

Homologous chromosomes (homologs)

Chiasma

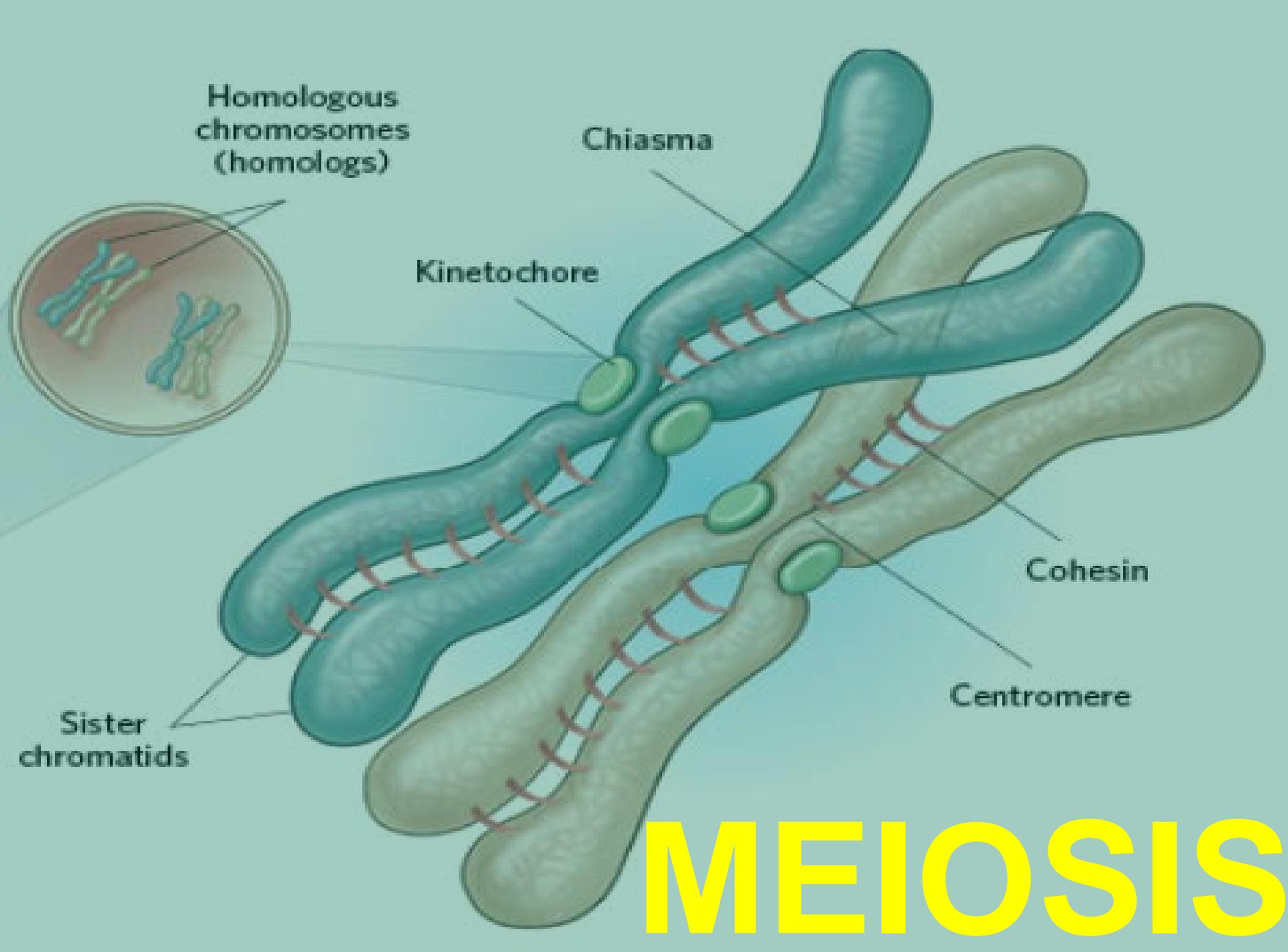
Kinetochores

Cohesin

Centromere

Sister chromatids

MEIOSIS

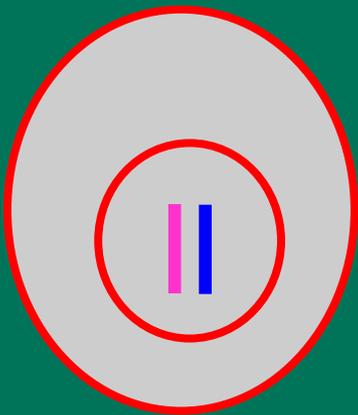


Células somáticas

- Forman parte de tejidos y órganos.
- Originadas de células madre embrionarias.
- Proliferan y sufren de apoptosis.

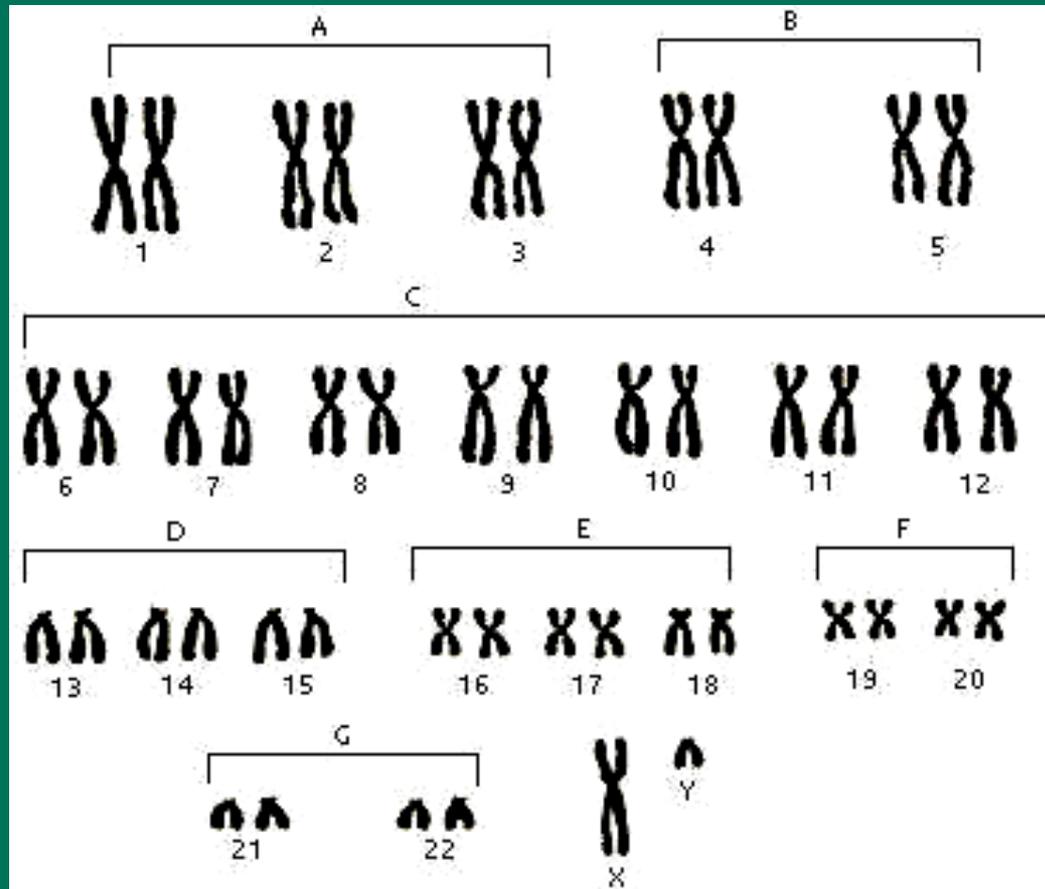
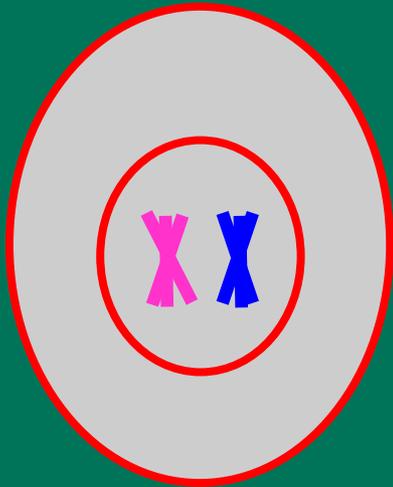
➤ Diploides ($2n$): Dos juegos de cromosomas. En la especie humana existen 46 cromosomas, o sea 23 tipos de cromosomas (1 al 22 son autosomas, el restante es el sexual X o Y).

➤ La mitosis asegura que cuando una célula somática se divide en dos células hijas, cada célula sigue siendo $2n$.



➤ Son todas genéticamente iguales, con una dotación genética cuya mitad procede de la madre y la otra mitad del padre.

Cariotipo humano: 22 pares de cromosomas somáticos y dos sexuales, XY, que determinan un varón.



Células germinales



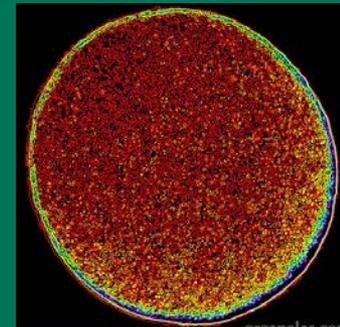
Gónadas: órganos reproductores de los animales. Ovario y testículos

- Después de la **Meiosis** se forman los gametos: **gametogénesis**



23 X

Gametogénesis masculina:
espermatogénesis

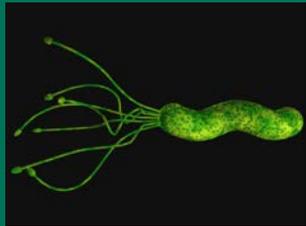


23 X

Gametogénesis femenina:
ovogénesis

- **Haploides n**: 23 cromosomas en el caso del ser humano
- Son diferentes genéticamente por la recombinación genética durante la meiosis.

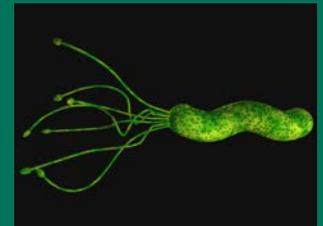
Reproducción asexual



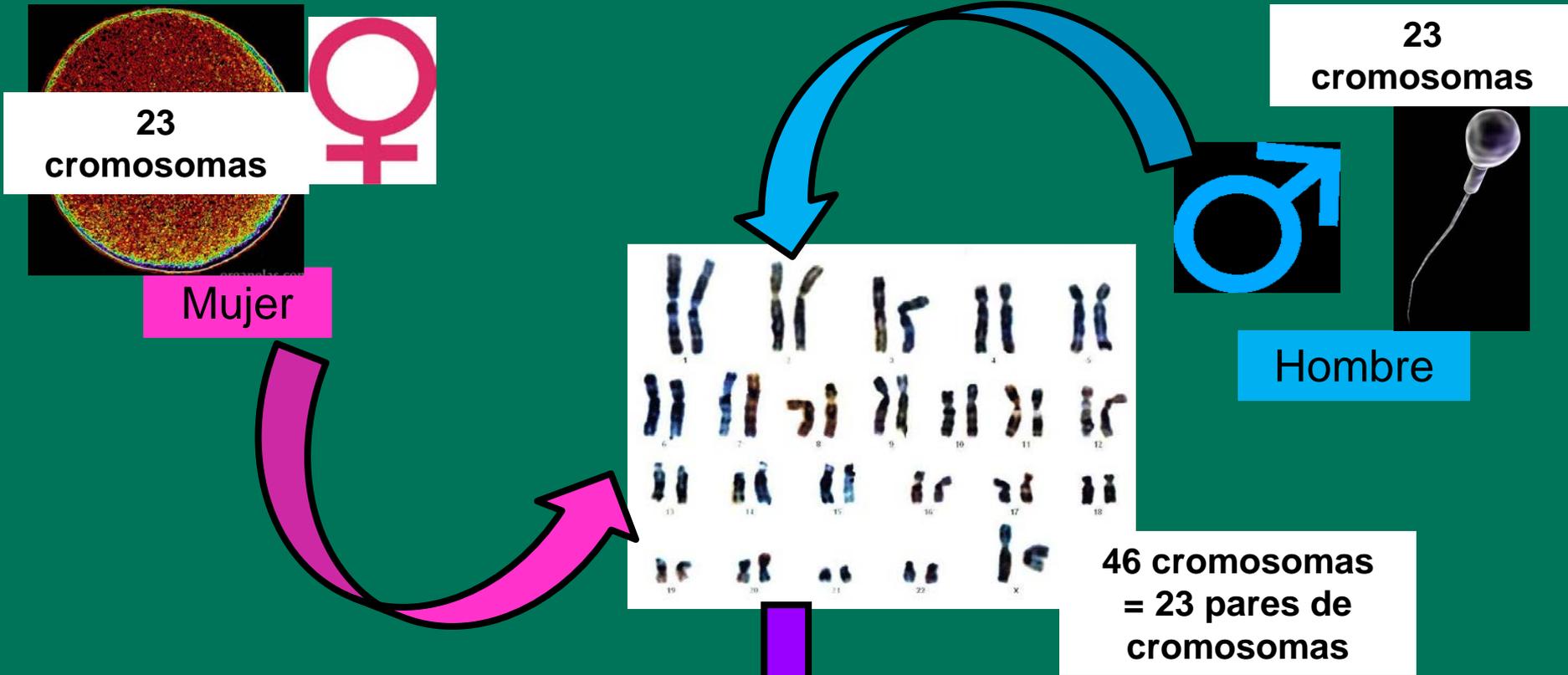
Fisión binaria

División celular (Mitosis)

