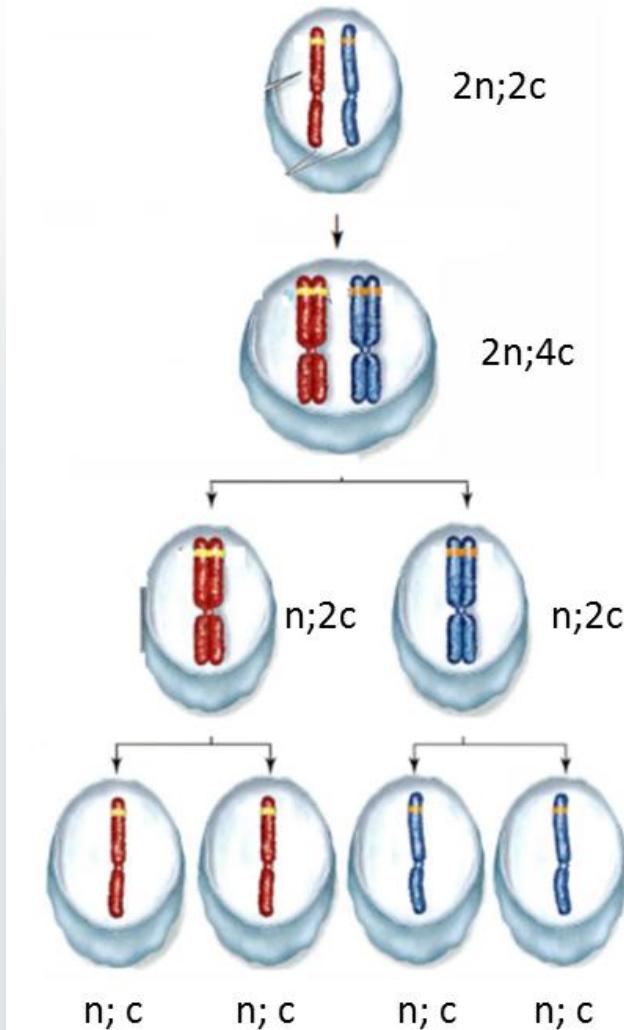
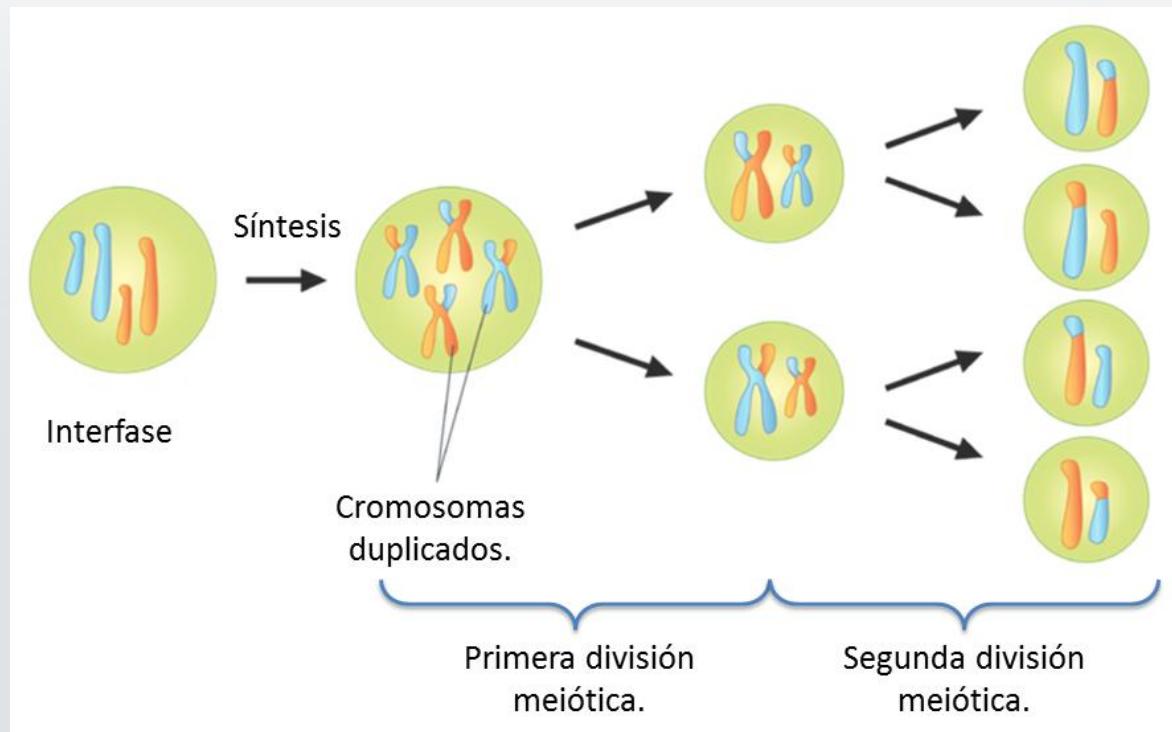


# La división celular meiótica

- La meiosis es otra forma de división celular que se da solo en las células sexuales (gametos) de aquellos organismos que se reproducen sexualmente.
- Básicamente la meiosis es un tipo de división celular en que a partir de una célula diploide de *dotación cromosómica  $2n$  y  $4c$*  se forman cuatro células haploides con dotación  $n;c$ .

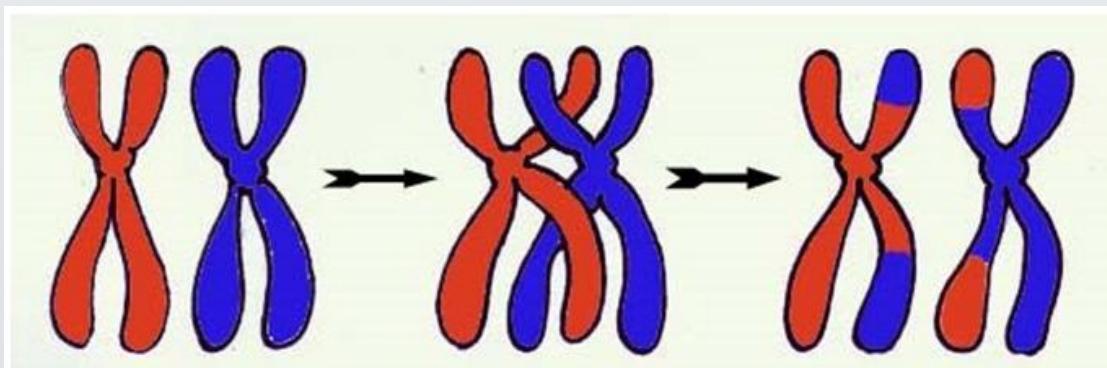


- La reducción de la cantidad de cromosomas y ADN, se debe a que en la división celular meiótica ocurren dos divisiones celulares sucesivas, sin que haya síntesis o replicación del ADN en la segunda división.

