



## División Celular

La reproducción celular permite que las células originen células hijas a través de la división celular. Este proceso posibilita que los seres vivos crezcan y reparen o reemplacen sus tejidos, mientras que, en los organismos unicelulares, aumentan el número de individuos de una población.

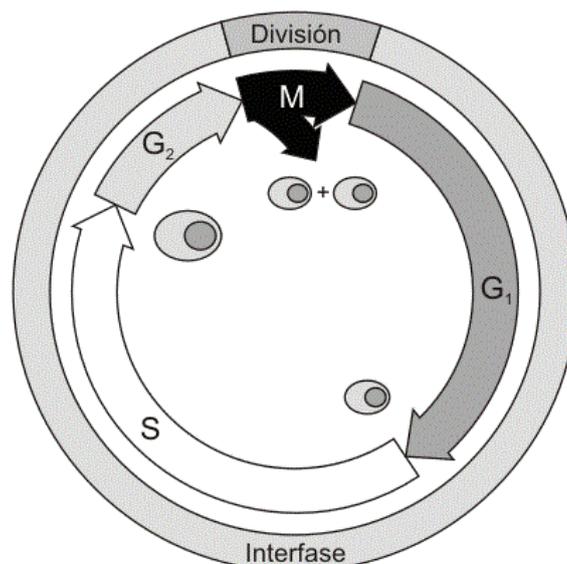
Cuando la célula se divide, las células hijas son similares a la célula que les dio origen, ya que aquellas reciben citoplasma y organelas de la célula materna. Sin embargo, la información hereditaria de la célula madre se mantiene intacta.

## Ciclo celular

Las distintas etapas de la vida de una célula se describen en el ciclo celular, que incluye el tiempo transcurrido desde que se forma la célula hasta su división y en el que se diferencian dos etapas: la interfase y la división celular. La duración del ciclo celular varía entre las células de diferentes especies y distintos tejidos. Determinados factores, como la falta de nutriente y los cambios de temperatura o de pH en el ambiente, pueden influir en el ciclo celular y hacer que las células detengan su crecimiento y división.

Durante la interfase, la célula crece: para ello sintetiza diversas sustancias que formaran parte de los componentes celulares. Teniendo en cuenta los distintos acontecimientos que se producen en la interfase, puede subdividirse en tres fases:

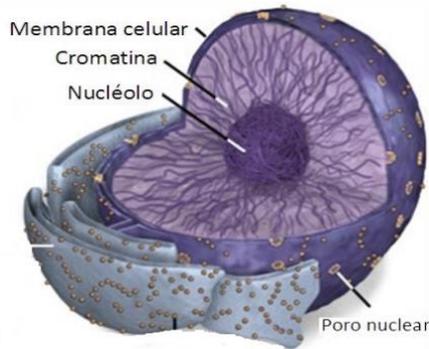
- **Fase G<sub>1</sub>:** es un periodo de intensa actividad metabólica. La célula aumenta de tamaño y también aumenta el número de sus estructuras citoplasmáticas.
- **Fase S o síntesis:** es el momento en el que se replica el ADN.
- **Fase G<sub>2</sub>:** es el periodo en el que la célula se prepara para entrar en división; en esta fase, por ejemplo, la cromatina empieza a enroscarse.



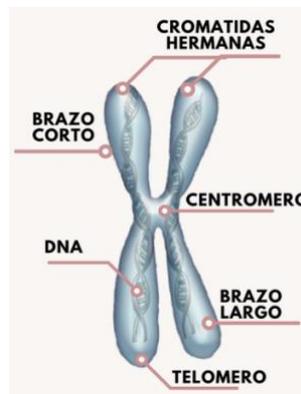
Después de la fase G<sub>2</sub>, comienza la división celular. La duración de las distintas fases del ciclo vital de una célula varía según las especies, e incluso pueden variar dentro de un individuo.

Para comprender mejor la división celular, es necesario centrarse en el núcleo celular. Allí se encuentran la matriz del núcleo (o nucleoplasma), donde se localiza el material genético. Este

está formado por moléculas de ADN, asociadas a proteínas, y se organiza en largas hebras que se encuentran dispersas por todo el núcleo, que reciben el nombre de *cromatina*.