Gemación, escisión



Reproducción sexual

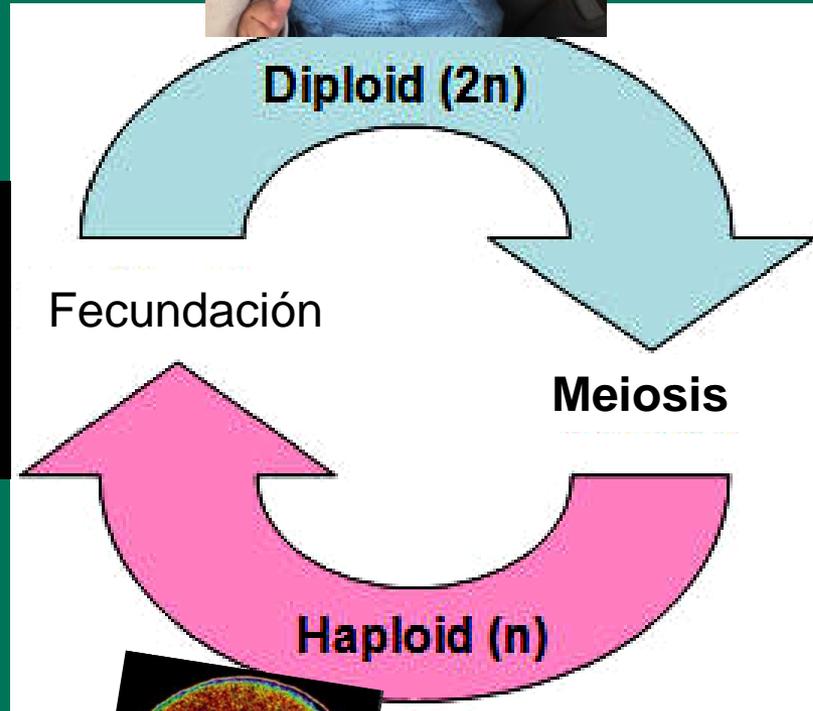
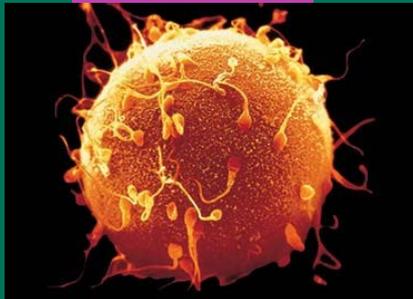


Descendencia distinta genéticamente una de otra y distintas de ambos padres

Ciclo de reproducción sexual



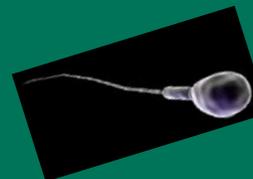
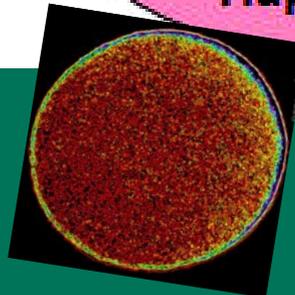
Haploide
+
Haploide



Células germinales



Gametos



¿Qué ventaja tiene la reproducción sexual?

Variabilidad genética

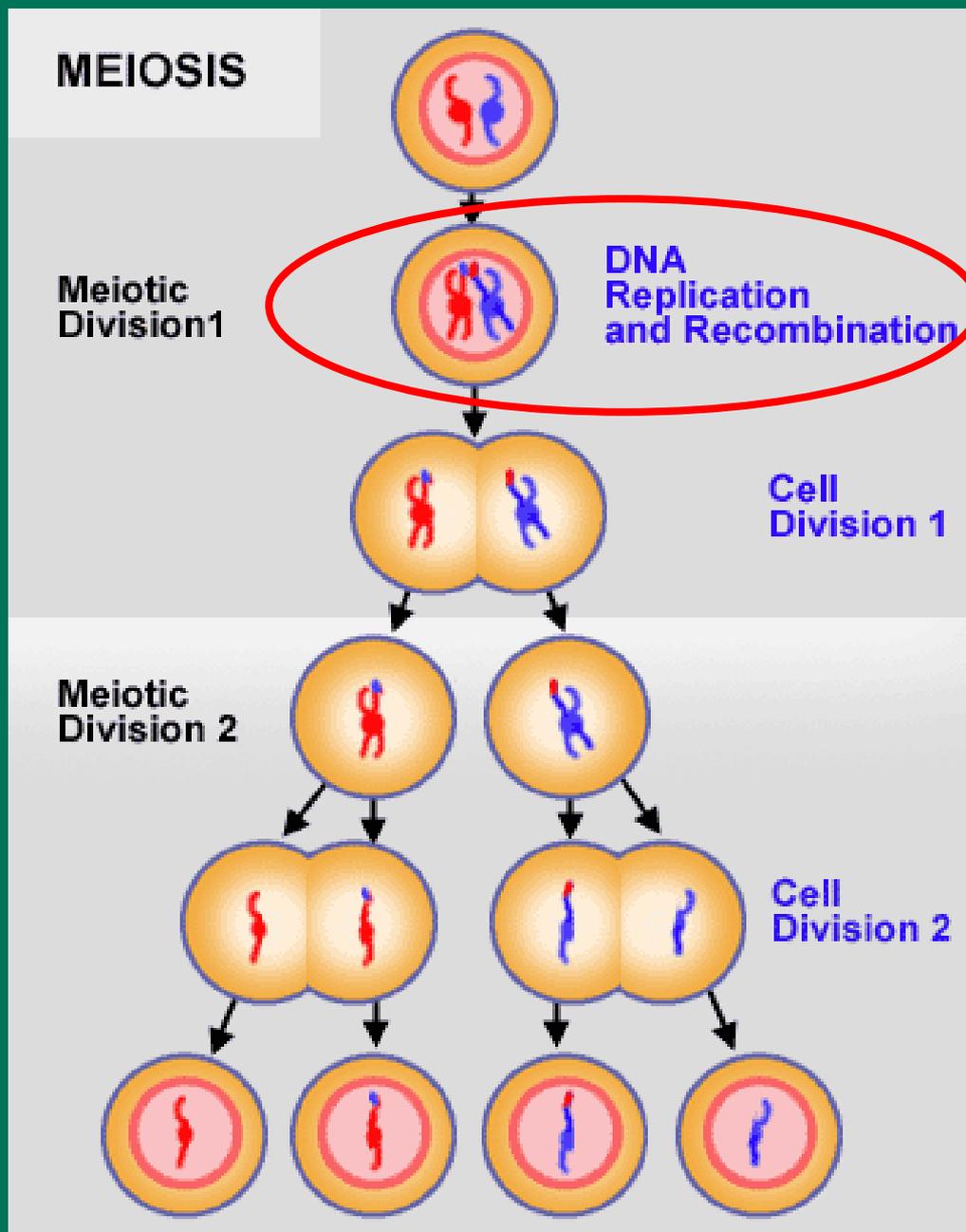
Meiosis

Meiosis proviene del griego, significa *disminución*.

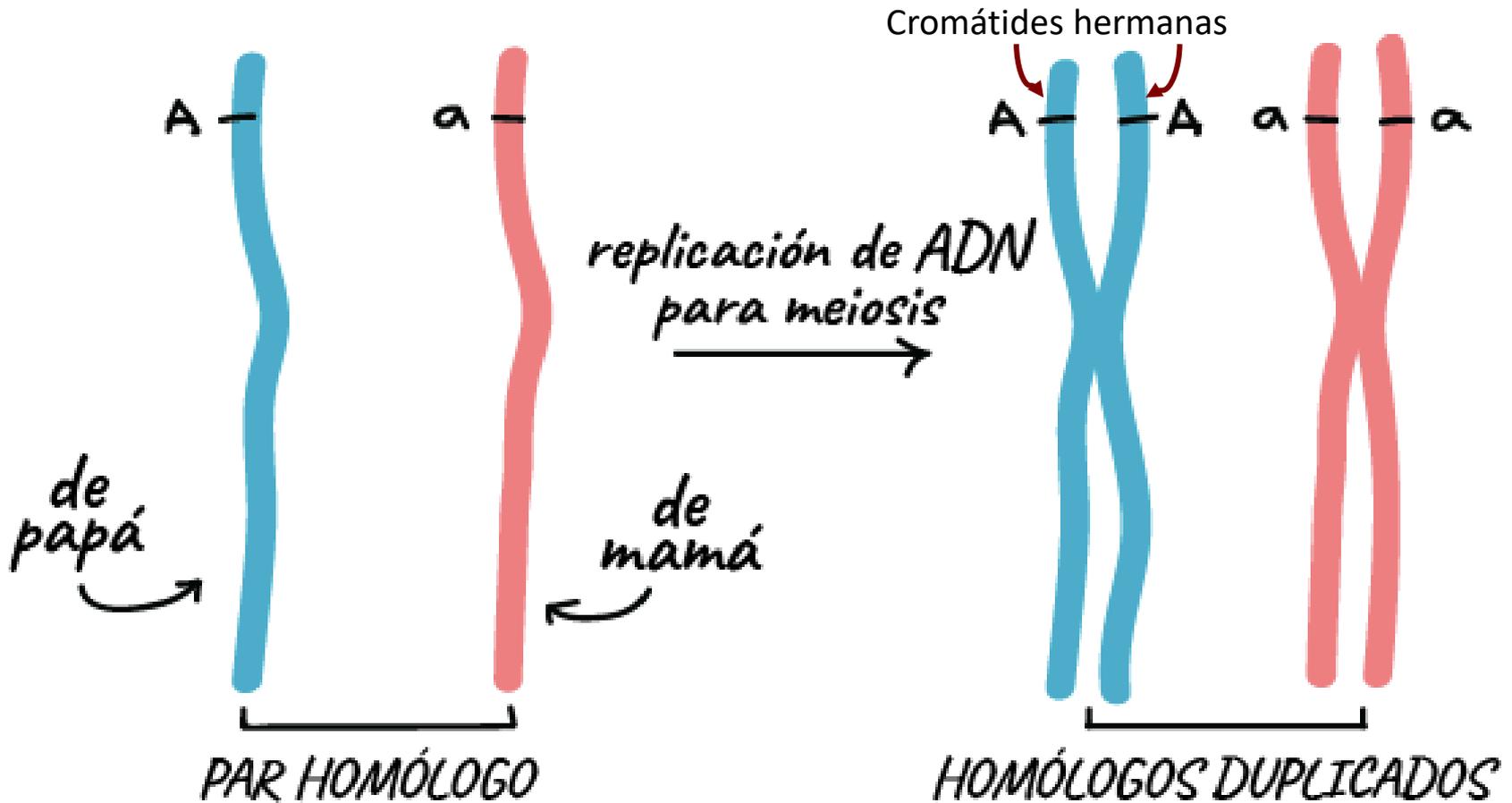
Es un proceso de división celular en el cual una célula diploide ($2n$) experimenta dos divisiones sucesivas, con la capacidad de generar células haploides (n).

Este proceso se lleva a cabo en dos etapas, llamadas: Meiosis I y Meiosis II.

