

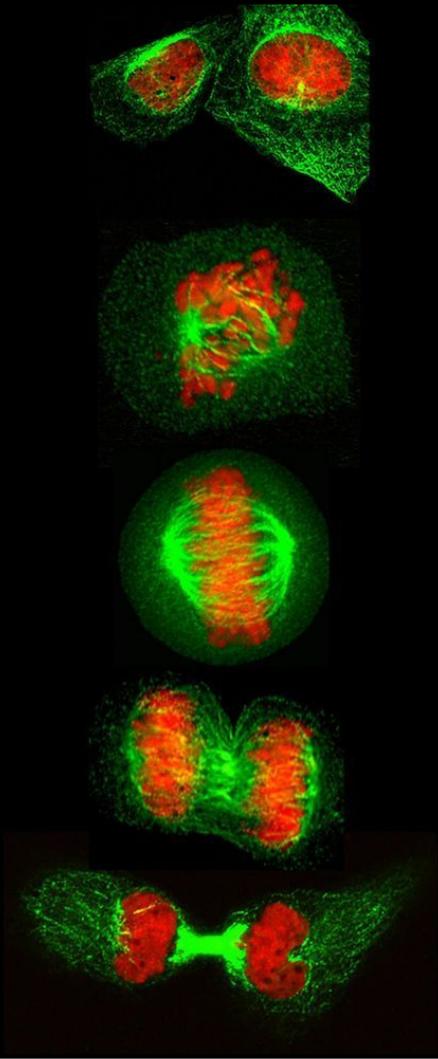
División celular

MITOSIS y MEIOSIS

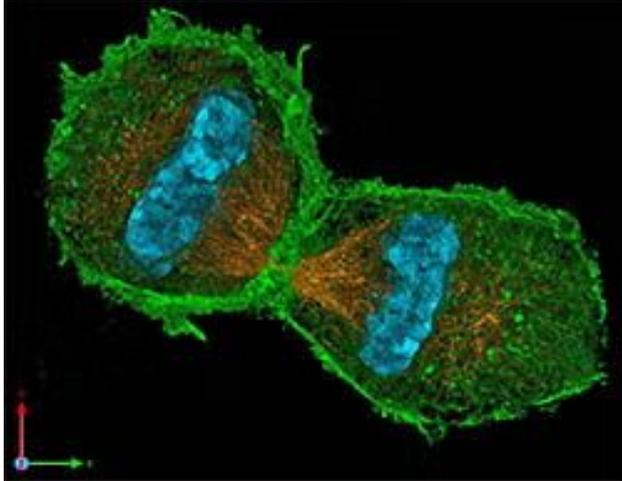
Mariana Semeniuk, PhD

Cátedra de Biología
Facultad de Psicología
Universidad Católica de Santa Fe

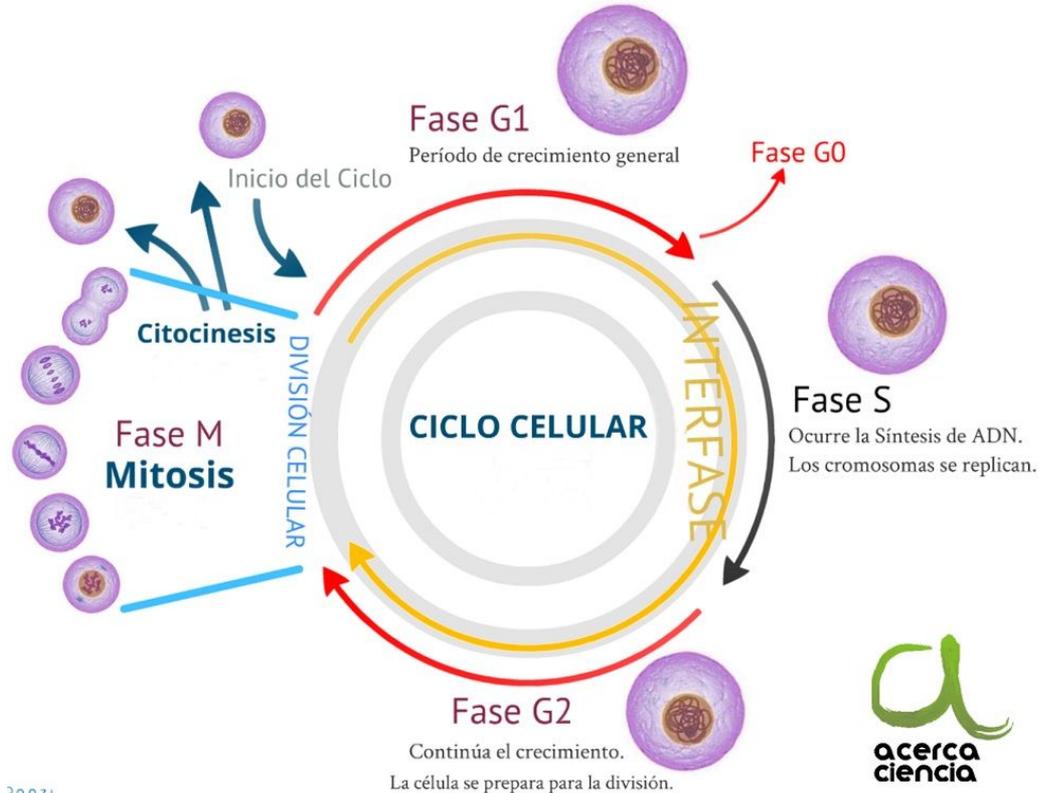
07/05/2025



Las células se preparan para la **división celular**.