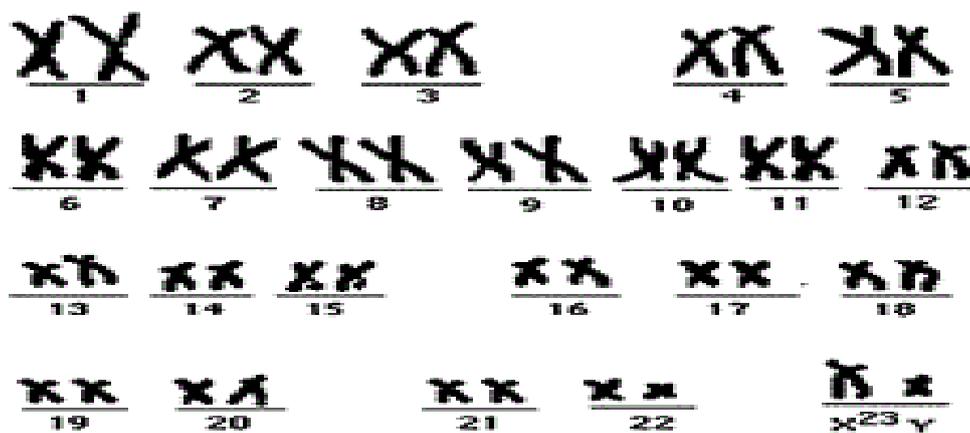


Cuando la célula está a punto de dividirse, la cromatina se condensa y forma los *cromosomas*. En una determinada etapa de la división celular, los cromosomas aparecen divididos longitudinalmente en dos unidades simétricas, las *cromátidas*, que se unen a la altura del centrómero.



Todos los individuos de la misma especie tienen igual número de cromosomas. Para analizar los cromosomas de una especie, se los agrupa en parejas de acuerdo con su forma y tamaño. Estos pares de cromosomas similares reciben el nombre de *cromosomas homólogos*. El organismo hereda un cromosoma de cada par de y otro progenitor.

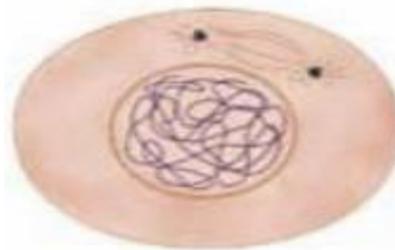
El conjunto de las características (tamaño, forma, etc.) de los cromosomas de una especie constituyen su *cariotipo*. El cariotipo humano está formado por 46 cromosomas, que pueden agruparse en 23 pares de cromosomas homólogos.



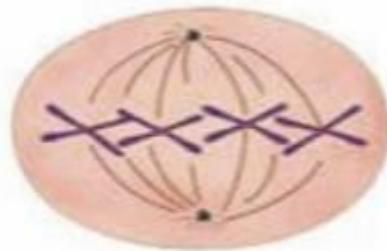
## Mitosis

La mitosis es el proceso de división celular por el cual se originan dos células hijas idénticas entre sí e idénticas a la célula que les dio origen, ya que comparten la misma información genética. Consiste en una serie de eventos de un proceso continuo, diferenciado en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. El proceso de mitosis culmina con la citocinesis i división del citoplasma celular.

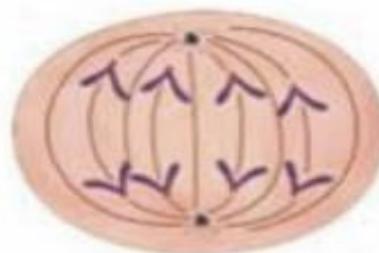
- **Profase:** el ADN ya duplicado se encuentra disperso en el núcleo y, al comienzo de esta fase, se enrolla y acorta, proceso que se denomina condensación del ADN. Los cromosomas duplicados ahora son visibles al microscopio. Cada cromosoma esta formado por dos cromátidas, ambas con los mismos genes, como resultado del proceso ocurrido en la fase S de la interfase. Los pares de cromátidas hermanas se mantienen unidos por el centrómero y adquieren la forma característica de X. en forma simultánea, desaparecen la mayoría de las organelas y se desintegra la membrana nuclear. Los centriolos comienzan su desplazamiento hacia los polos de la célula, lo que da lugar a la formación de los husos mitóticos o acromáticos.



