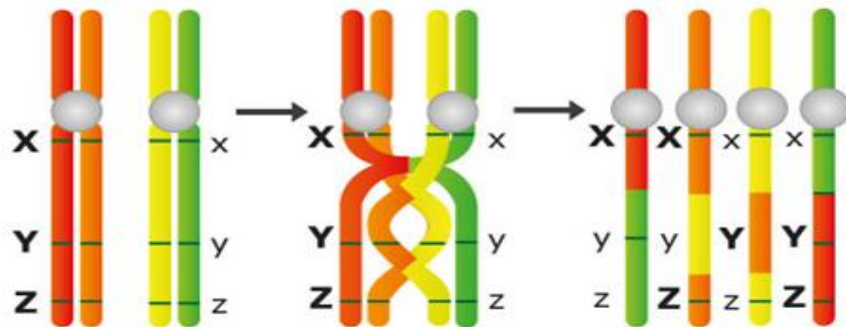
## 2.- ¿Qué etapas presenta la meiosis?

El proceso de meiosis consiste en dos divisiones celulares sucesivas, correspondientes a la meiosis I y la meiosis II, que se da exclusivamente en células diploides, que presenta las mismas etapas que la mitosis: profase, metafase, anafase y telofase.

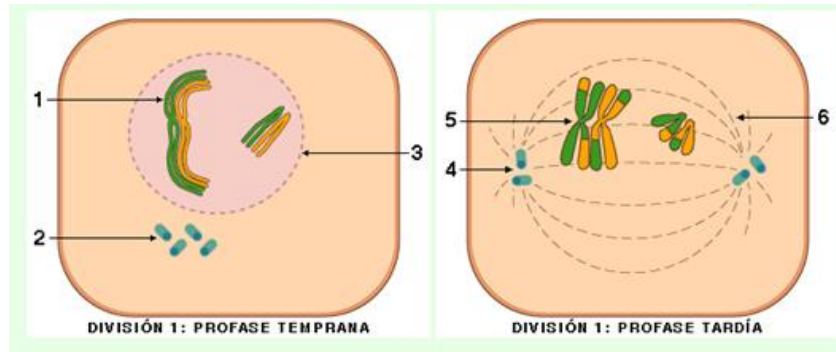
En la primera división meiótica se evidencian los cromosomas, cada uno de los cuales está formado por dos cromátidas. En esta primera instancia no se dividen las cromátidas, sin embargo, se unen al huso mitótico con el fin de poder emigrar a los polos de la célula. De esta manera, cada pareja de cromosomas homólogos se va a un polo determinado. Al final de este proceso, se obtendrán dos células, cada una de las cuales tendrá la mitad de los cromosomas homólogos, que la célula original.

Las etapas del proceso de meiosis I, se describen a continuación:

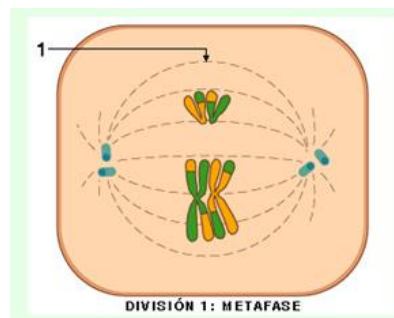
En la **profase I**, la cromatina se encuentra visible en el núcleo celular, y procede a condensarse en forma de cromosomas. Como los cromosomas están unidos entre sí, realizan una **recombinación genética o crossing-over**, en el cual, la membrana nuclear desaparece y se forman unos microtúbulos proteicos, que se extienden de un polo a otro de la célula, que permiten el intercambio de trozos de cadenas de ADN, apareciendo cromátidas nuevas que antes no existían.



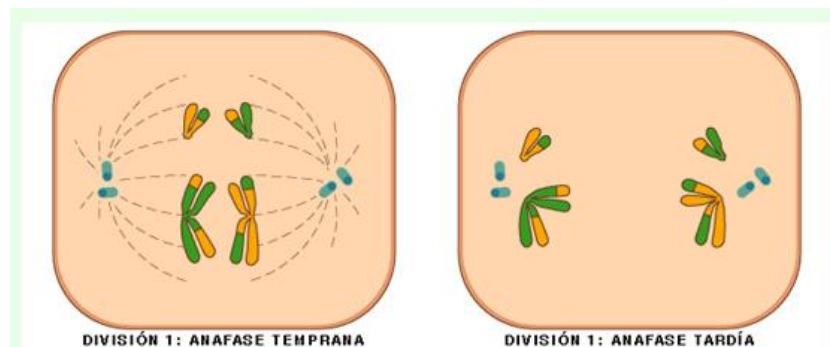
El proceso de recombinación genética permite la variabilidad en cuanto a la composición genética de las células que se generarán al final de proceso.