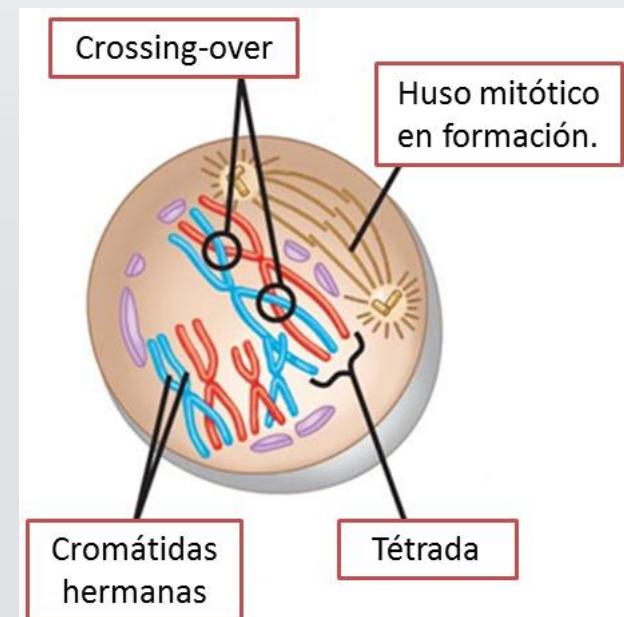


# Etapas de la meiosis: Profase I

- La profase I de la meiosis o profase de la primera división meiótica se caracteriza por su larga duración, comparada con la duración de la profase mitótica, y por la ocurrencia de un fenómeno que consiste en el **apareamiento de cromosomas homólogos e intercambio parcial de segmentos de ADN entre ellos**.
- Por su larga duración y los procesos que se llevan a cabo, se ha dividido en cinco subetapas: leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis.



Apareamiento de cromosomas homólogos e intercambio parcial de ADN entre ellos (crossing-over).

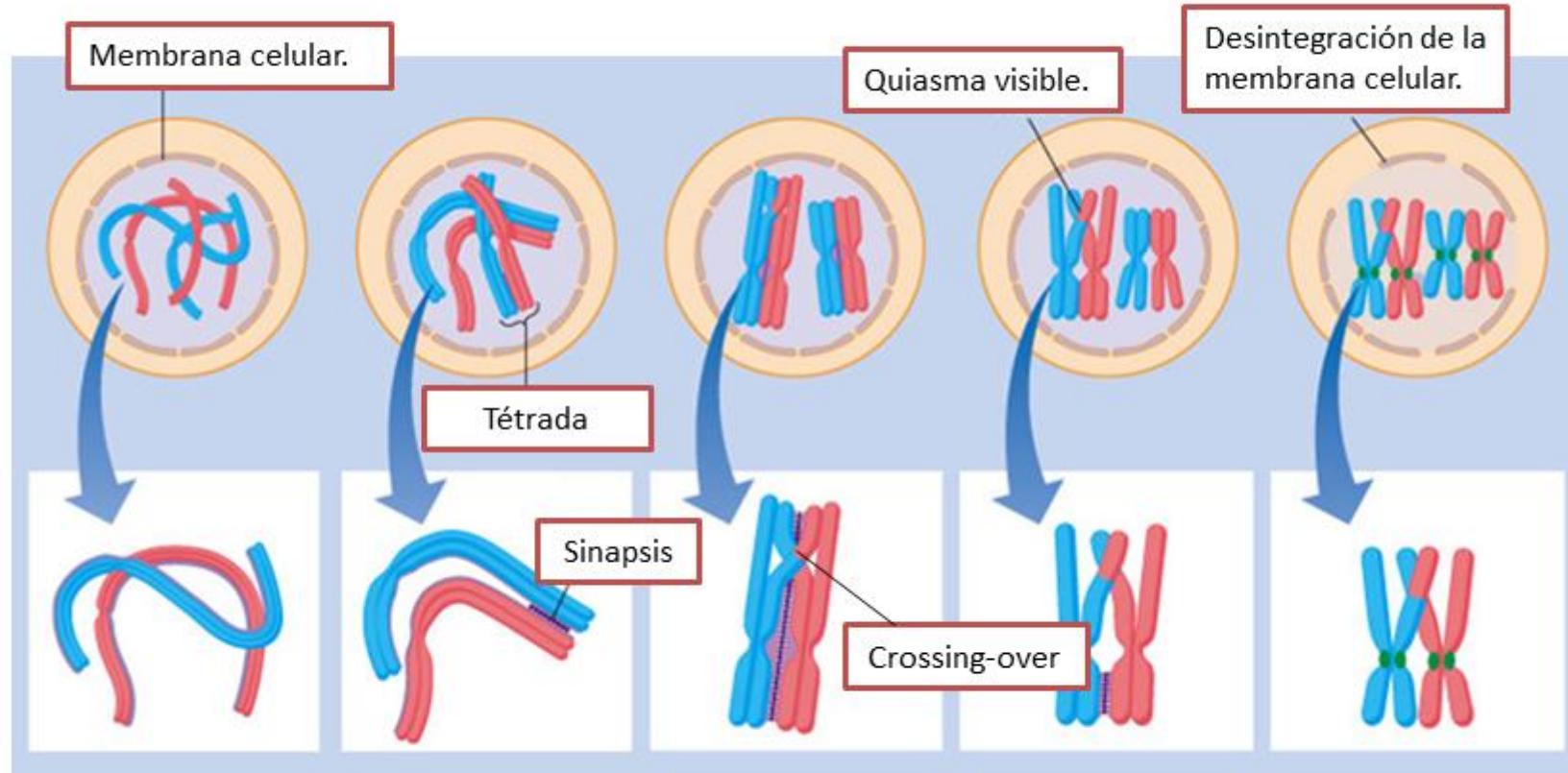


## • **Subetapas de la Profase I:**

- a) Leptoteno: la cromatina se ha condensado y los cromosomas son reconocibles al microscopio.
- b) Zigoteno: cromosomas homólogos se aparean mediante complejos sinaptonémicos y hacen sinapsis en varios puntos.
- c) Paquitenos: los cromosomas forman tétradas o bivalentes ya que se unen las dos cromátidas de cada homólogo (4 en total). En los puntos de contacto (quiasmas) ocurren intercambios parciales de fragmentos de ADN equivalentes. El fenómeno se llama *entrecruzamiento* o *crossing-over* y permite la recombinación de genes entre homólogos.
- d) Diploteno: los cromosomas se separan y solo permanecen unidos por los puntos de contacto. Los quiasmas son visibles.
- e) Diacinesis: los cromosomas homólogos duplicados se separan más y solo es posible ver algunos quiasmas en los extremos de cada cromátida.