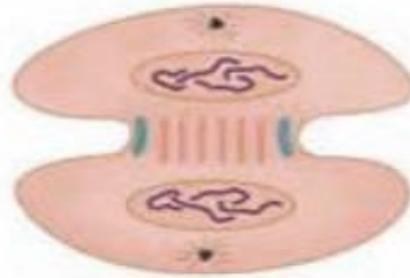
- **Metafase:** los cromosomas duplicados ya unidos a los husos mitóticos por el cinetocoro, estructura presente en el centrómero, se ubican en el plano medio o ecuatorial de la célula.



- **Anafase:** las cromátidas hermanas se separan y se desplazan hacia los polos. Cada juego de cromátidas conforma ahora un cromosoma. De esta manera se formarán dos nuevos núcleos con la misma cantidad de cromosomas e igual información genética. Sobre el final de la anafase comienza la citocinesis.



- **Telofase:** con los cromosomas ya ubicados en ambos polos de la célula, los husos acromáticos o mitóticos se desintegran, se forma una nueva membrana nuclear que los rodea, los cromosomas se descondensan y se restablecen las organelas. La citocinesis iniciada en la fase anterior llega a su fin al dividirse la célula inicial en dos células hijas, ambas con igual cantidad y calidad de cromosomas.



En el complejo proceso de mitosis existen dos momentos cruciales, que es necesario destacar: la replicación del ADN antes de que comience el proceso de división propiamente dicho, que duplica el material genético y la distribución equitativa de este material en la anafase.

Como resultado del proceso de mitosis, se forman dos células hijas con el mismo número de cromosomas y con igual información genética.

Todas las células del cuerpo de un organismo llamadas *células somáticas* se dividen por mitosis. Esto permite mantener constante el número de cromosomas; en el caso de la especie humana, se trata de 46 cromosomas.

En cambio, las *células o gametas sexuales* se dividen por un proceso de división celular llamado meiosis. Estas células tienen la mitad del número de cromosomas de las células somáticas. Las gametas de la especie humana poseen 23 cromosomas, es decir, que contienen un solo cromosoma del par de homólogos.

Dado que las células somáticas poseen un par de cromosomas de cada clase, las células se denominan *células diploides* o " $2n$ ". en cambio, las células sexuales, que llevan un solo cromosoma de cada par, reciben el nombre de *células haploides* o " $n$ ".

Tipos de células (por su función)	Tipos de células (por N° de cromosomas)	N° de cromosomas (en la especie humana)
Células somáticas	Células diploides	46 cromosomas = $2n$
Células sexuales	Células haploides	23 cromosomas = $n$

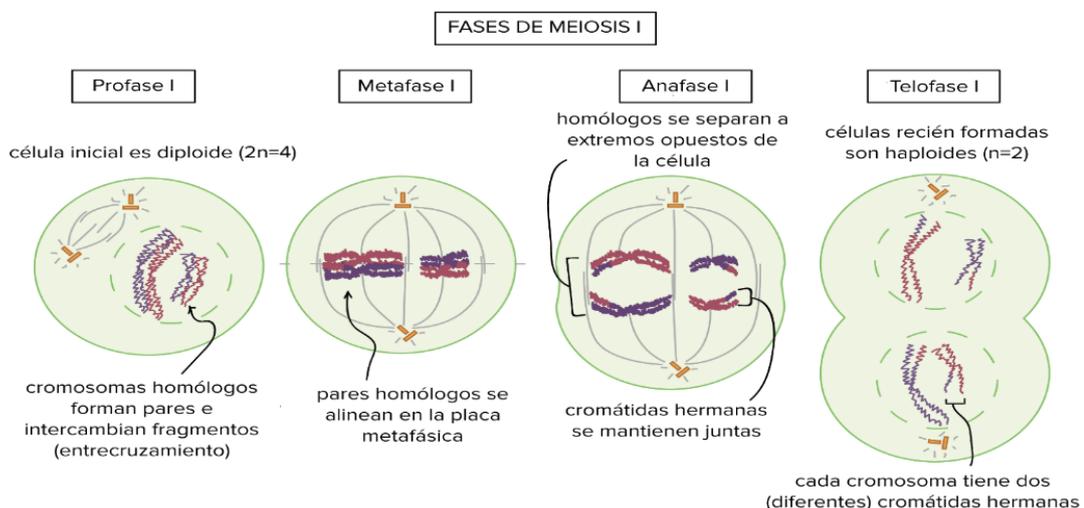
## Meiosis

En la meiosis ocurren dos divisiones sucesivas, denominadas meiosis I y meiosis II, que dan por resultado cuatro células hijas con la mitad del número de cromosomas respecto de la célula que les dio origen y distinta información genética, inclusive entre las células hijas. Por este proceso se originan las células sexuales: óvulos y espermatozoides. En el proceso de meiosis ocurren dos hechos importantes:

- La reducción del número de cromosomas en la formación de gametas, lo que permitirá mantener el número cromosómico de la especie, ya que al fusionarse las células sexuales en el proceso de fecundación se restablece el número diploide propio del individuo.
- Se posibilita la variabilidad genética mediante el proceso de entrecruzamiento cromosómico que intercambia material genético entre los cromosomas.

### Meiosis I o Etapa Reduccional.

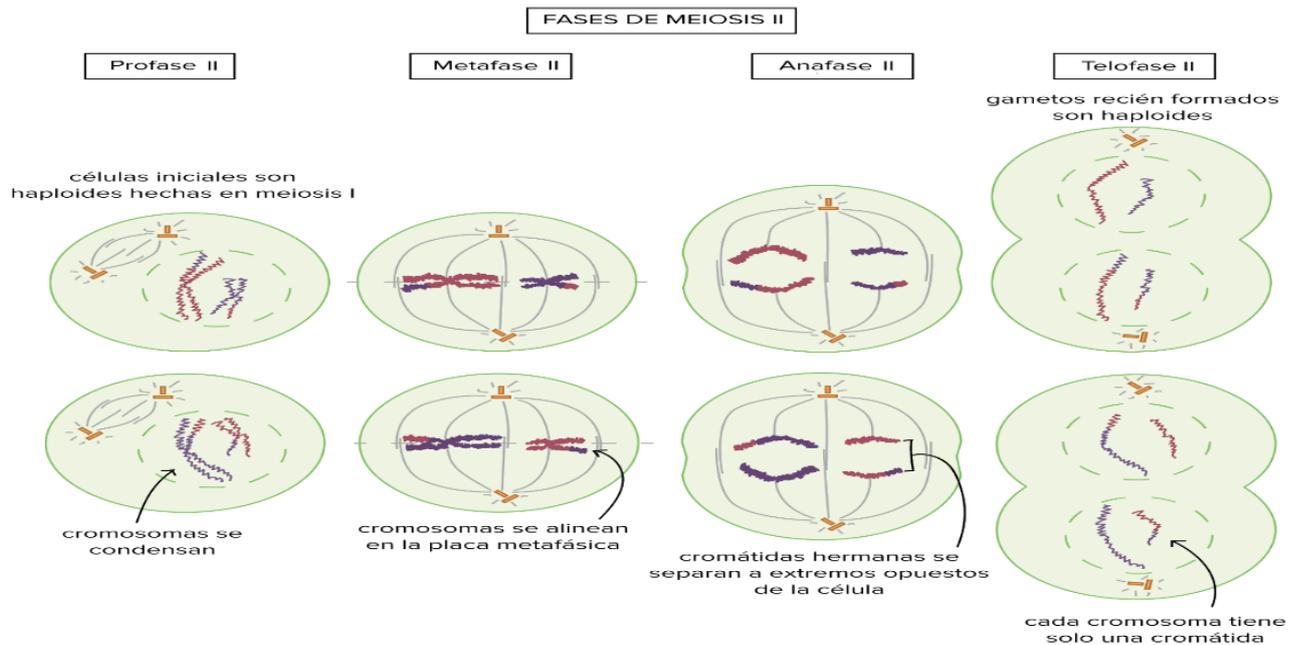
- **Profase I:** durante esta fase, los cromosomas se condensan, la membrana nuclear desaparece y los centriolos comienzan a migrar hacia los polos de la célula, constituyendo los husos acromáticos. Los cromosomas homólogos se ubican de a pares y se aproximan formando tétradas (estructura formada por cuatro cromátidas), por lo que las cromátidas se tocan en uno o varios puntos. En ese momento se produce el entrecruzamiento o *crossing over*, en el que se intercambia material cromosómico entre las cromátidas de los cromosomas homólogos y se generan cromosomas con material genético mixto, hecho que posibilita la variabilidad genética.
- **Metafase I:** los pares de cromosomas homólogos se alinean en el plano medio de la célula.
- **Anafase I:** en esta fase se produce la reducción del número cromosómico. Los cromosomas duplicados se separan en forma completa (no solo las cromátidas hermanas, como en la mitosis), de modo que uno de los homólogos se desplaza hacia un polo, mientras que el otro se mueve al polo opuesto. De este modo se reduce el número diploide de la célula inicial al número haploide.
- **Telofase I:** se produce la citocinesis por estrangulamiento del citoplasma y se forman dos nuevas células hijas, que poseen la mitad del número de cromosomas respecto de la célula inicial y que conservan aun sus cromosomas duplicados. Estos presentan diferencias entre sí, producto del entrecruzamiento ocurrido en la profase I.