Meiosis definida por dos etapas: Meiosis I y Meiosis II



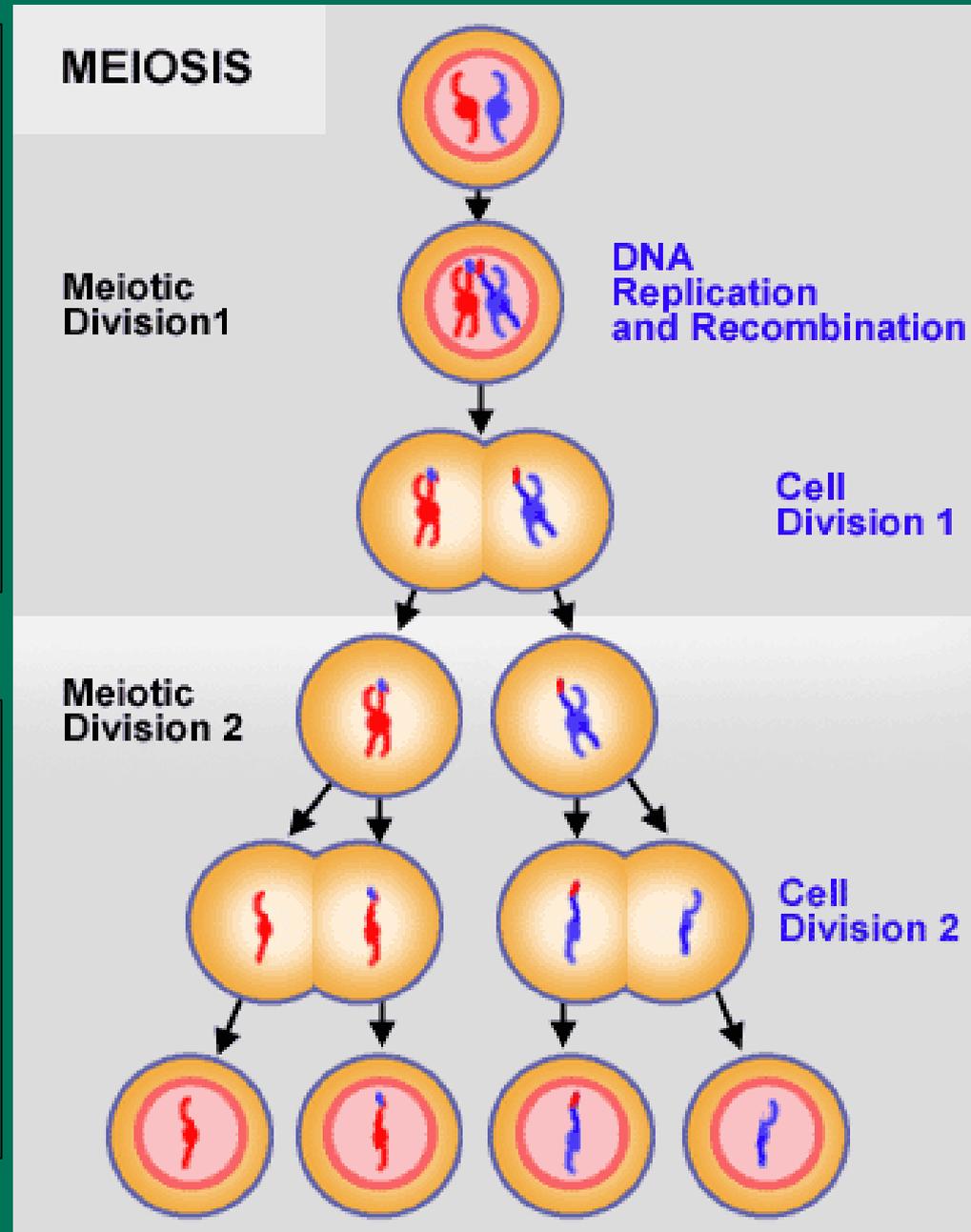
Cromosomas homólogos



Meiosis definida por dos etapas: Meiosis I y Meiosis II

- Número haploide de cromosomas.
- Misma cantidad de DNA que un diploide.
- Cada núcleo recibe 1 cromosoma homólogo duplicado (cromátides hermanas).

- Número haploide de cromosomas.
- Mitad de DNA que un diploide.
- Cada célula recibe 1 cromosoma homólogo.



Meiosis II:
No hay replicación del DNA

Diploide

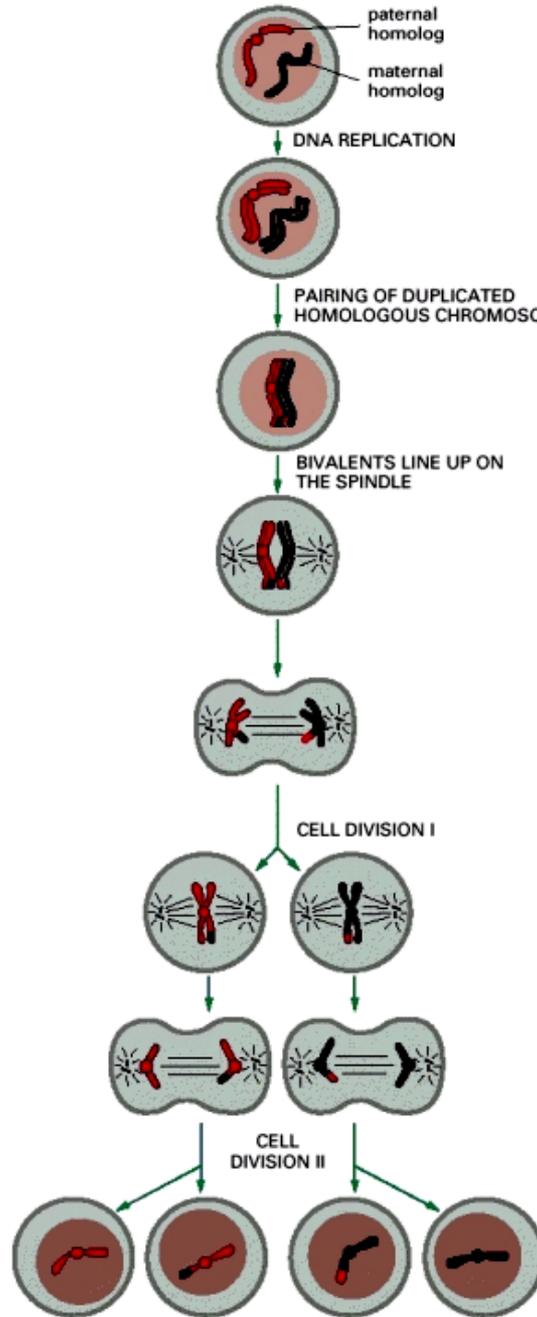
Replicación DNA
seguida de dos
divisiones
celulares

Haploide

MEIOTIC DIVISION I

MEIOTIC DIVISION II

MEIOSIS



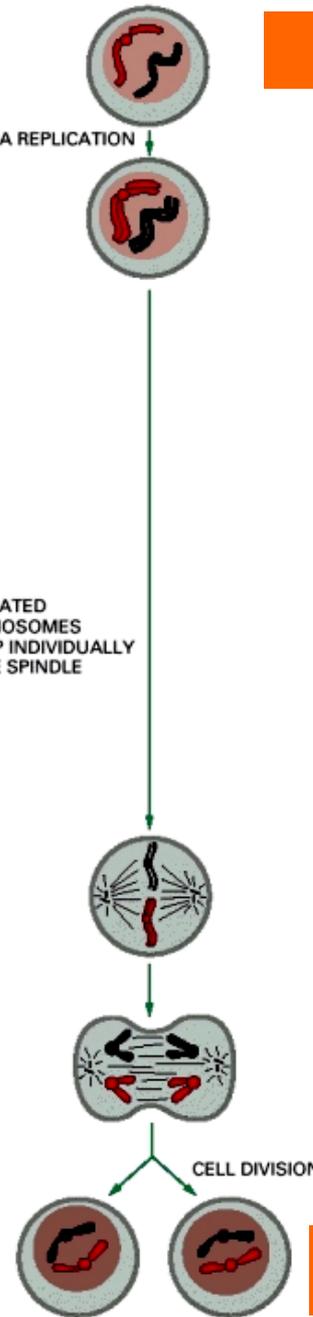
MITOTIC CELL DIVISION

Diploide

Replicación DNA
seguida de una
división celular

Diploide

DUPLICATED
CHROMOSOMES
LINE UP INDIVIDUALLY
ON THE SPINDLE



Meiosis I y Meiosis II

Meiosis I

Meiosis II

Interphase

Prophase

Metaphase 1

Anaphase 1

Telophase 1

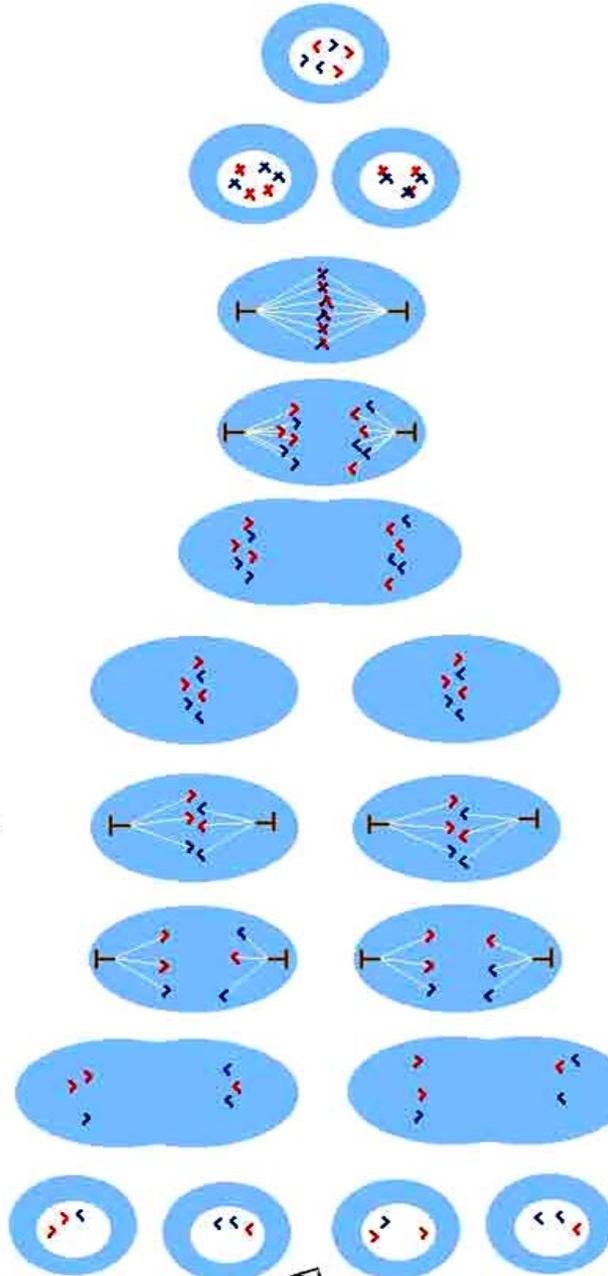
Interphase 2

Metaphase 2

Anaphase 2

Telophase 2

Cytokinesis



¿Por qué hijos de los mismos padres no son genéticamente iguales?

Mamá

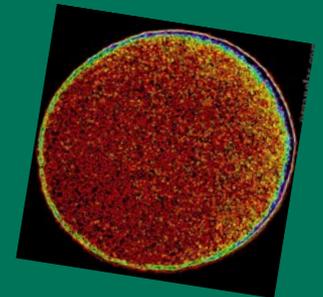
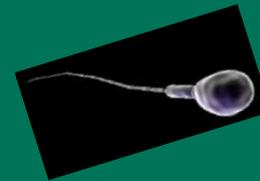
Papá



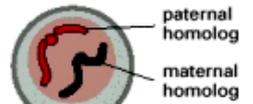
Redistribución genética

Antes de la fusión de gametos:

En meiosis hay dos clases de reordenamientos genéticos al azar



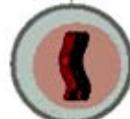
MEIOSIS



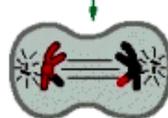
DNA REPLICATION



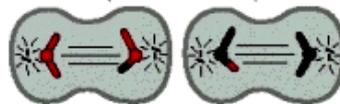
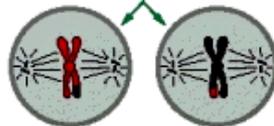
PAIRING OF DUPLICATED HOMOLOGOUS CHROMOSOMES