# Resumen de las subetapas de la profase I

## PROFASE I



a) Leptoteno

b) Zygoto

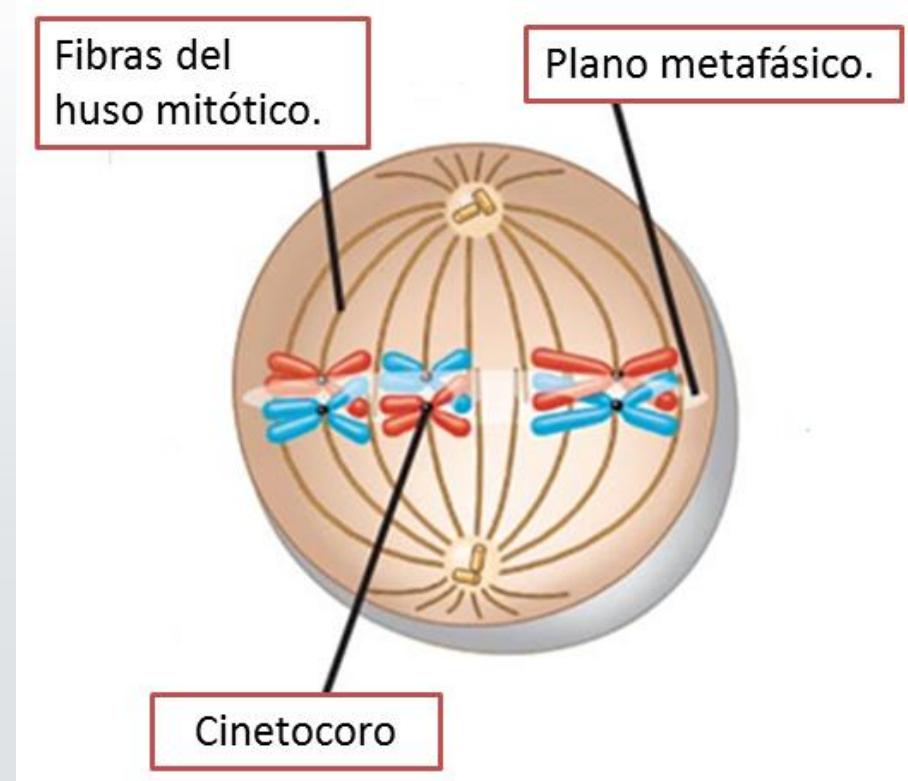
c) Paquitenos

d) Diploteno

e) Diacinesis

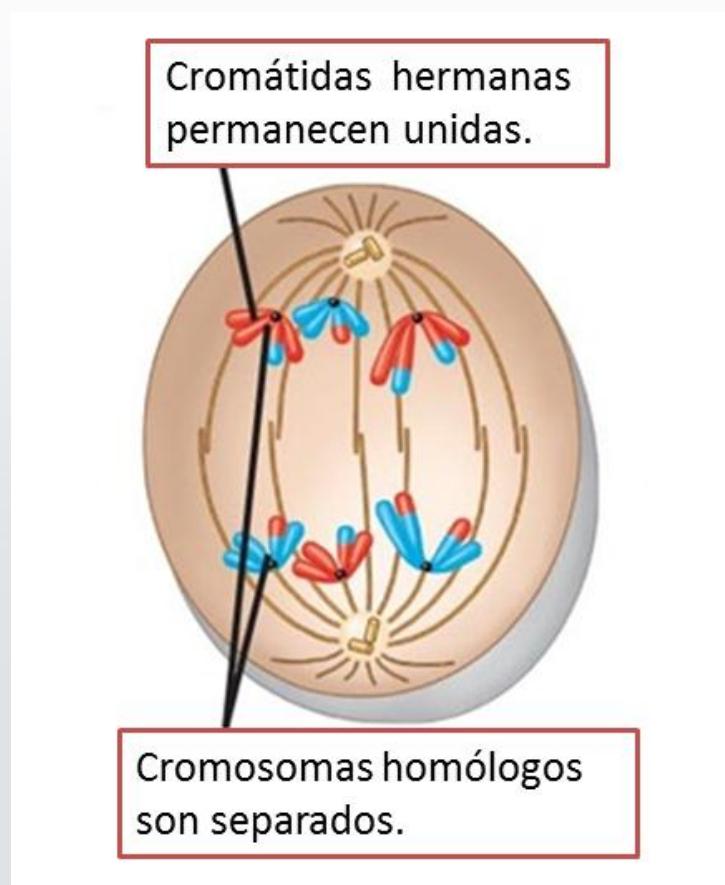
# Etapas de la meiosis: Metafase I

- En **metafase I**, los cromosomas se encuentran completamente compactados y se aparean con sus homólogos en el **plano metafásico** de la célula, formando pares de homólogos.
- Los cromosomas son ordenados por la fibras del huso que se unen a un **cinetocoro** de cada cromosoma.



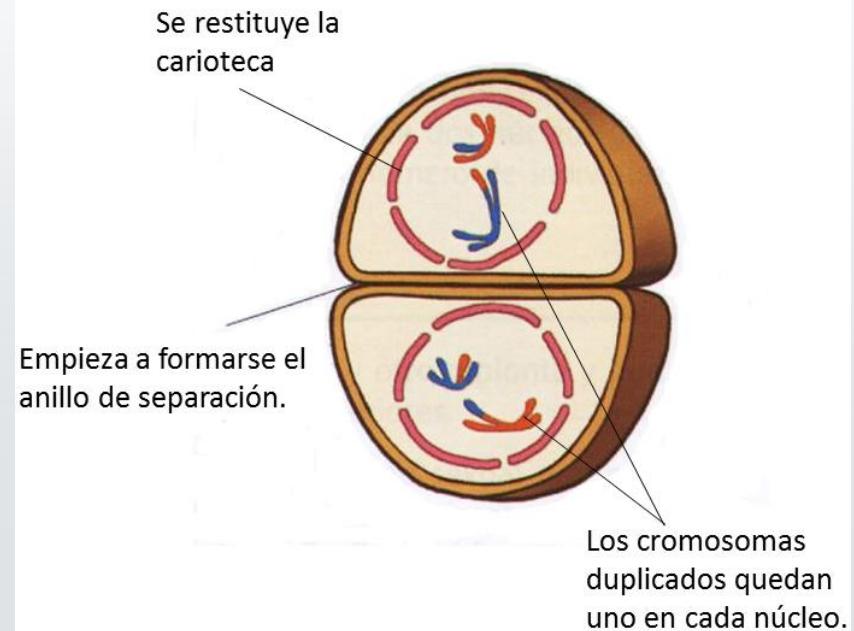
# Etapas de la meiosis: Anafase I

- En anafase I, cada cromosoma duplicado se mueve a su respectivo polo, arrastrado por las fibras del huso.
- Las cromátidas hermanas no se separan.