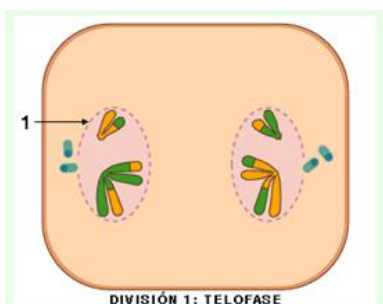
En la **metafase I**, los cuatro cromosomas homólogos se disponen simétricamente en el plano ecuatorial, de manera que, cada uno se dirige hacia uno de los dos polos de la célula.



En el proceso de **anafase I**, se produce la separación de los cromosomas homólogos y la migración de ellos, a cada polo de la célula. Cuando esta etapa se termina se tiene dos juegos de cromosomas separados en los polos opuestos de la célula, por lo tanto, es en esta etapa cuando el número de cromosomas se reduce a la mitad.



En la **telofase I**, se tiene en los dos polos de la célula los dos grupos de cromosomas haploides, donde hay un cromosoma de cada tipo.

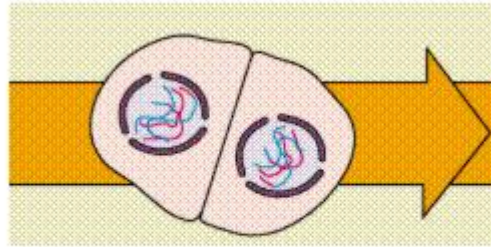


Finalmente, la meiosis I, pasa por un proceso de citocinesis, donde la célula madre, divide su citoplasma en dos, quedando dos células hijas, que posteriormente comenzarán una segunda división celular.

Luego, de una pequeña interfase las células formadas pasan por una segunda división, denominada **meiosis II**, en donde no hay replicación de ADN, siendo un proceso muy similar a la mitosis.

Durante la **profase II**, la cromatina vuelve a condensarse, pudiéndose observar los cromosomas, formados por dos cromátidas unidas por el centrómero. Además, vuelve a formarse el huso mitótico. También se desintegra la membrana nuclear y el nucléolo.

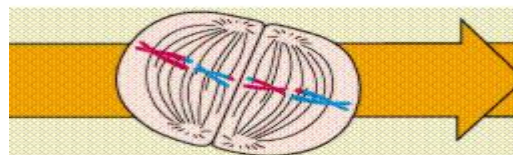
### Profase II



Los cromosomas se condensan nuevamente, luego de una breve interfase en la cual el ADN no se replica

En la **metafase II**, las fibras del huso mitótico se unen a los cromosomas, que se alinean a la línea ecuatorial de la célula.

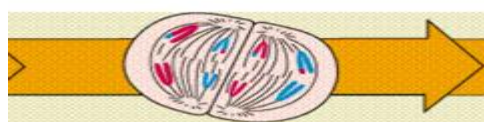
### Metafase II



Los cinetocoros de las cromátidas se alinean en el plano ecuatorial de cada célula

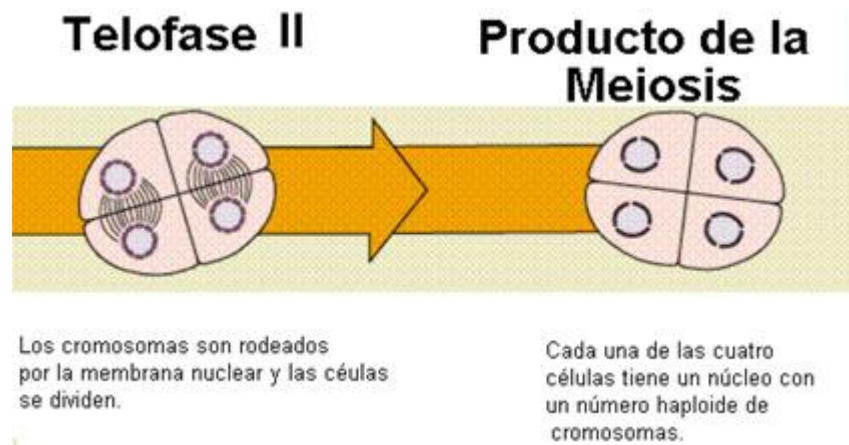
En la **anafase II**, las cromátidas son separadas a través de los centrómeros, siendo cada cromátida desplazada a cada polo de la célula.

### Anafase II



Las cromátidas de los cromosomas se separan, convirtiéndose en cromosomas "por si mismos" y se dirigen a polos opuestos

Finalmente, en la **telofase II**, se reorganiza la membrana nuclear, vuelve a formarse la cromatina y a través de la citocinesis II, se divide el citoplasma.