## Meiosis II o Etapa Ecuacional.

Las dos células resultantes de la meiosis I comienzan la segunda división meiótica. Las etapas de la meiosis II son iguales a las etapas de la mitosis.

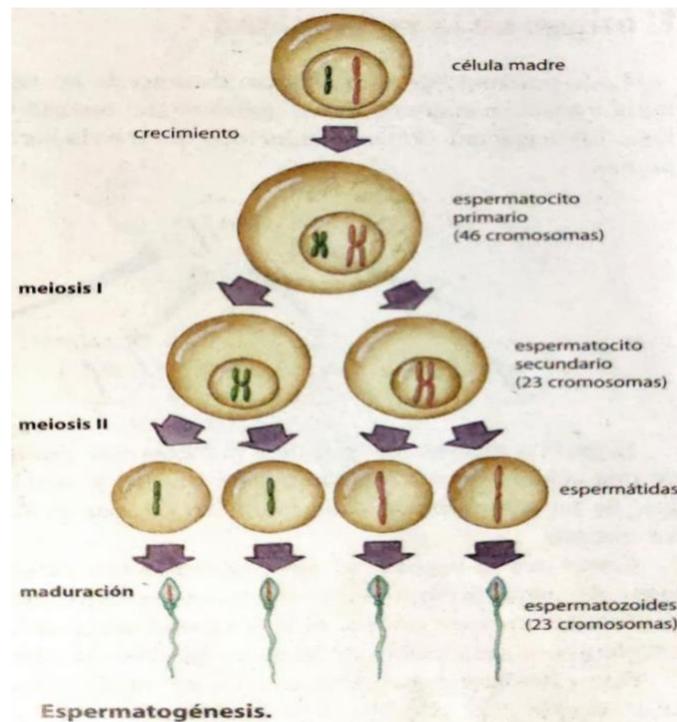
El resultado final de la meiosis es la formación de cuatro células hijas con la mitad de los cromosomas de la célula madre; estos cromosomas, además, son diferentes de los de la célula madre debido al entrecruzamiento del material genético.



## Gametogénesis

La meiosis es un proceso que tiene lugar en los órganos sexuales masculinos (o testículos) y en los órganos sexuales femeninos (u ovarios). La producción de espermatozoides en los varones recibe el nombre de *espermatogénesis* y la de óvulos en las mujeres de denomina *ovogénesis*.