# Etapas de la meiosis: Telofase I

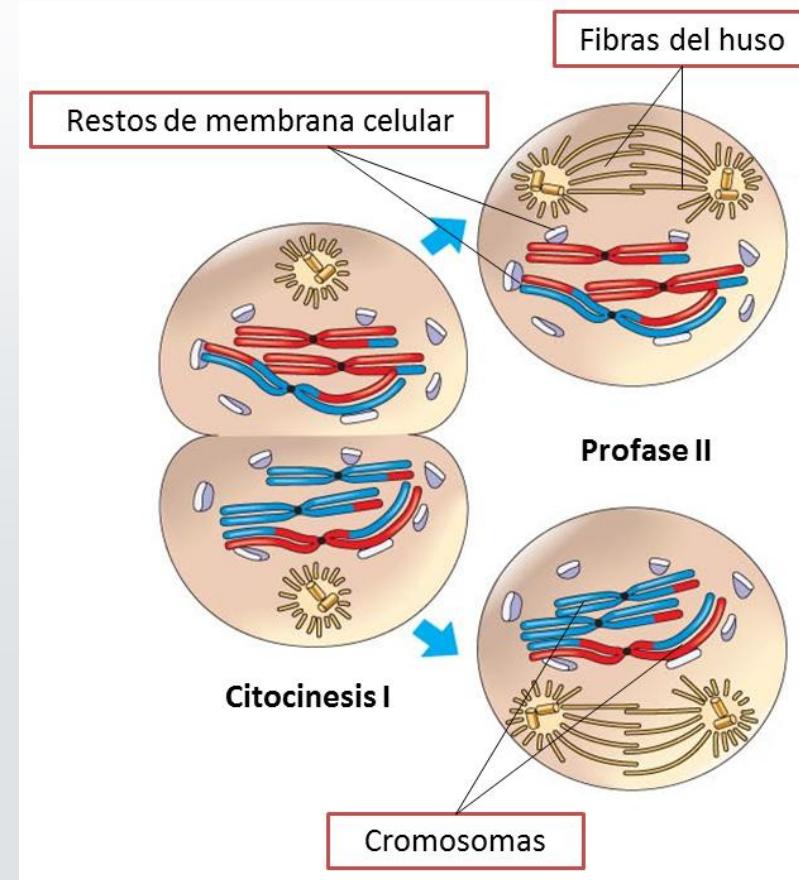
- La telofase I se caracteriza porque el huso desaparece y se forman dos grupos de cromosomas, alrededor de los cuales se restituye la carioteca y quedan dos núcleos haploides.
- Una vez formados los dos núcleos, ocurre citocinesis y puede o no haber una pequeña interfase entre la meiosis I y la meiosis II.



- La primera división meiótica se denomina «*reduccional*» debido a que el número total de cromosomas se reduce de  **$2n$**  que es la condición **diploide** normal de cualquier célula, a  **$n$** , que es la condición **haploide** propia de los gametos.
- Esto ocurre debido a que en la metafase I, en el plano ecuatorial de la célula, se aparean los cromosomas homólogos duplicados, los que son arrastrados completos (sin que se separen cromátidas hermanas) a cada polo.

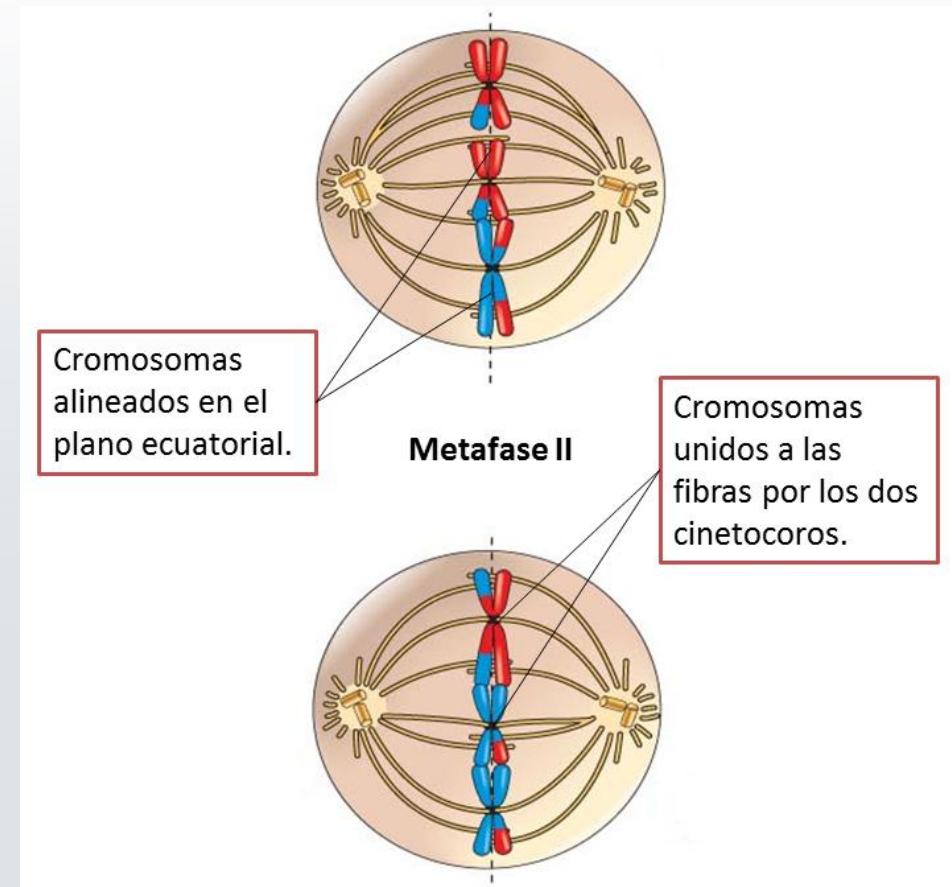
# Etapas de la meiosis: Profase II

- Despues de la citocinesis de la primera división celular, normalmente comienza de inmediato la segunda división meiótica.
- Si los cromosomas estaban relajados, se recondensan. Se vuelve a formar el huso y sus fibras se unen a las cromátidas hermanas.