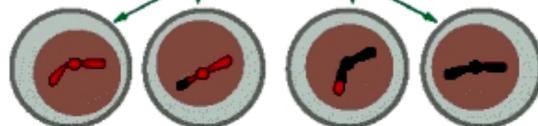
BIVALENTS LINE UP ON THE SPINDLE



CELL DIVISION I



CELL DIVISION II

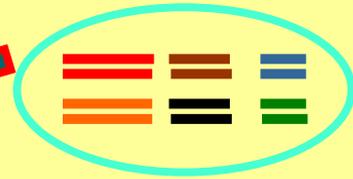
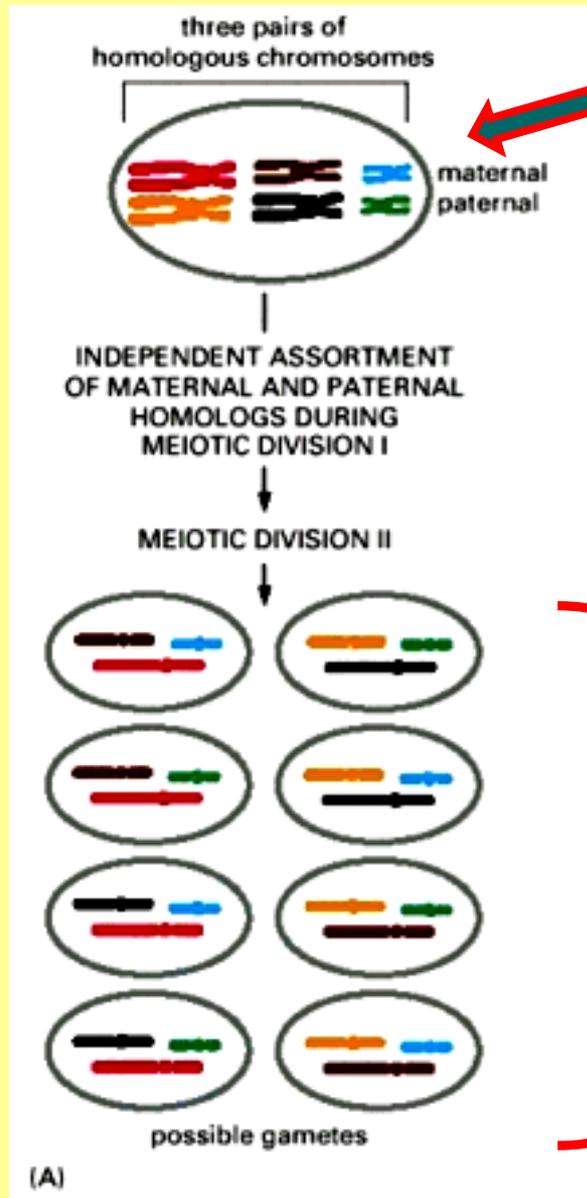


gametes

MEIOTIC DIVISION I

MEIOTIC DIVISION II

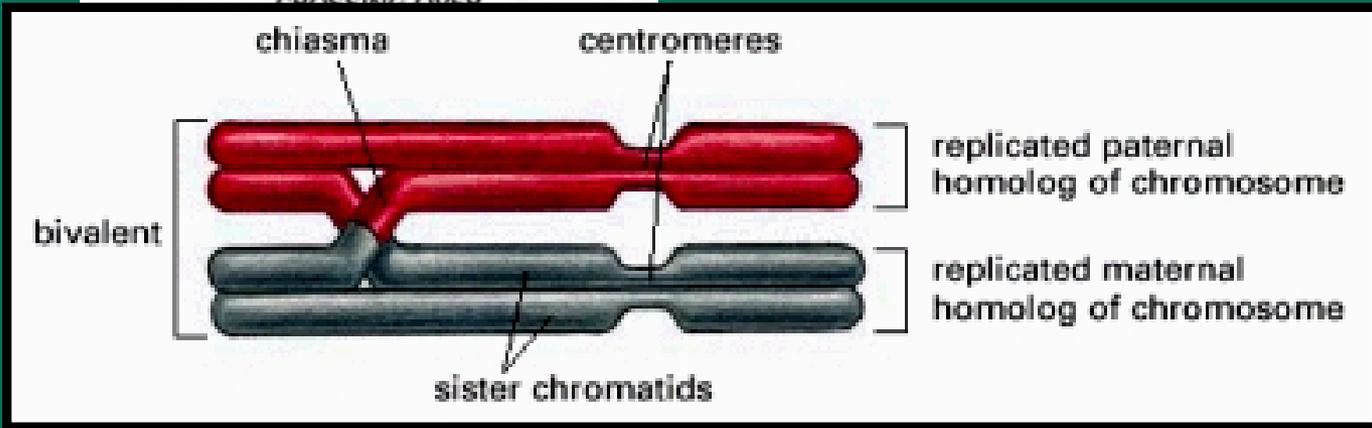
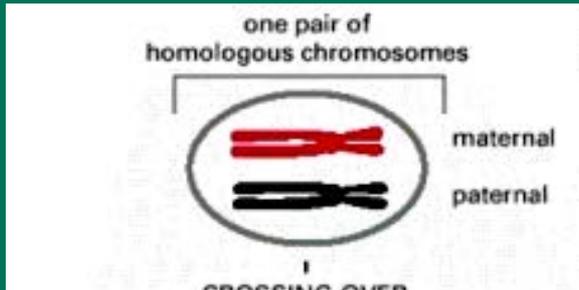
1- Redistribución al azar de los cromosomas homólogos paternos y maternos en la Meiosis I



8 gametos diferentes

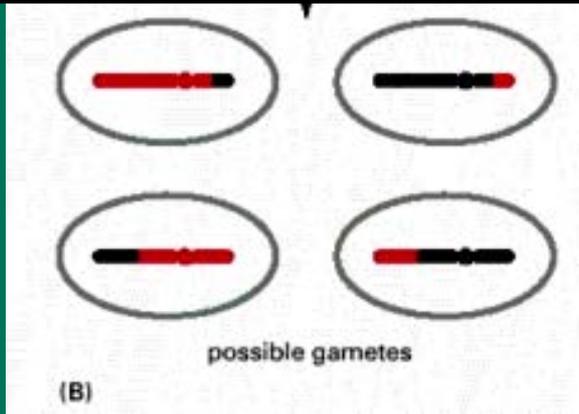
$$2^n = 2^3$$

2- Recombinación genética cromosomal "crossing-over"



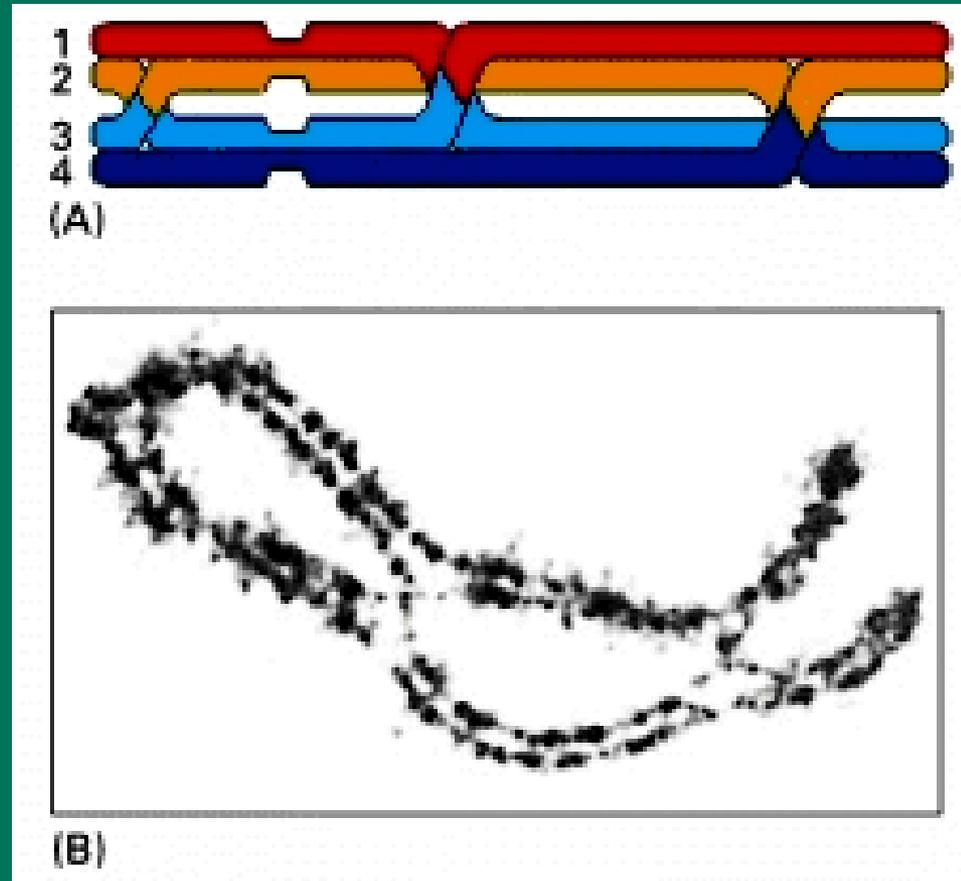
Intercambian fragmentos de DNA entre cromátidas **NO** hermanas

Ocurre durante la larga Profase I



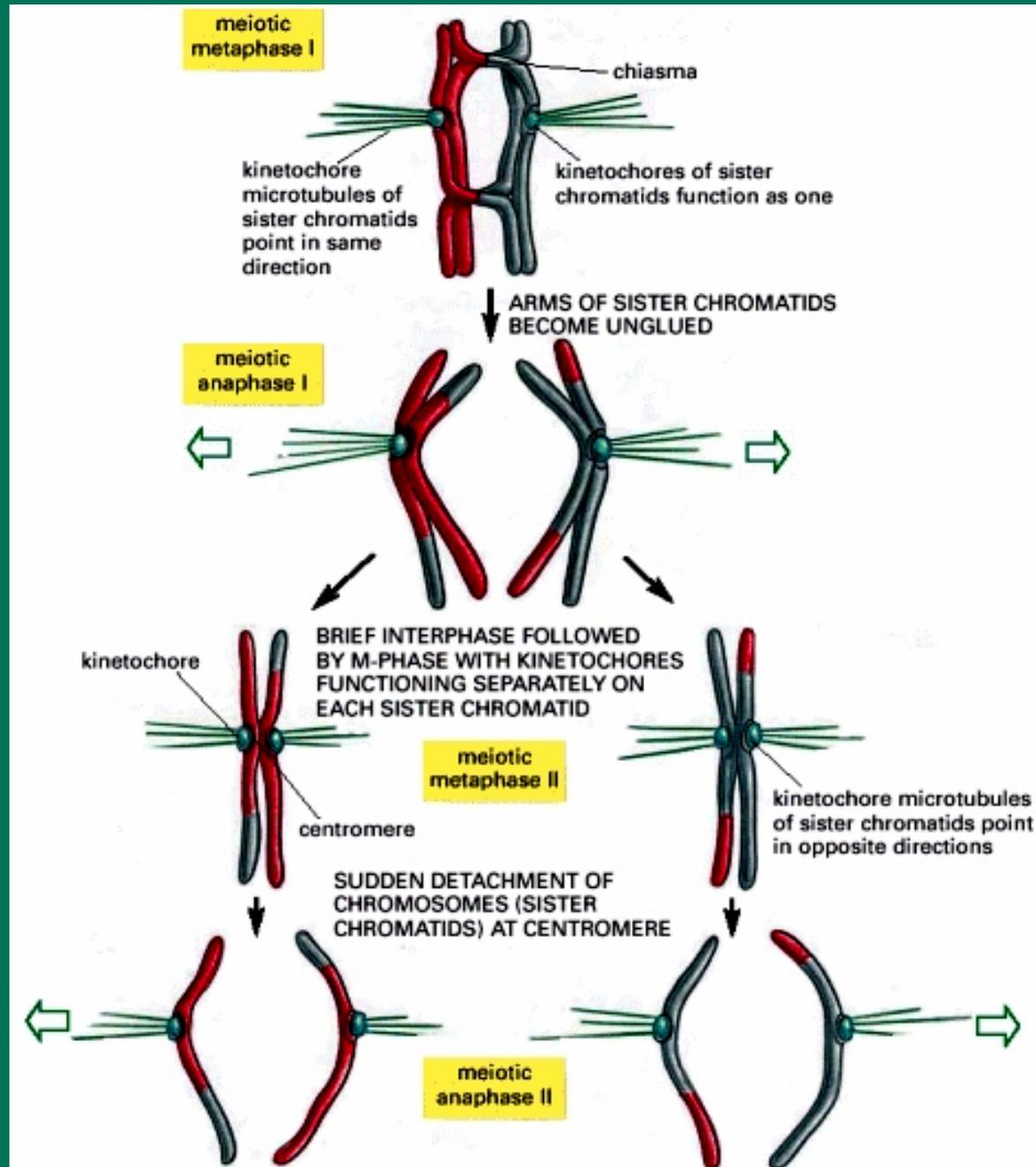
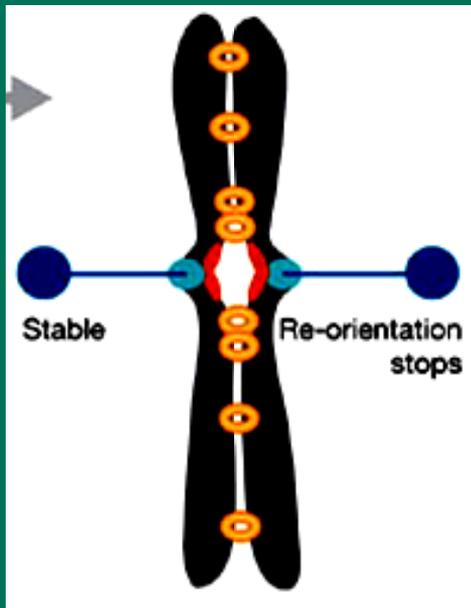
Mecanismo controlado:
En humanos existen de 2 a 3 entrecruzamientos por cromosoma

Cada una de las dos cromátidas de un cromosoma homólogo duplicado puede recombinarse con cualquiera de las otras dos cromátidas del otro cromosoma homólogo.