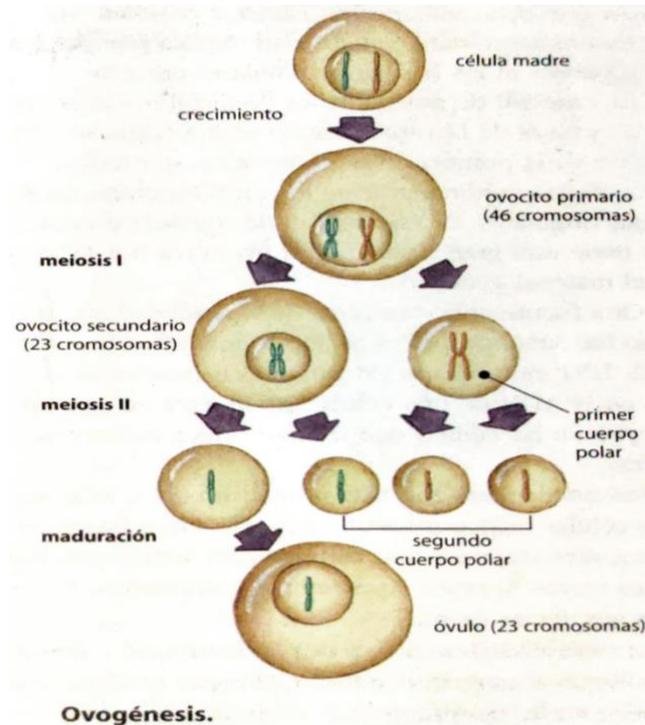
En la **espermatogénesis**, los espermatozoides primarios, unas células diploides que se encuentran en los testículos, darán origen a las células sexuales haploides. La producción de espermatozoides a partir de los espermatocitos comienza al llegar a la pubertad. En este momento, los espermatocitos primarios experimentan la primera división meiótica y originan dos espermatocitos secundarios con la mitad del número de cromosomas. Se produce entonces, la segunda división meiótica y se forman cuatro espermátidas, que luego sufren un proceso de transformación y originan los cuatro espermatozoides funcionales. A partir de la pubertad, y prácticamente durante toda la vida, el hombre produce miles de millones de espermatozoides (la eyaculación normal de un hombre adulto puede contener entre 300 y 400 millones de espermatozoides).



La **ovogénesis** presenta algunas diferencias con respecto a la espermatogénesis. Los ovocitos primarios comienzan a formarse durante el desarrollo fetal, y en el momento del nacimiento, una mujer tiene dos millones de ovocitos que han alcanzado la profase de la primera división meiótica. Estos ovocitos permanecen así hasta que la mujer llega a la pubertad. A partir de ese momento, la meiosis continuará y se formará cada mes un ovocito secundario con la mitad de cromosomas y un cuerpo polar; una célula mucho más pequeña que la anterior formada casi exclusivamente por el núcleo.

La segunda división meiótica, que dará origen al ovulo, se produce en el caso de que el ovocito secundario haya sido fecundado. Podría decirse que la fecundación actúa como estímulo para que se complete la meiosis. También en esta segunda división, debido a la distribución desigual del citoplasma, se forman tres cuerpos polares que luego se destruyen.

Como síntesis, puede decirse que en la ovogénesis se forman, a partir de una célula madre, cuatro células hijas con la mitad del número de cromosomas, pero de estas cuatro células, solo una es funcional: el óvulo, que ha concentrado todo el material citoplasmático. Este material servirá como alimento de reserva para sostener las primeras etapas de la formación del nuevo individuo. De los dos millones de ovocitos con los que nace una mujer, solo 300 a 400 llegarán a la madurez en los aproximadamente 40 años de vida fértil, que se entiende desde la pubertad (12 a 14 años) hasta la menopausia (que se produce aproximadamente a los 50 años).



## Variabilidad genética

Cada persona tiene un aspecto distinto de las demás y la base de esta diferencia se encuentra en el proceso de meiosis. Cada uno de los óvulos o los espermatozoides producidos durante la meiosis es distinto de los demás.

Durante la reproducción sexual se unen las células de dos progenitores, dando lugar a la descendencia con una nueva combinación de cromosomas. Esta nueva combinación del material genético propicia que los nuevos organismos que nacen tengan mayores posibilidades de adaptarse a los cambios del medio ambiente. Este es el secreto de la sexualidad: la *variabilidad genética*.

La variedad de posibilidades de distribución de los cromosomas es una de las causas de la variabilidad. Debe recordarse, además, que, durante la profase de la primera división meiótica, se produce el *crossing over* lo que aumenta extraordinariamente los cambios en la composición de los cromosomas originales. El intercambio de segmentos entre cromosomas homólogos tiene una gran significación evolutiva por las variantes que introduce en el material genético.

Otra fuente importante de variabilidad son las *mutaciones*. Una mutación es un cambio en la secuencia o número de nucleótidos en el ADN de una célula. Las mutaciones que se producen en las gametas o en las células que les dan origen se transmiten a las generaciones futuras.