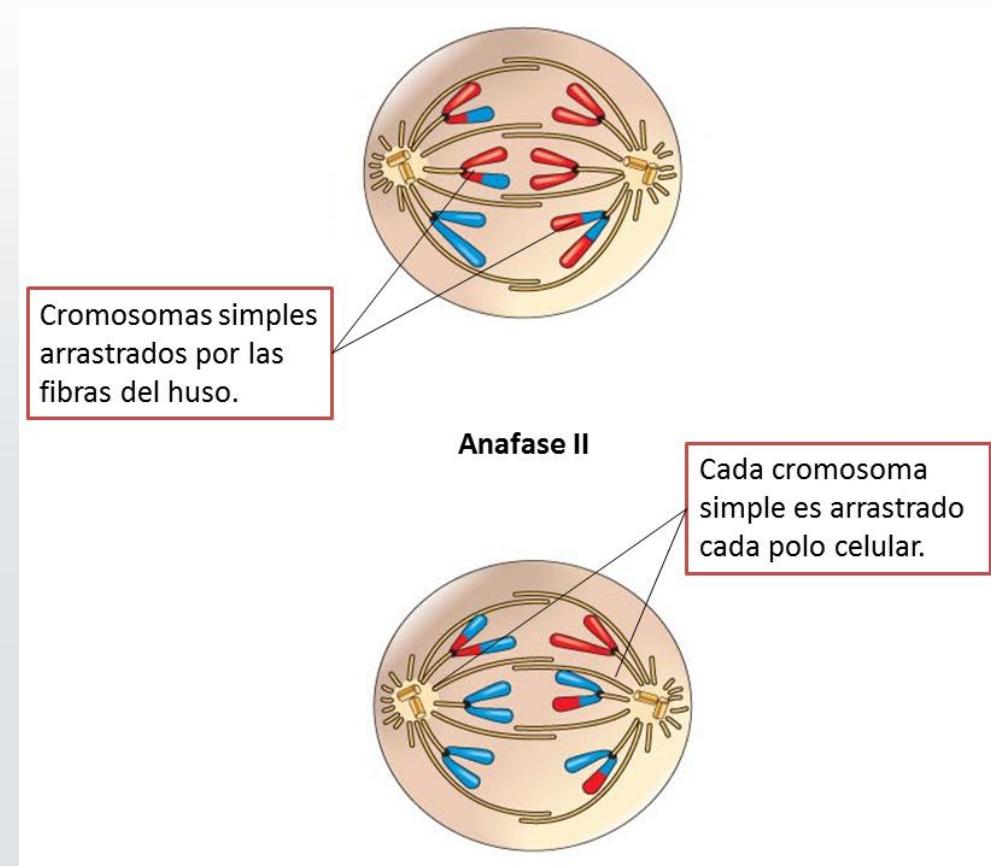
# Etapas de la meiosis: Metafase II

- Los cromosomas se alinean a lo largo del plano metafásico o ecuador de la célula, mediante los dos cinetocoros de cada cromosoma, de tal forma que las cromátidas de cada cromosoma quedan unidas a las fibras del huso mitótico.



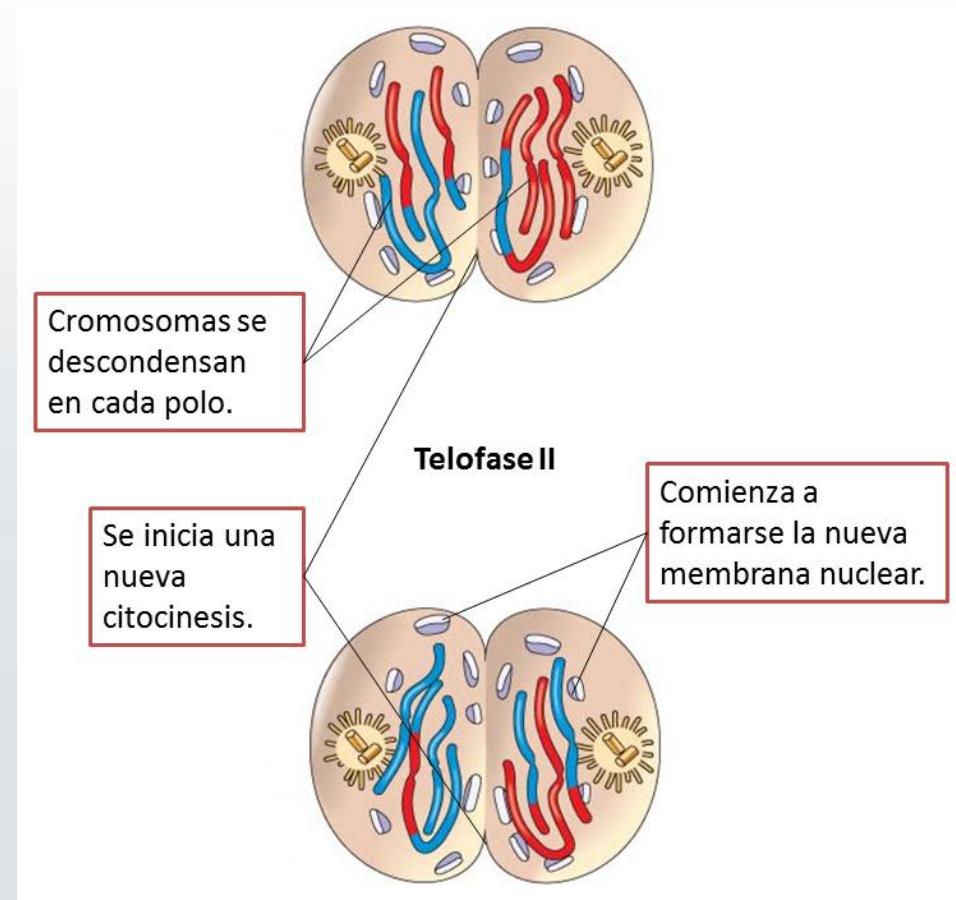
# Etapas de la meiosis: Anafase II

- Las cromátidas hermanas de cada cromosoma duplicado son arrastradas por las fibras del huso y se separan, formando cromosomas homólogos simples.
- Así, cada cromosoma (cromátida) se mueve a su respectivo polo.