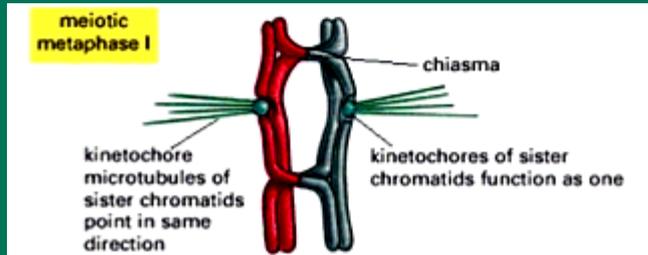


Rol de los quiasmas en la segregación de los cromosomas

Mitosis: Anafase

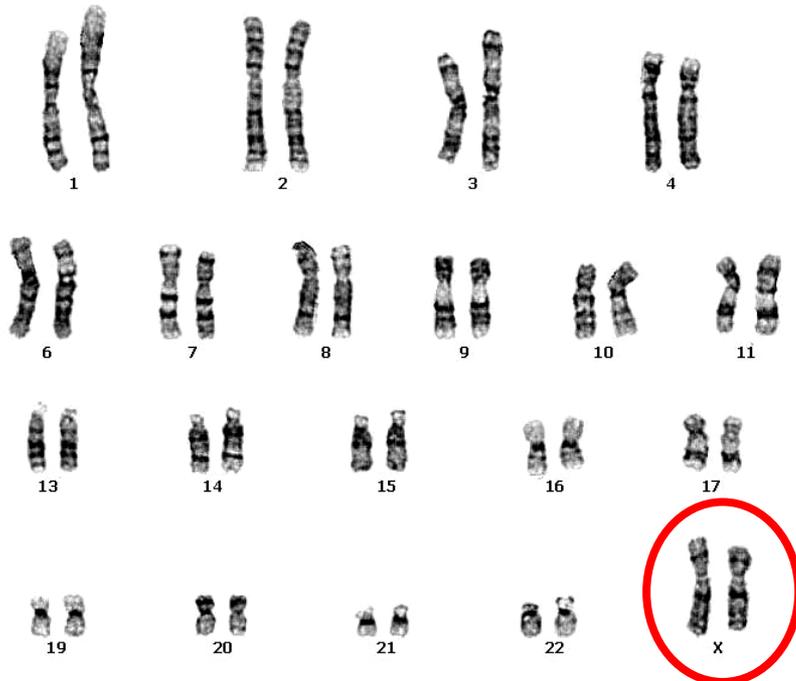


¿Cómo ocurre el crossing-over en los cromosomas sexuales?

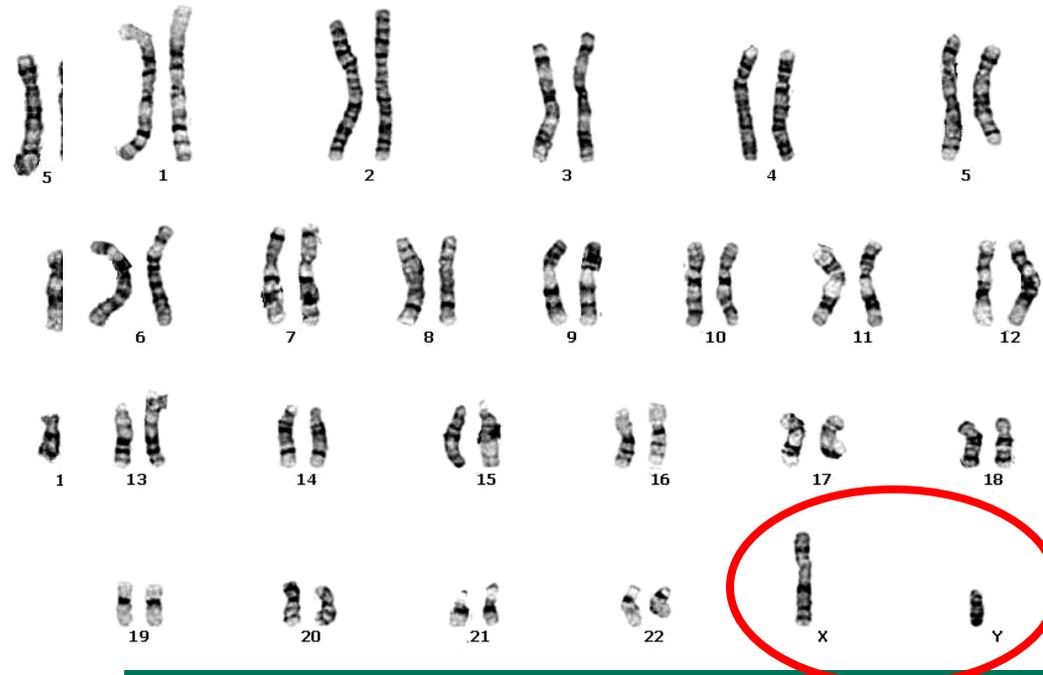


Cromosomas homólogos duplicados deben formar al menos un quiasma durante la primera división meiótica

Human Female G-bands



Human male G-bands



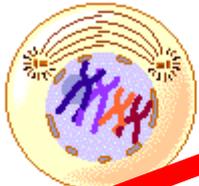
Interphase



MEIOSIS I

Prophase I

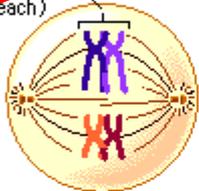
Synapsis and crossing over occur.



Tetrad (paired homologous chromosomes with 4 chromatids each)

Metaphase I

Tetrads line up on the metaphase plate.



Anaphase I

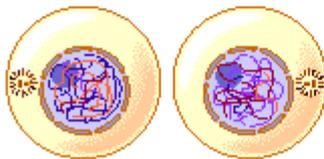
Homologous pairs separate.



Telophase I



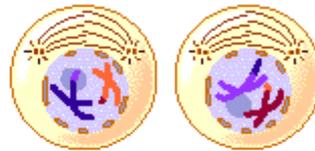
Cytokinesis I



To Prophase II

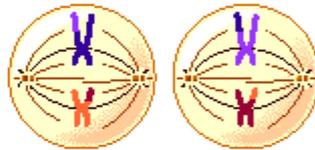
MEIOSIS II

Prophase II



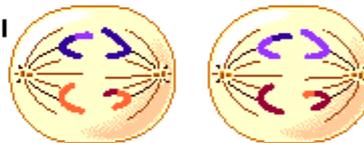
Metaphase II

Chromosomes line up on the metaphase plate.



Anaphase II

Sister chromatids separate.



Telophase II

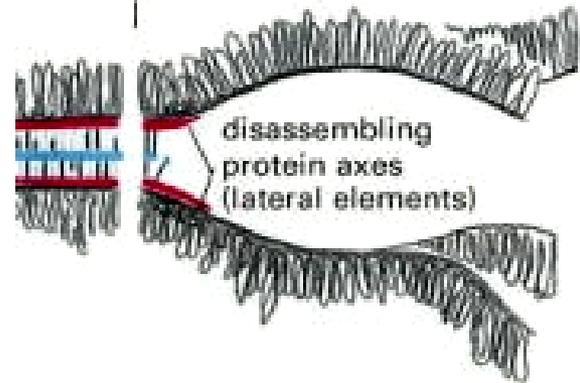


Cytokinesis II



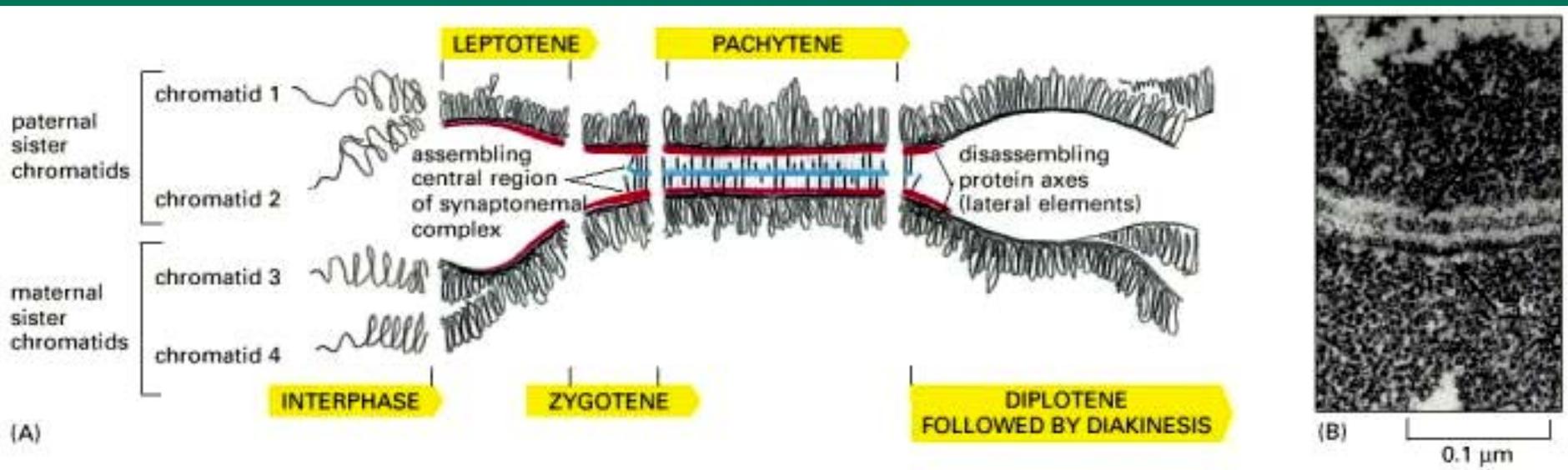
4 haploid daughter cells are formed, each having only one chromosome of each homologous pair.

NE



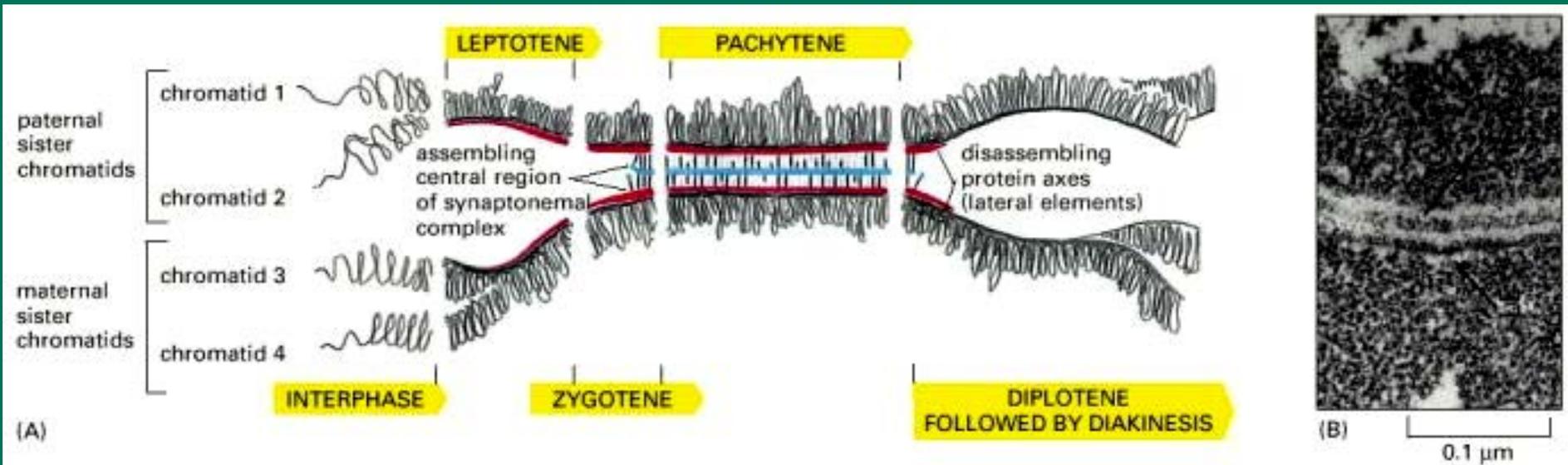
DIPLLOTENE
FOLLOWED BY DIAKINESIS

La Profase I comienza con el **Leptoteno**, los cromosomas homólogos duplicados se comienzan a condensar