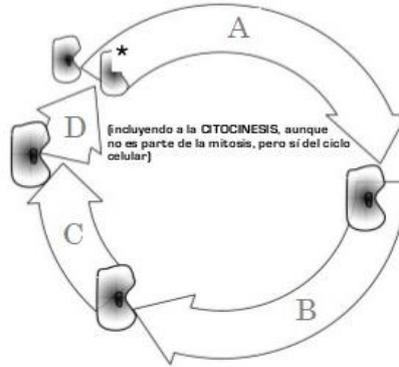
La variabilidad originada por la distribución azarosa de los cromosomas homólogos, los cambios introducidos por el *crossing over* y las mutaciones, constituyen una enorme importancia para la supervivencia de la especie, es decir, si se produce un cambio en las condiciones del medio, son mayores las probabilidades de que algunos individuos sobrevivan.



## Ejercicios de Aplicación

1)- Menciona las fases que intervienen en el siguiente esquema. Escoge dos y describe.

- A. ....
- B. ....
- C. ....
- D. ....



2)- Define el siguiente termino:

Mitosis: .....

.....

.....

.....

3)- Completa el siguiente cuadro comparativo.

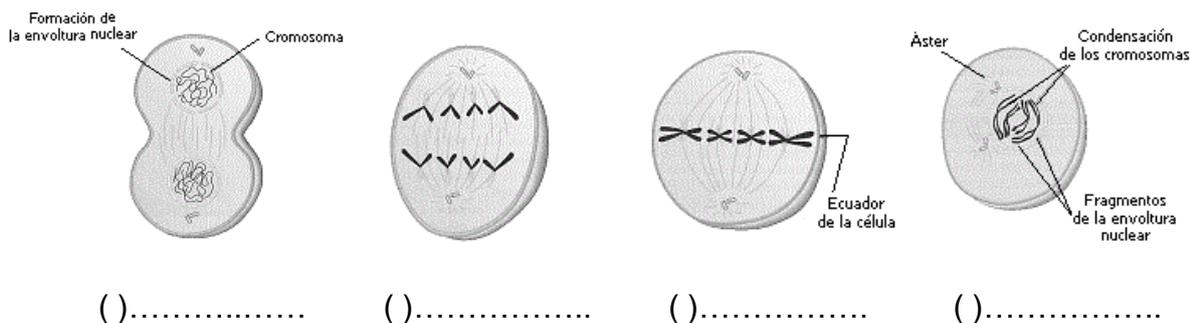
	Profase	Metafase	Anafase	Telofase
Acontecimientos				
Dibujo				

4)- Completa las siguientes oraciones.

- a) Las células diploides están formadas por \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_  
 b) Las \_\_\_\_\_ están formadas por 23 cromosomas = n.

5)- Mitosis.

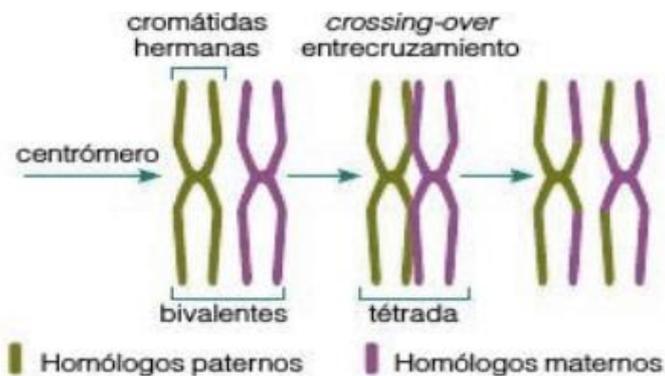
a) Enumera y coloca el nombre de las siguientes fases según correspondan.



b) Para ti ¿Cuál es la importancia de este proceso? Fundamenta.

6)- Observa el siguiente esquema.