# Etapas de la meiosis: Telofase II

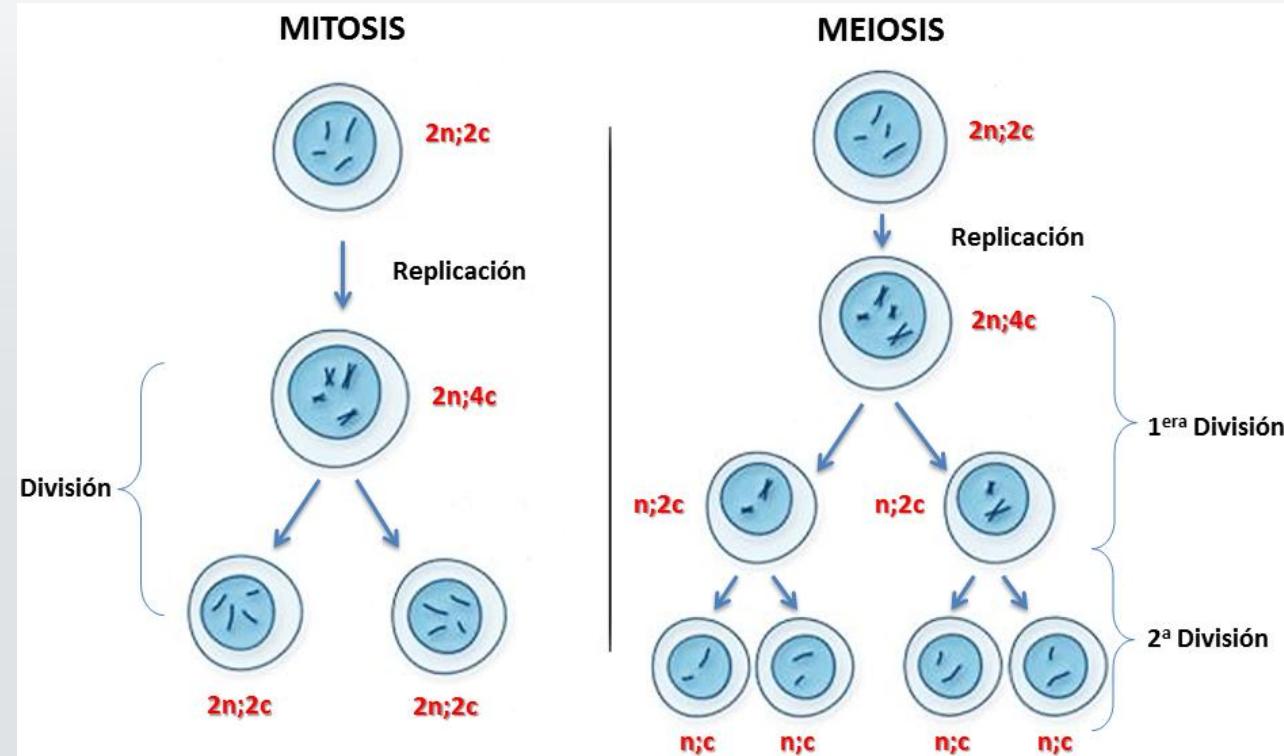
- Los cromosomas simples se ubican en sus respectivos polos, comienza a desintegrarse el huso mitótico, los cromosomas se descondensan y se restituye la membrana nuclear.
- Finalmente, comienza una nueva citocinesis.



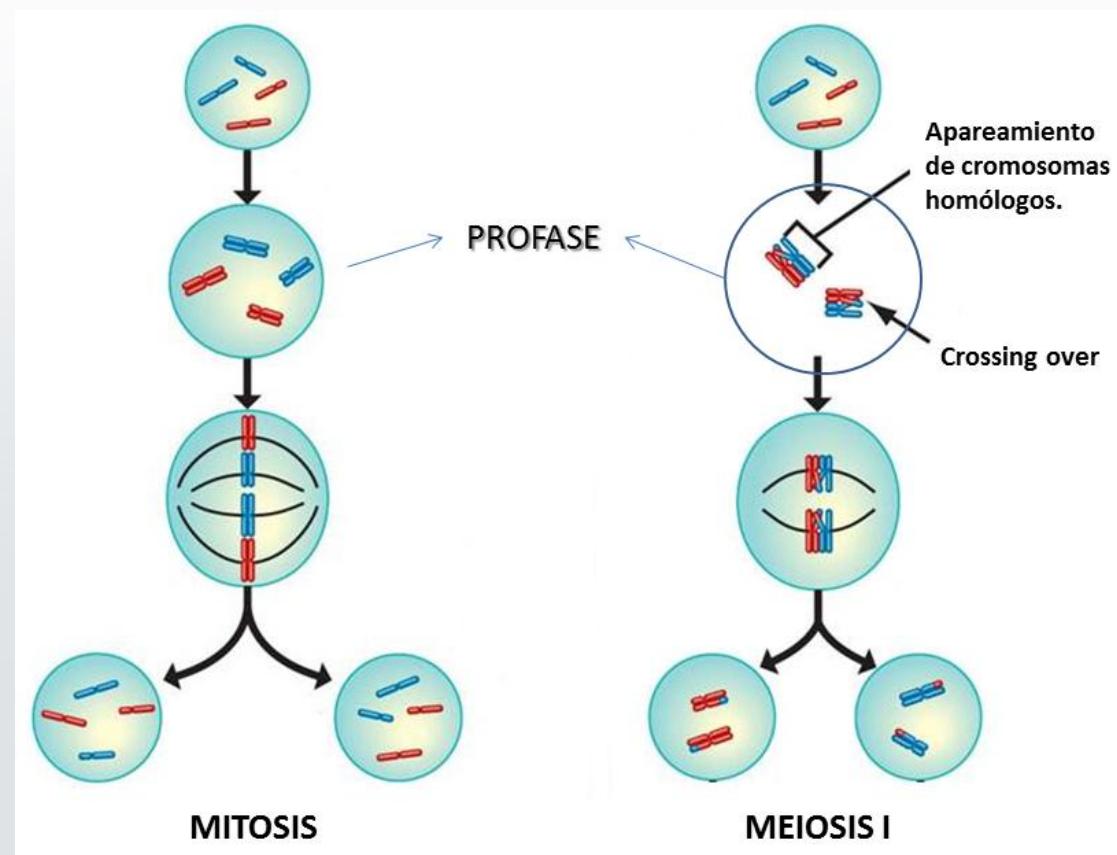
- La segunda división meiótica se denomina «*distributiva*» debido a que a partir de dos células que tienen una dotación cromosómica  **$n;2c$** , finalmente resultan cuatro células, cada una de las cuales tiene una dotación cromosómica y de ADN,  **$n$**  y  **$c$** , respectivamente.
- Esto significa que los gametos tienen una sola copia de ADN, es decir, un solo gen o alelo por cada característica.