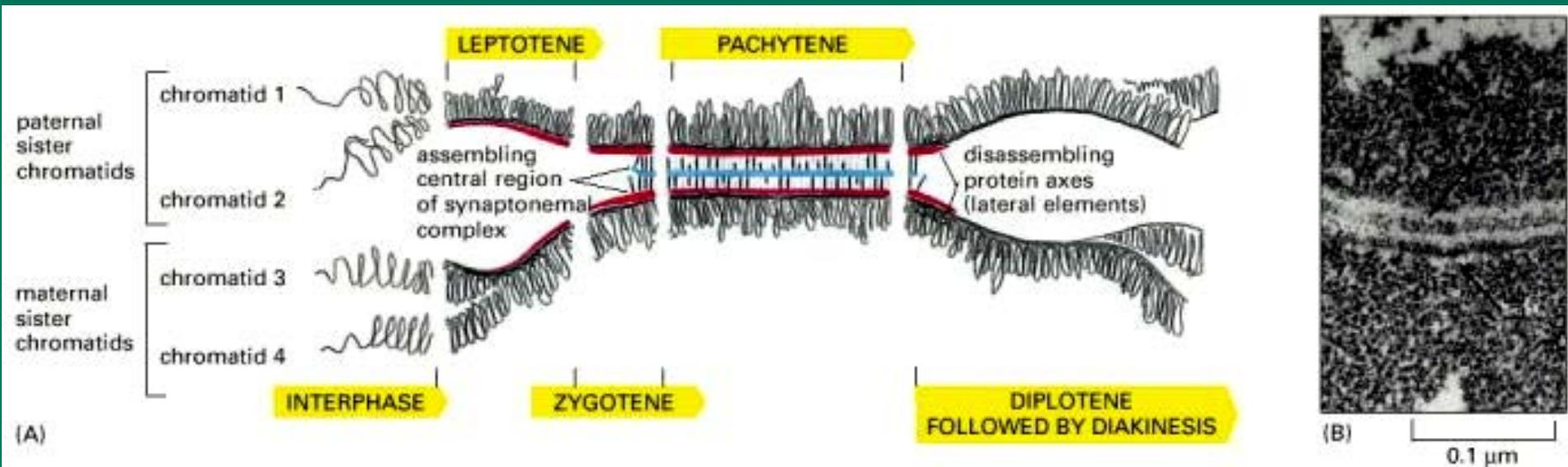
Zigoteno

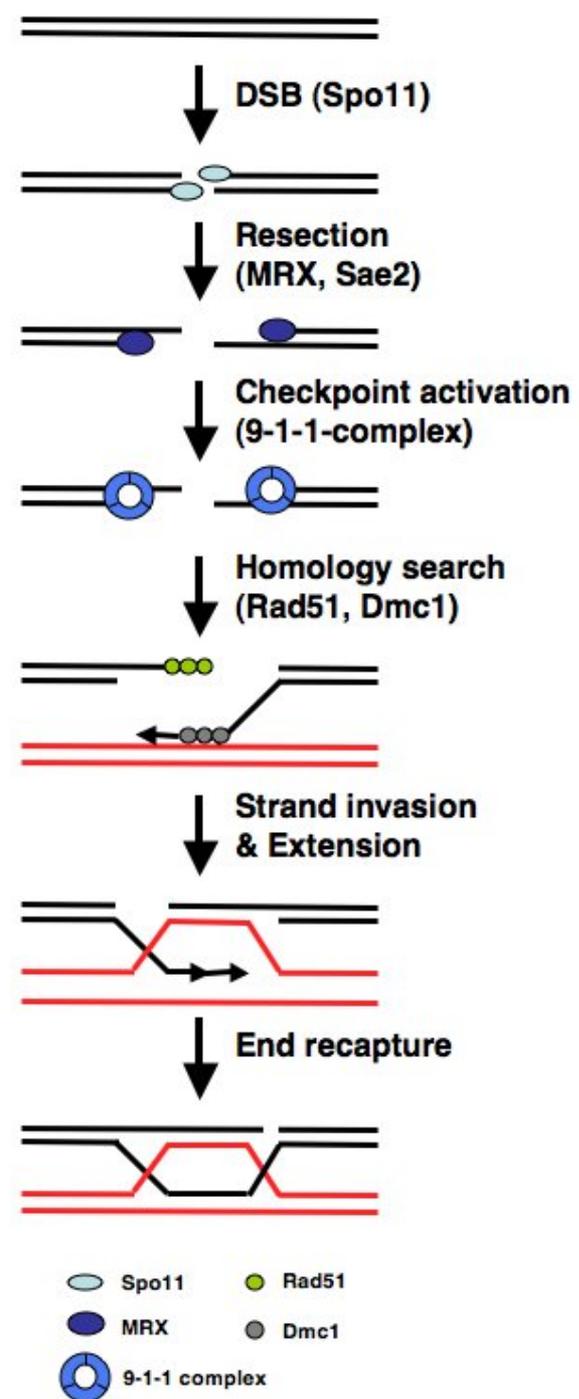
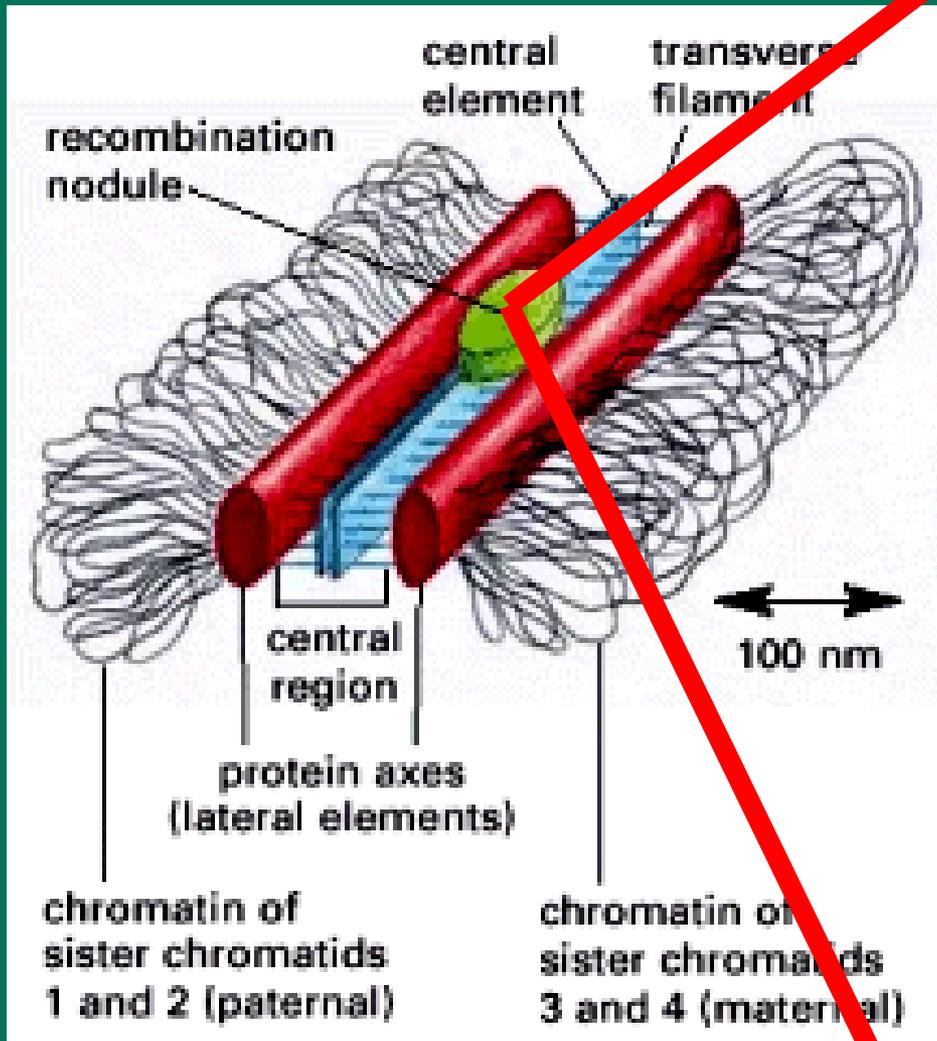
- Los cromosomas homólogos comienzan a acercarse hasta quedar apareados en toda su longitud. Esto se conoce como sinapsis (unión). Producto de la sinapsis, se forma el complejo sinaptonémico.
- En el apareamiento entre homólogos también está implicada la secuencia de genes de cada cromosoma, lo cual evita el apareamiento entre cromosomas no homólogos.



Paquiteno

- Los cromosomas homólogos duplicados y apareados forman estructuras denominadas bivalentes o tétrada.
- Formación del complejo sinaptonémico completo y “**crossing-over**” (cromátidas homólogas no hermanas intercambian material genético).
- La recombinación genética es mediada por una estructura proteica llamada nódulo de recombinación (formado por enzimas involucradas en el proceso de recombinación).
- Hay síntesis de ADN relacionada con fenómenos de reparación en consecuencia del proceso de recombinación.

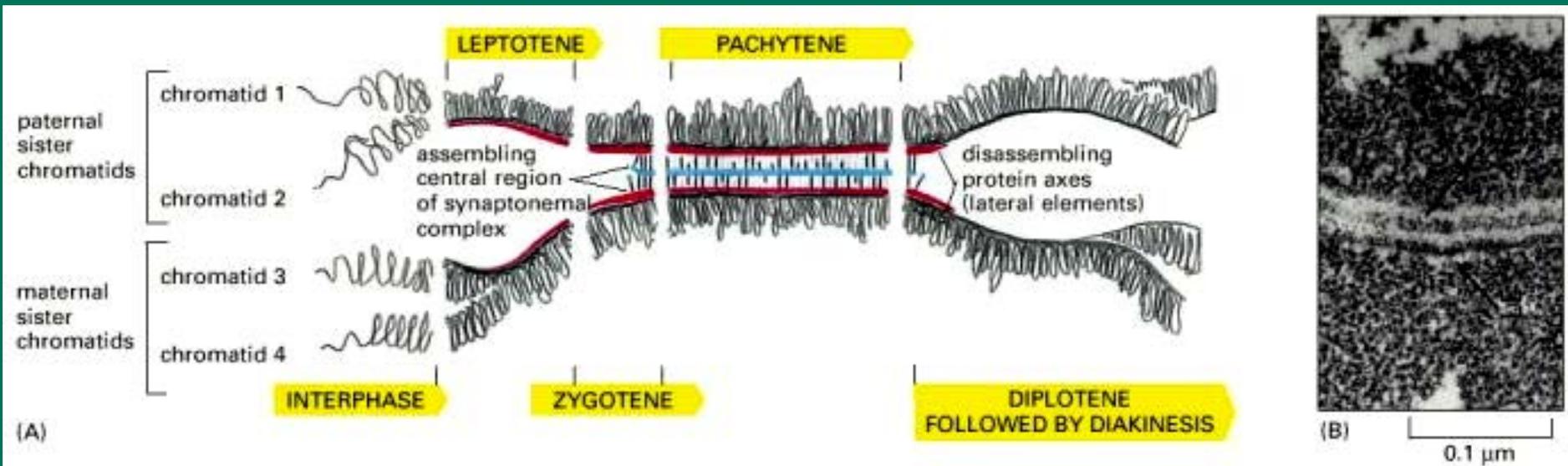




“crossing-over”- Complejo sinaptonémico

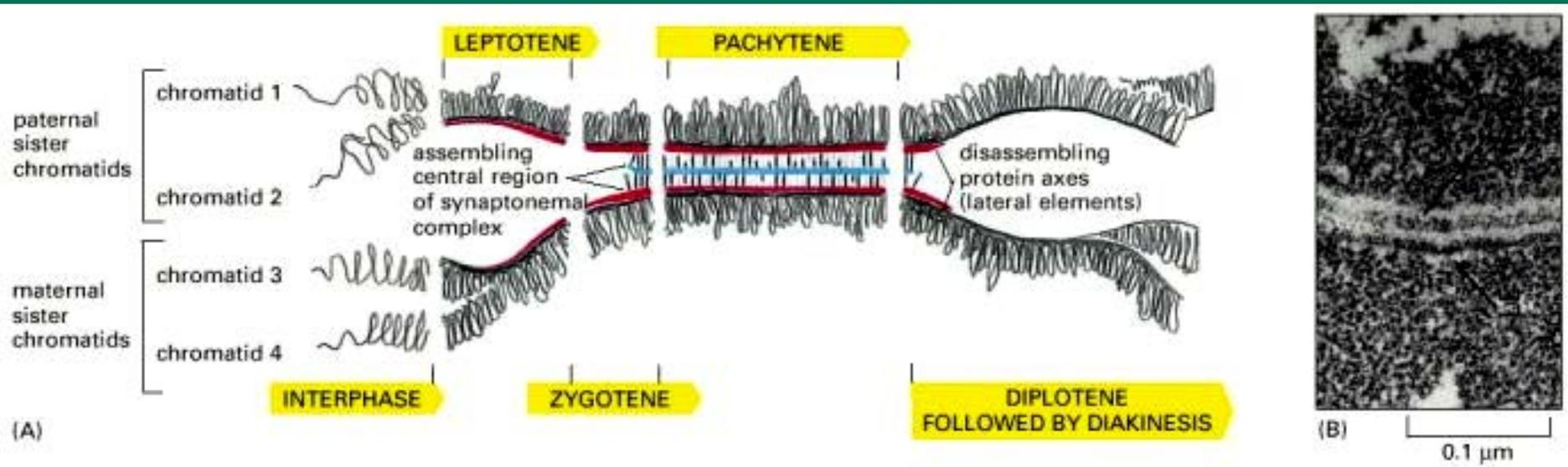
Diploteno

- Los cromosomas continúan condensándose. En algunas especies se descondensan algunas regiones del cromosoma.
- Se pueden observar los lugares del cromosoma donde se ha producido la recombinación (**quiasmas**).
- En este punto, la **meiosis puede sufrir una pausa, como ocurre en el caso de la formación de los ovocitos humanos.**