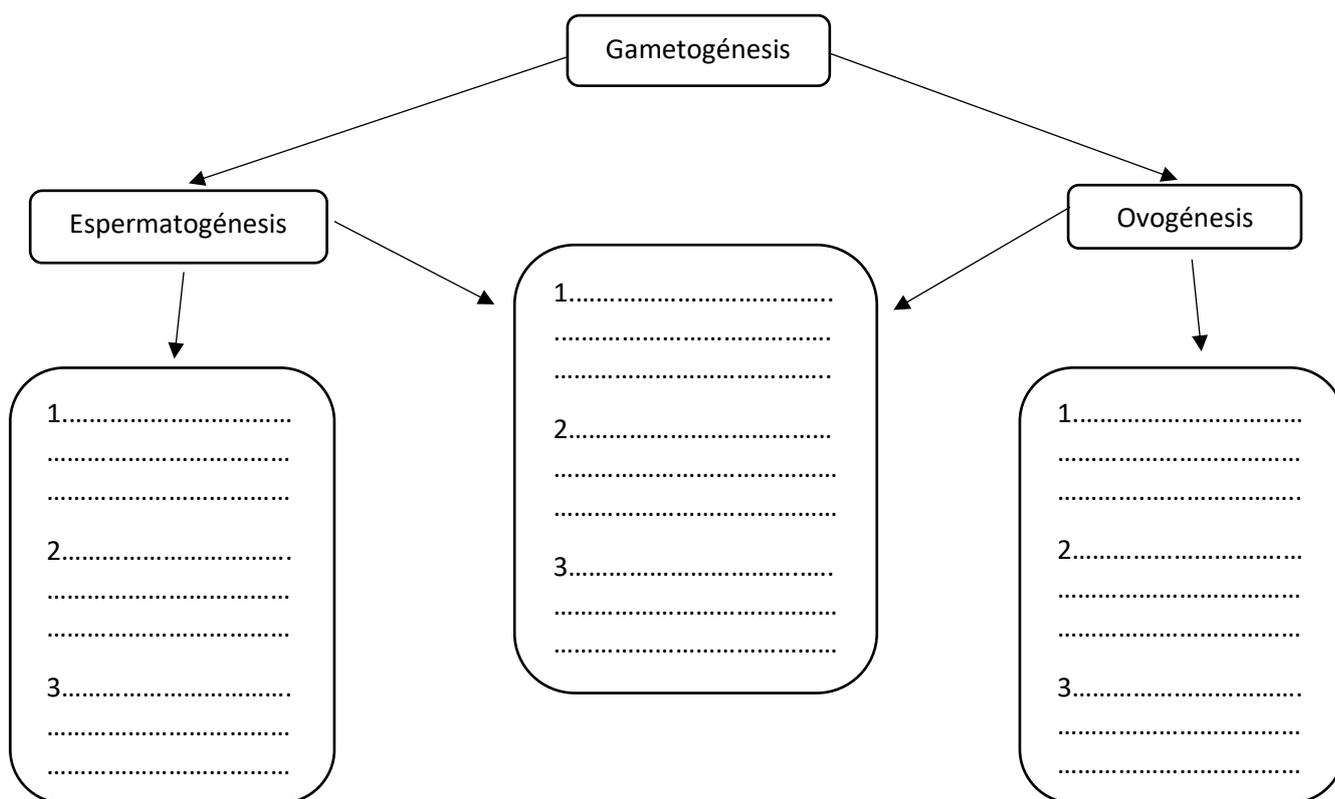
- a) ¿Qué proceso es? ¿Qué produce?  
 b) ¿Dónde se lleva a cabo? ¿Mitosis o meiosis? ¿Por qué?



7)- Completa el siguiente cuadro comparativo.

Características	Mitosis	Meiosis
Tipo de células que originan.		
Duración.		
Nº de células que originan.		
Objetivo.		
Variabilidad.		

8)- Completa el siguiente esquema de acuerdo a las diferencias y semejanzas.



9)- ¿Por qué es importante la variabilidad genética? Fundamenta.

10)- Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). Corrige en caso de ser falsas.

- a) El ciclo celular es propio de las células animales. \_\_\_\_
- b) La duplicación del ADN se produce en la fase G1 del ciclo celular. \_\_\_\_
- c) La Mitosis genera un total de dos células hijas. \_\_\_\_
- d) Las células somáticas son aquellas q se dividen mediante Mitosis. \_\_\_\_
- e) En la telofase las cromátidas migran hacia los polos de la célula. \_\_\_\_
- f) Las gametas masculinas y femeninas son fundamentales en el proceso de Meiosis. \_\_\_\_
- g) El *crossing over* o entrecruzamiento se lleva a cabo únicamente en la Mitosis. \_\_\_\_
- h) El total de células hijas producidas en la Meiosis es de seis. \_\_\_\_
- i) El proceso de espermatogénesis tiene como finalidad la producción de cuatro espermatozoides funcionales. \_\_\_\_
- j) De los cuatro óvulos producidos en la ovogénesis, solo dos serán funcionales. \_\_\_\_