# Diferencias entre mitosis y meiosis

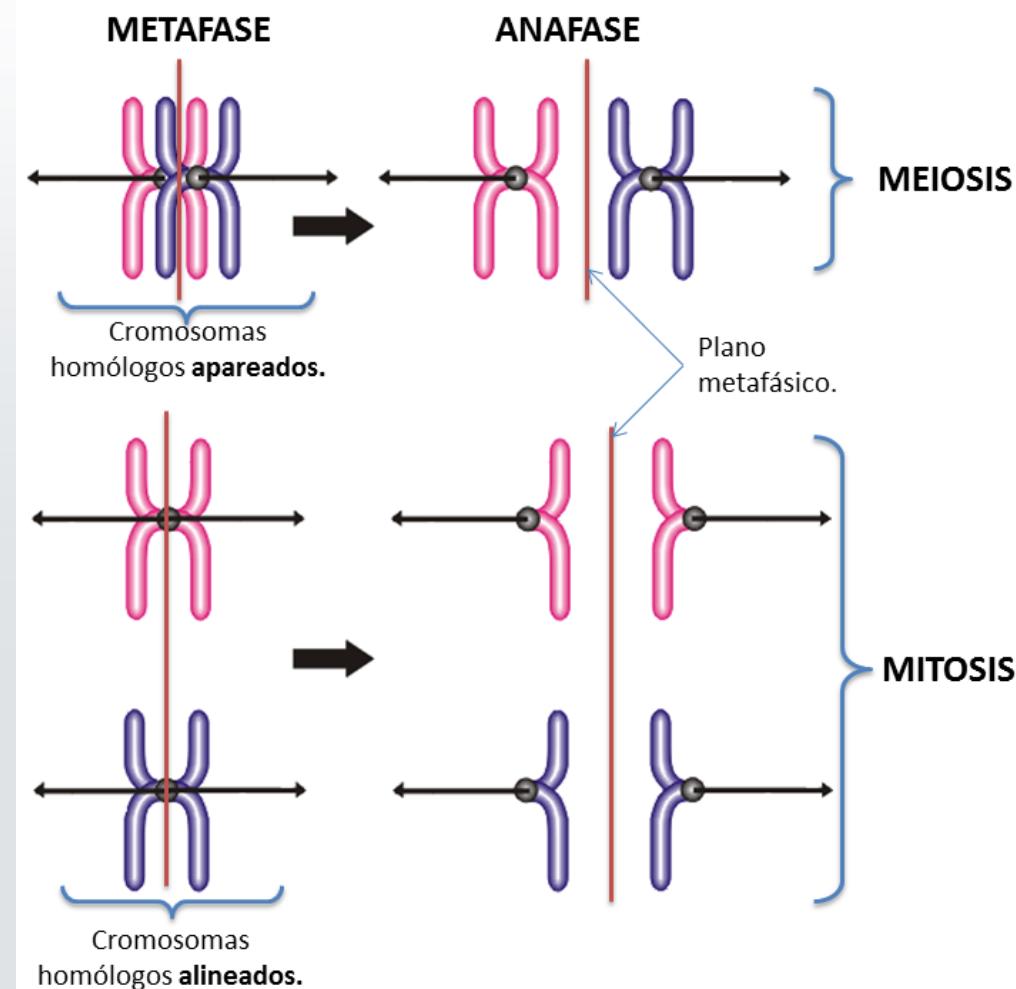
- 1. En la mitosis hay una división celular después de la replicación del ADN; en la meiosis hay dos divisiones celulares seguidas sin que haya una nueva replicación del ADN entre ambas.
- 2. En la mitosis a partir de una célula diploide  $2n;4c$ , se obtienen dos células diploides  $2n;2c$ . En la meiosis a partir de una célula diploide  $2n;4c$ , se obtienen 4 células haploides de dotación  $n;c$ .



- 3. En la profase I de la meiosis hay apareamiento de cromosomas homólogos y recombinación de ADN entre su cromátidas. En la profase mitótica no hay apareamiento de homólogos.

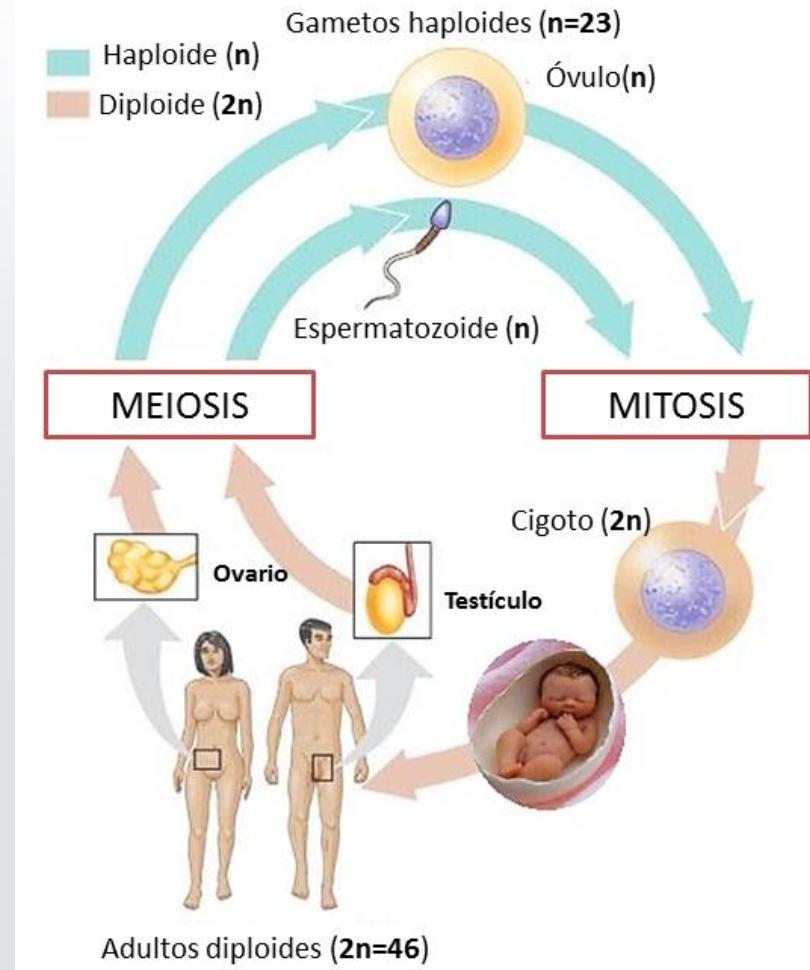


- 4. En la **metafase I** de la meiosis, en el plano metafásico se ubican cromosomas homólogos apareados, los que son arrastrados luego, cada uno a un polo de la célula. En la **metafase de la mitosis** no hay apareamiento, los cromosomas independientes se alinean en el plano metafásico y cada cromátida individual, es arrastrada al respectivo polo de la célula.



# Significado de la división celular meiótica.

- La meiosis es una forma de división celular cuyo objetivo final es la producción de gametos, células especializadas en la reproducción sexual.
- De esta forma, luego de la fecundación y la mezcla de cromosomas de los dos núcleos gaméticos, se restituye la condición diploide de la especie, y a partir del cigoto comienza el desarrollo de un nuevo individuo.