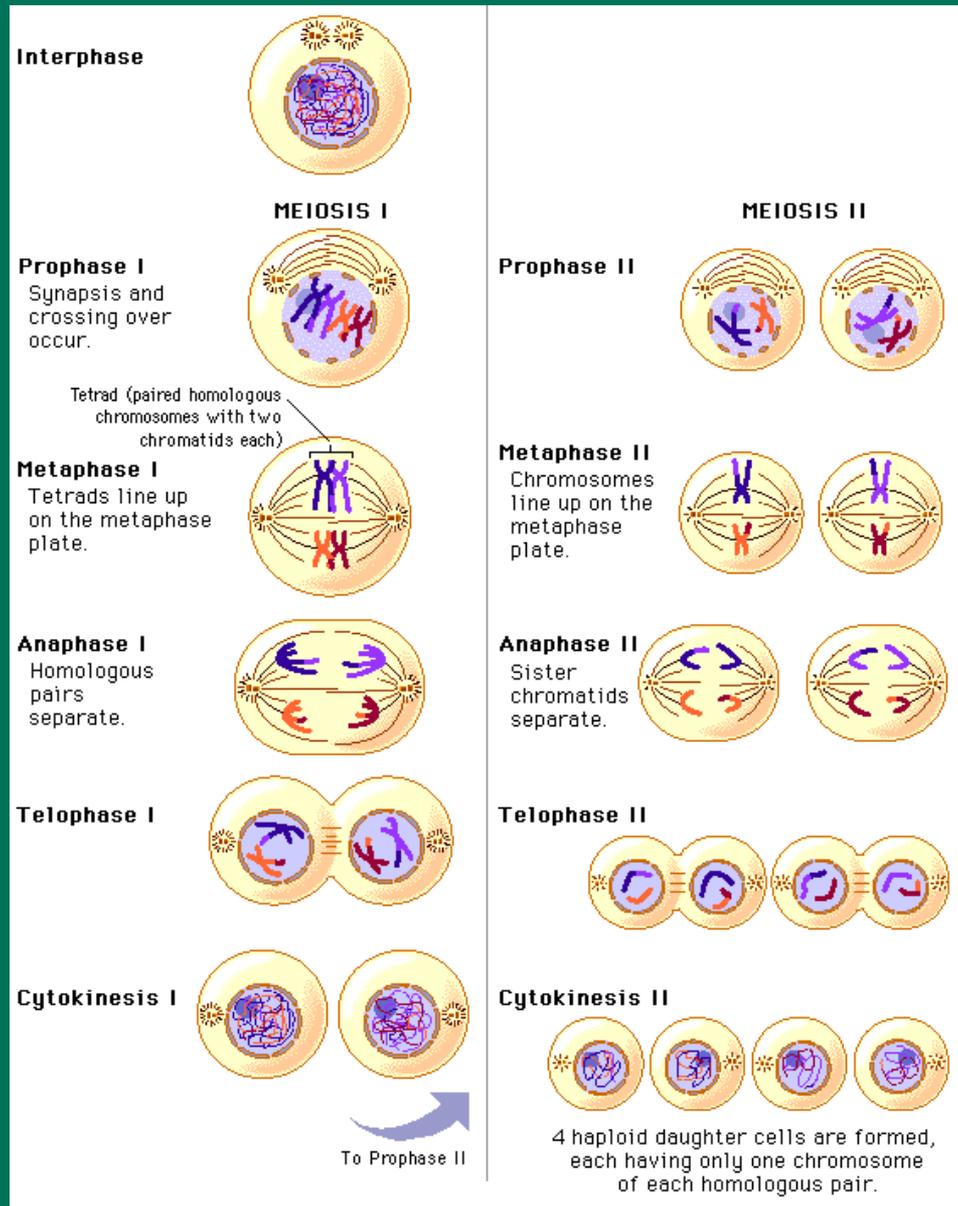


Diacinesis

El final de la diacinesis, y por lo tanto, de la profase I meiótica viene marcado por la rotura de la membrana nuclear.



Meiosis termina con dos divisiones celulares sucesivas sin replicación del DNA



Fecundación:



- Aproximadamente 8 millones gametos diferentes puede generar la madre, y otras 8 millones el padre...
- Entonces más de 64 trillones de cigotos diferentes se podrían generar!!!

Células germinales: progenitoras de los gametos



Migran

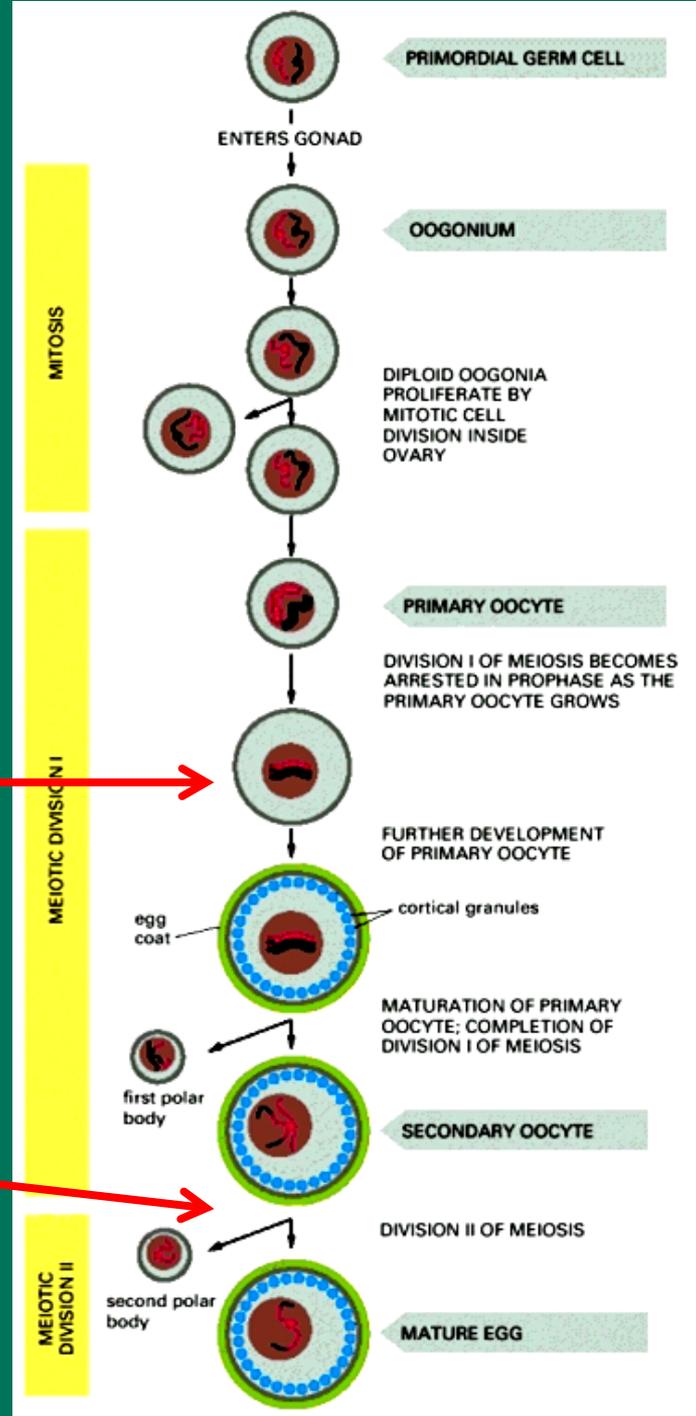
Gónadas en desarrollo:
testículos y ovarios

Desarrollo del huevo: Ovogénesis

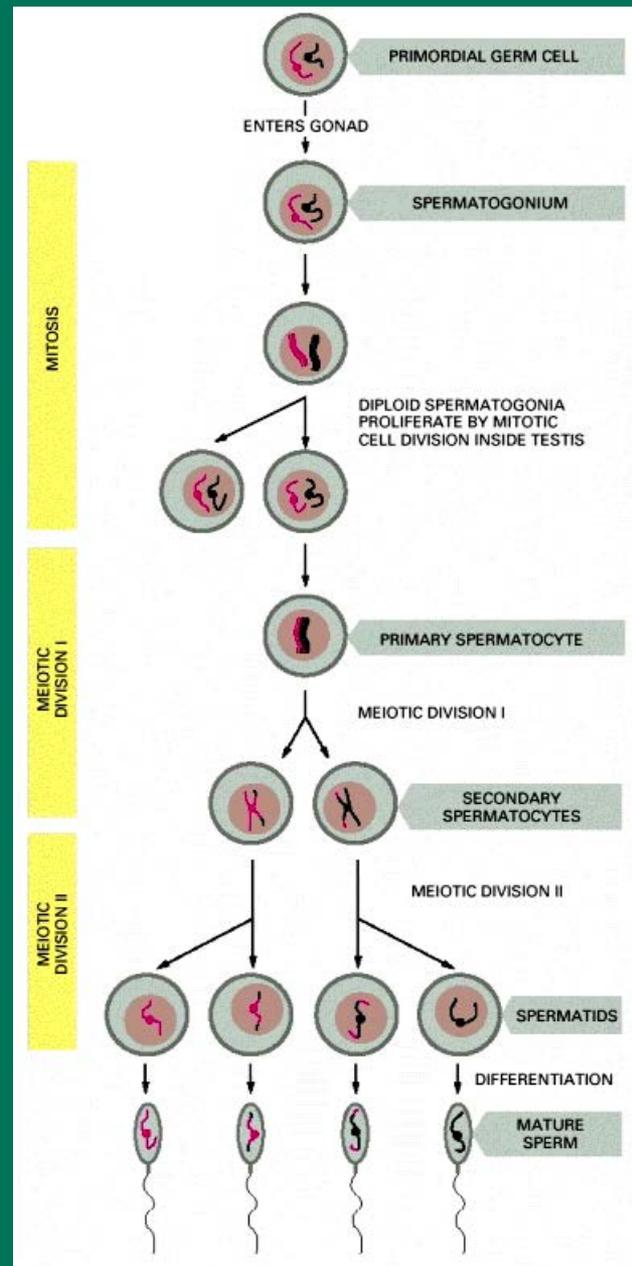
Antes del nacimiento

Freno en **diploteno** hasta madurez sexual. Ovulación.

Metafase II.
Freno hasta fertilización



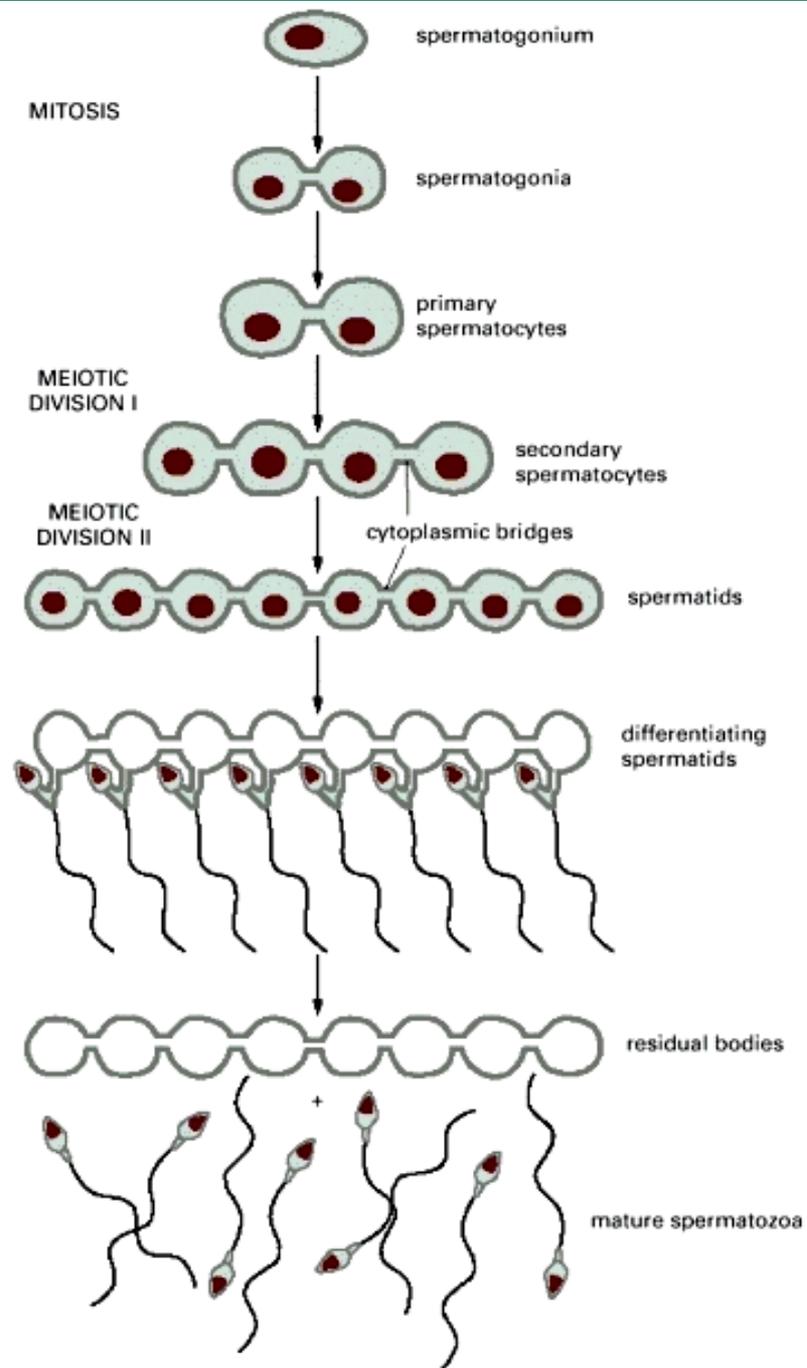
Espermatogénesis: no se inicia hasta la pubertad, luego se realiza continuamente