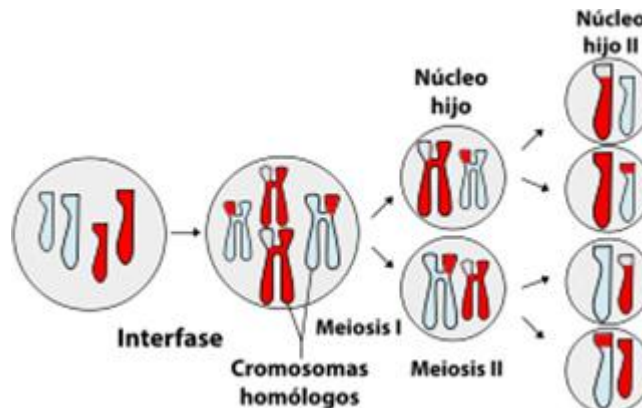
Al final del proceso, se habrá dado origen a cuatro células hijas que tendrán cada una la mitad de las cadenas de ADN que tenían al comenzar el proceso.

### 3.- ¿Qué importancia tiene la meiosis?

La meiosis si bien, permite la perpetuación de la cantidad de cromosomas de un individuo durante el proceso de fecundación, a través de la formación de cuatro células haploides al terminar el proceso, además, logra mantener una variabilidad genética en los individuos de una especie. Esto ocurre a través del proceso de recombinación genética o entrecruzamiento y la permutación cromosómica.

El **entrecruzamiento o crossing-over**, corresponde a un intercambio de fragmentos de cromátidas hermanas, lo que da lugar, a un intercambio de segmentos homólogos de ADN, a través de una rotura y un empalme que preserva la información genética.

La permutación cromosómica es un proceso en el cual los cromosomas homólogos se distribuyen de manera azarosa, lo que permite nuevas combinaciones cromosómicas, provocando una enorme variabilidad en los individuos.



#### 4.- ¿Qué diferencias hay entre la meiosis y la mitosis?

Las principales diferencias entre los procesos de mitosis y meiosis, se explican a continuación:

- La mitosis ocurre en organismos asexuales, mientras que la meiosis en organismos con reproducción sexual.
- En la mitosis, la célula madre se divide en dos, mientras que en la meiosis se obtienen cuatro células.
- En la mitosis, las células que se obtienen presentan la misma cantidad de cromosomas que la célula madre, mientras que la meiosis, da lugar a células que solo poseen la mitad de los cromosomas que la célula madre

El siguiente cuadro indica otras diferencias que también se dan entre ambos procesos:

Diferencias	Mitosis	Meiosis
Se da en células...	Somáticas (haploides o diploides)	Germinal (diploides)
Da lugar a ...	Dos células idénticas entre sí e idénticas a la progenitora	Cuatro células haploides (gametos o esporas)
El objetivo es...	Crecimiento celular en pluricelulares y reproducción asexual en unicelulares	Producción de gametos para la reproducción sexual
El n° de divisiones es...	Uno	Dos sucesivas
Los cromosomas en la placa ecuatorial se sitúan...	De uno en uno	Por pares de homólogos
¿Hay recombinación?	No	Si
En la anafase se separan...	Cromátidas	Cromosomas homólogos en la 1ª DM y cromátidas en la 2ª DM
¿Aporta variabilidad genética?	No	Si

#### 6.- ¿Cómo ocurren las mutaciones cromosómicas?

Las **mutaciones cromosómicas** corresponden a cualquier cambio que pueda haber en la estructura o en el número de cromosomas que presenta una célula. Estas mutaciones pueden clasificarse como estructurales o como numéricas.

Las **mutaciones cromosómicas estructurales**, se dan cuando existe una modificación en la estructura del cromosoma, como el tamaño o la forma de ellos. Se distinguen las mutaciones de duplicación, deleción, inversión y translocación.

La **duplicación**, ocurre cuando se repite una porción del cromosoma en el mismo cromosoma, por ende, la cantidad de material genético aumenta.

La **delección**, ocurre cuando un fragmento de un cromosoma se pierde. Si este fragmento presenta muchos genes puede traer graves consecuencias.

La **inversión**, ocurre cuando un fragmento del cromosoma se separa y se vuelve a incorporar posteriormente cambiando su sentido.

La **translocación**, supone un cambio en la posición de un segmento de un cromosoma.

Las **mutaciones cromosómicas numéricas** son alteraciones en el número de cromosomas propios de una especie, y pueden ser de dos tipos: aneuploidías y euploidías.

Las **aneuploidías** consisten en cambios en el número de cromosomas por ganancia o pérdida de uno o varios cromosomas. Por lo general, ocurren por errores en la distribución de los cromosomas durante las divisiones celulares.

Las **euploidías** corresponden a variaciones numéricas que afectan a juegos completos de cromosomas.

La **monoploidía o haploidía** corresponde a la existencia de una sola dotación cromosómica, cuando lo normal es que en esa especie sea diploide.

La **poliploidía** es la existencia de dos ejemplares de cada tipo de cromosomas