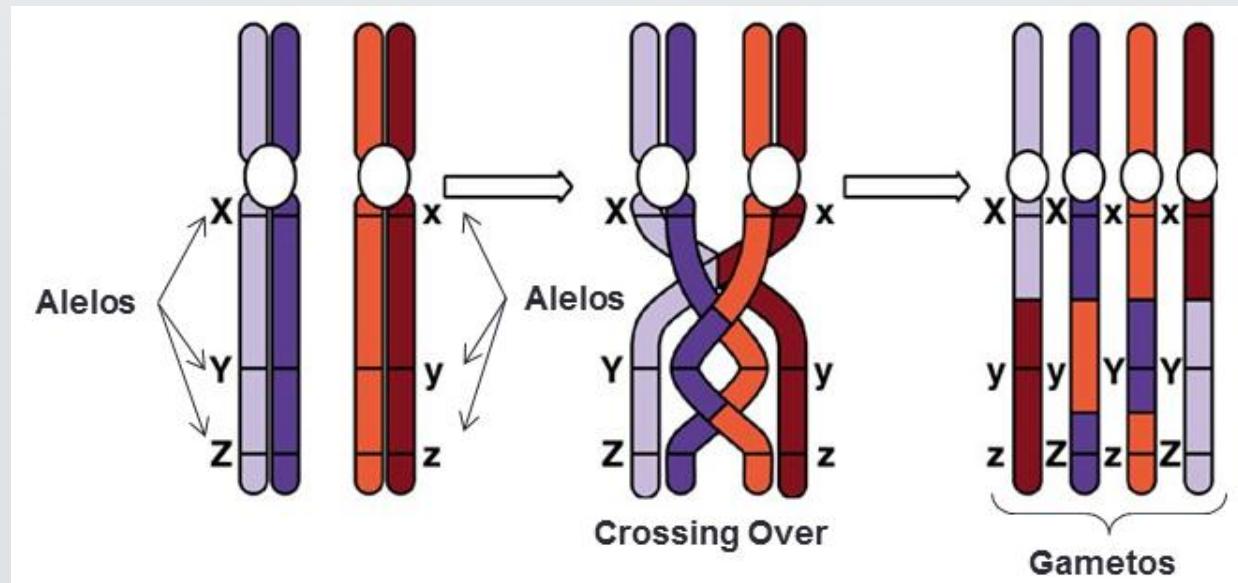
# *Ventajas de la reproducción sexual*

- Una de las mayores ventajas de la reproducción sexual es que permite la existencia de variabilidad genética entre los progenitores y sus hijos, y en los hijos entre sí.
- Esta variabilidad se produce antes de la fecundación, en el crossing over y la permutación cromosómica de la meiosis, y luego, al momento de la fecundación, debido a la combinación de alelos de ambos progenitores.

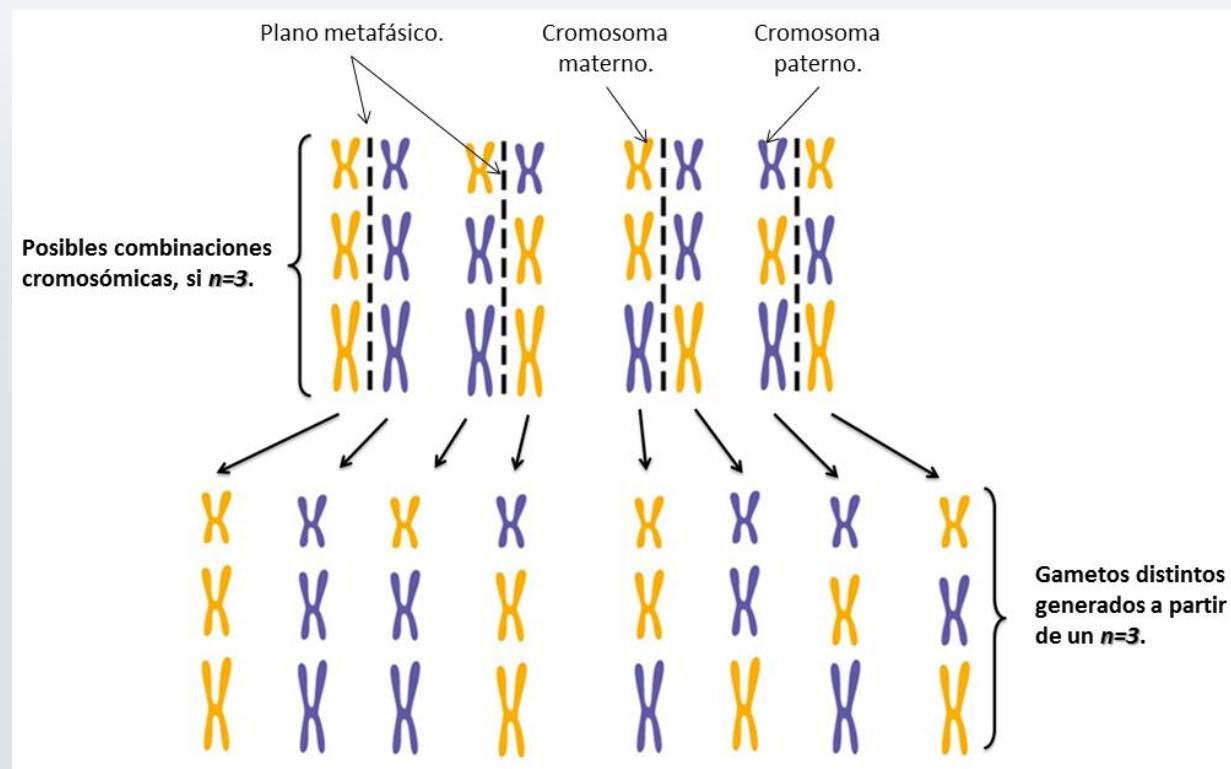


# Meiosis y variabilidad genética

- En el *crossing over* que ocurre en el paquitenio de la profase I, cuando se intercambian segmentos de ADN de dos cromosomas homólogos, se produce una hibridación de alelos en las cromátidas donde hay intercambio de ADN, haciéndolas diferentes a sus cromátidas hermanas correspondientes.
- Esto garantiza que cada uno de los cuatro cromosomas simples de cada par, que quedan en los gametos, sean un verdadero mosaico de alelos provenientes de cromosomas distintos.



- En la **permutación cromosómica**, un fenómeno que se da en la **metafase I**, se produce variabilidad porque cada par de cromosomas tiene igual posibilidad de ubicarse a uno u otro lado del plano metafásico, así, habrá tantas posibilidades de combinaciones como número de cromosomas distintos haya.
- El número total de combinaciones posibles se determina por la **regla  $2^n$** , donde **n** representa el número de cromosomas.



- El crossing over más la permutación cromosómica, garantizan que prácticamente no existe un gameto igual a otro. Si sumamos esto, al hecho de que al momento de la fecundación se unen gametos provenientes de dos progenitores distintos, es prácticamente imposible que exista un cigoto genéticamente igual a otro.
- Este es el sustento biológico, de la individualidad o exclusividad genética de cada ser humano.



- ... *EN RESUMEN:*

- En la **mitosis**, la información que se transmite a las **células hijas**, es **idéntica** a la información contenida en las células madres.
- En la **meiosis** la información que recibe cada **gameto** es un mosaico de alelos provenientes de cada par cromosómico, y luego de la **fecundación**, el nuevo ser vivo, posee una **mezcla aleatoria de información hereditaria** de ambos padres.
- Esto explica por qué en el ser humano, ningún hijo es igual a sus progenitores ni hermanos, ni menos, a los demás miembros de su especie.