22 cromosomas
autosomales duplicados +
X duplicado
o
Y duplicado

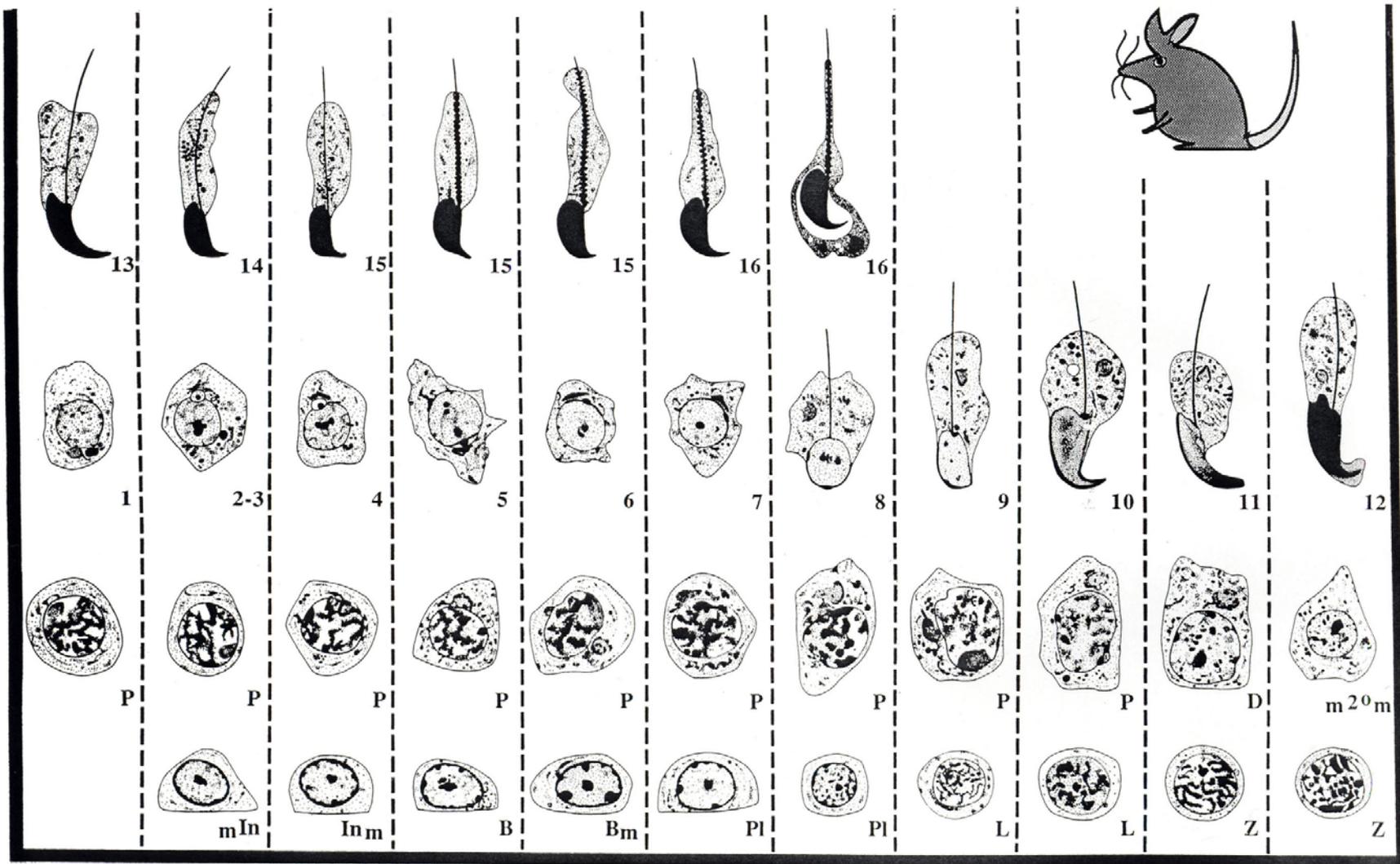
Haploide de cromosomas

Espermatogénesis



Espermiogénesis

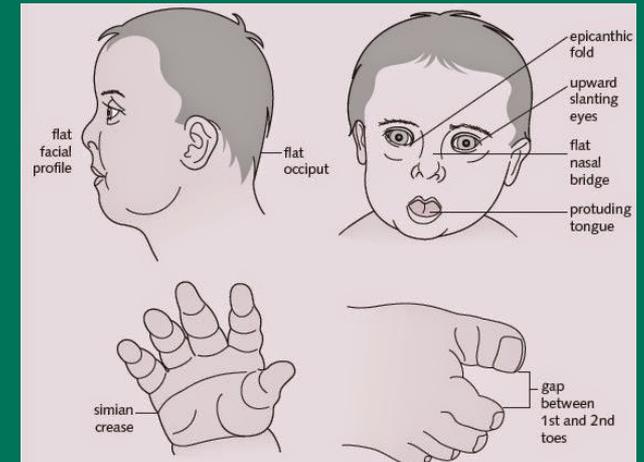
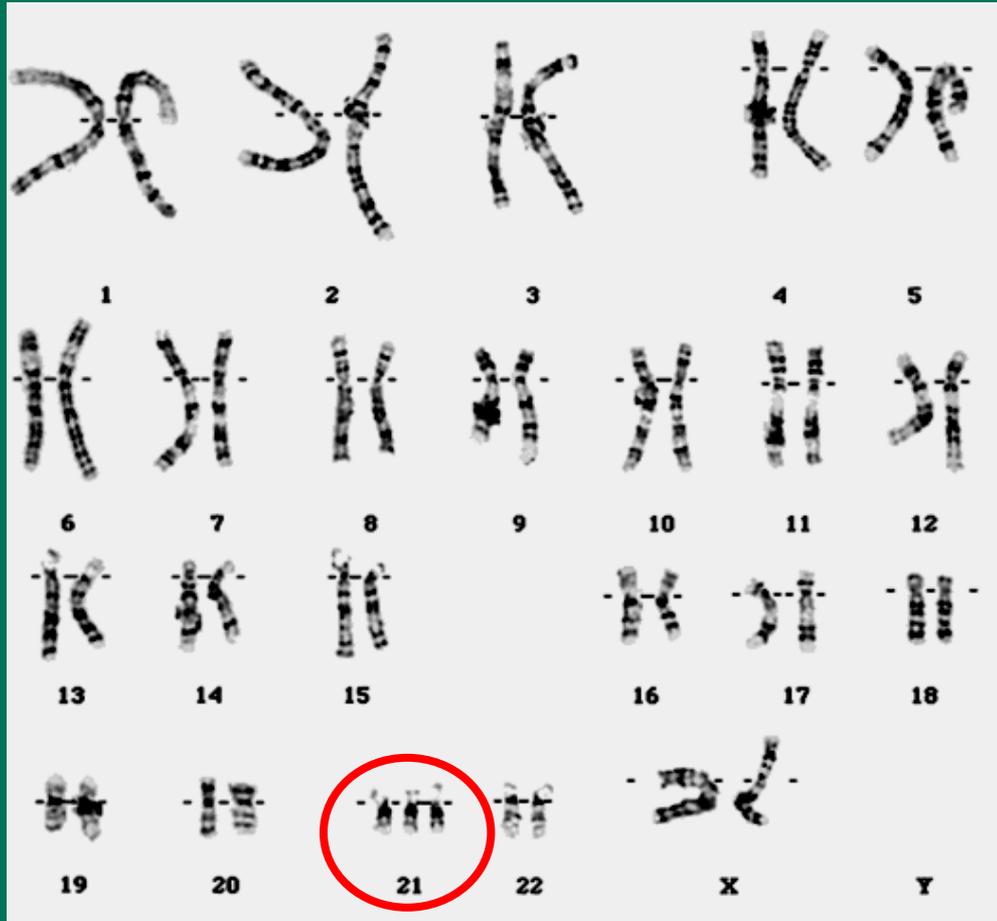




I II-III IV V VI VII VIII IX X XI XII

STAGES OF THE CYCLE

Aneuploidía autosómica: Síndrome de Down (trisomía)



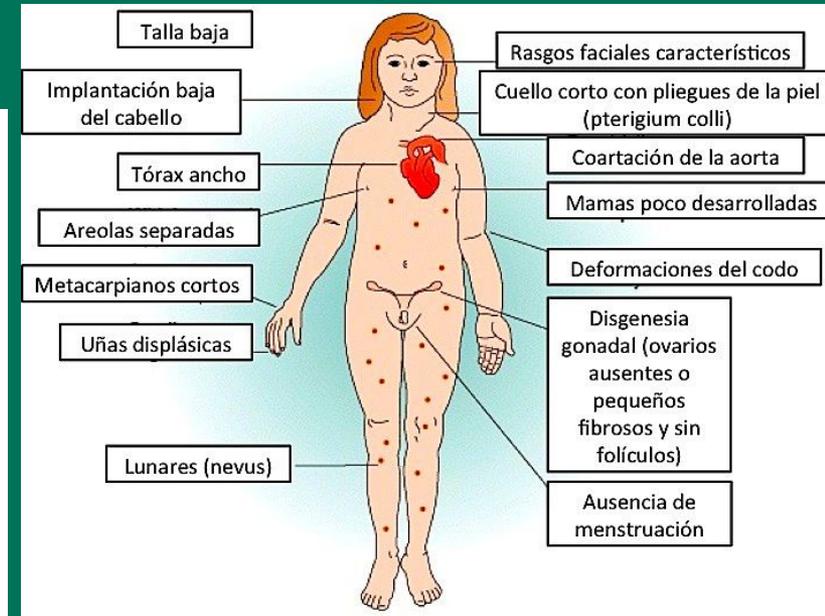
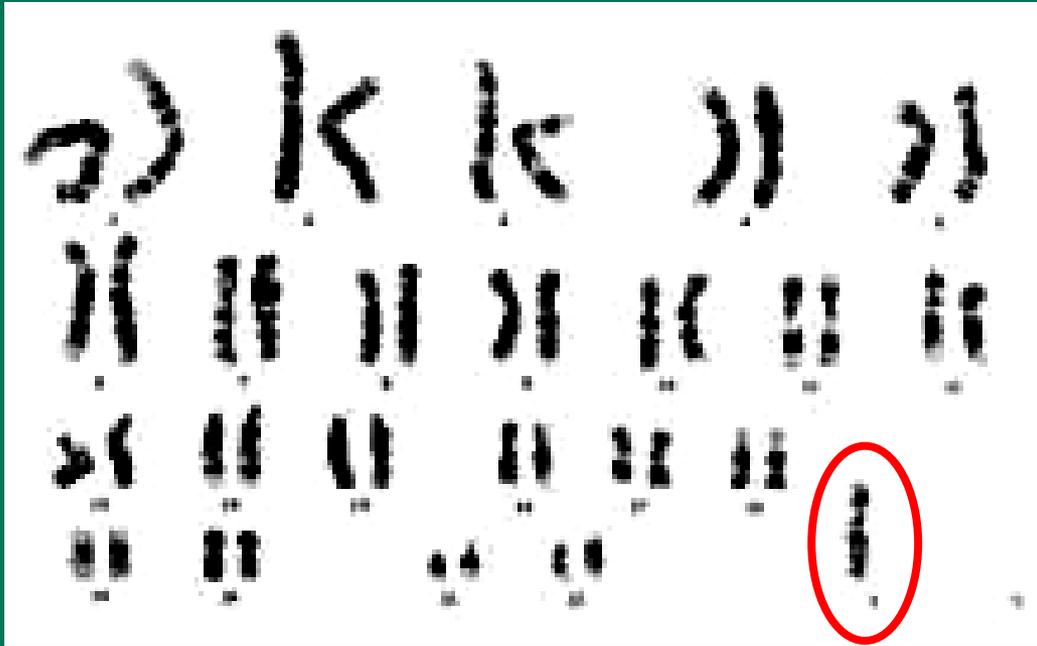
La anomalía numérica más frecuente en recién nacidos. Se caracteriza por un cromosoma 21 extra y el cariotipo se escribe así: **47,XX,+21**

47: el número total de cromosomas (46 es lo normal).

XX: los cromosomas sexuales (femeninos).

+21: indica que el cromosoma extra es un 21.

Aneuploidías de cromosomas sexuales: Síndrome de Turner (monosomía)



- En el síndrome de Turner, el cual sólo ocurre en las mujeres, a las células les falta todo o parte de un cromosoma X.
- Se presenta en aproximadamente 1 de cada 2.000 nacimientos vivos.