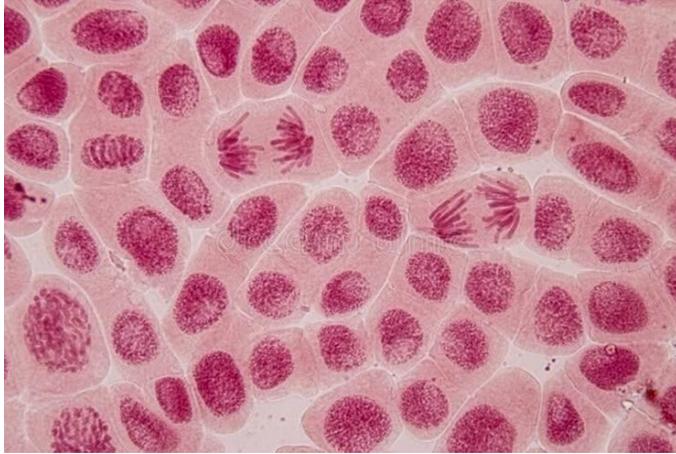
- 1) Duplicar sus **organelas**
- 2) Duplicar el **ADN**



PROZI

a
acerca
ciencia

Las células se **dividen**.



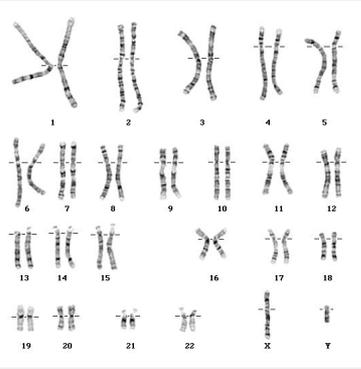
La **mitosis** y la **meiosis** son los procesos por los que las células se dividen.

La **mitosis** ocurre en todas las células **somáticas** (diploides), y ocurre en todos los tejidos del cuerpo siempre que sea necesario, por ejemplo, en la etapa de crecimiento de un organismo o para reparar tejidos.



La **meiosis** tiene como único objetivo crear células con la mitad del material genético (haploides), y por ello ocurre en las células germinales: **óvulos** y **espermatozoides**.

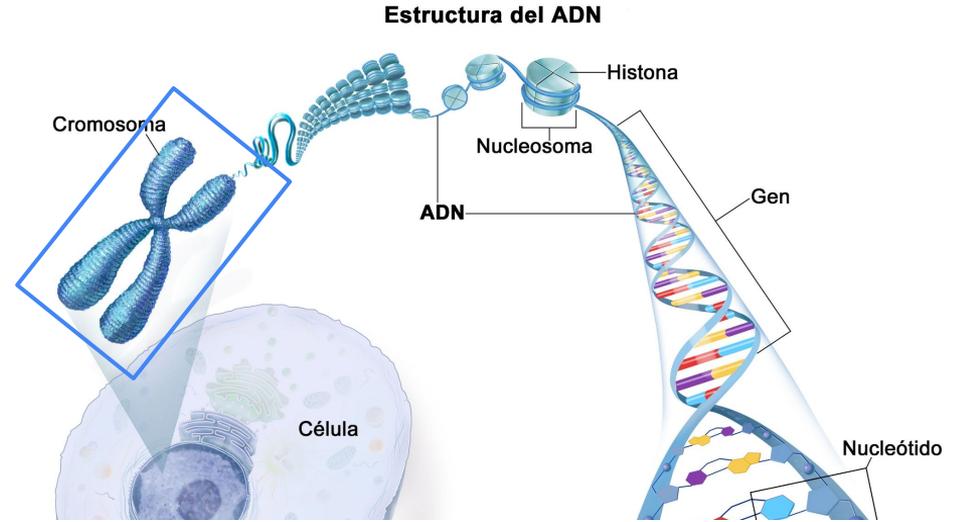
1 cromosoma = 1 molécula de ADN superenrollada



Si tengo **46 cromosomas**,
tengo **46 moléculas de
ADN distintas**.

Cada una de estas moléculas de ADN
pasa por un proceso de replicación
cuando la célula se está preparando
para dividirse.

Las cromátidas hermanas de un cromosoma
son **moléculas idénticas entre sí**.



El concepto de **cromátidas hermanas** surge
para explicar mejor los procesos que ocurren
durante la división celular

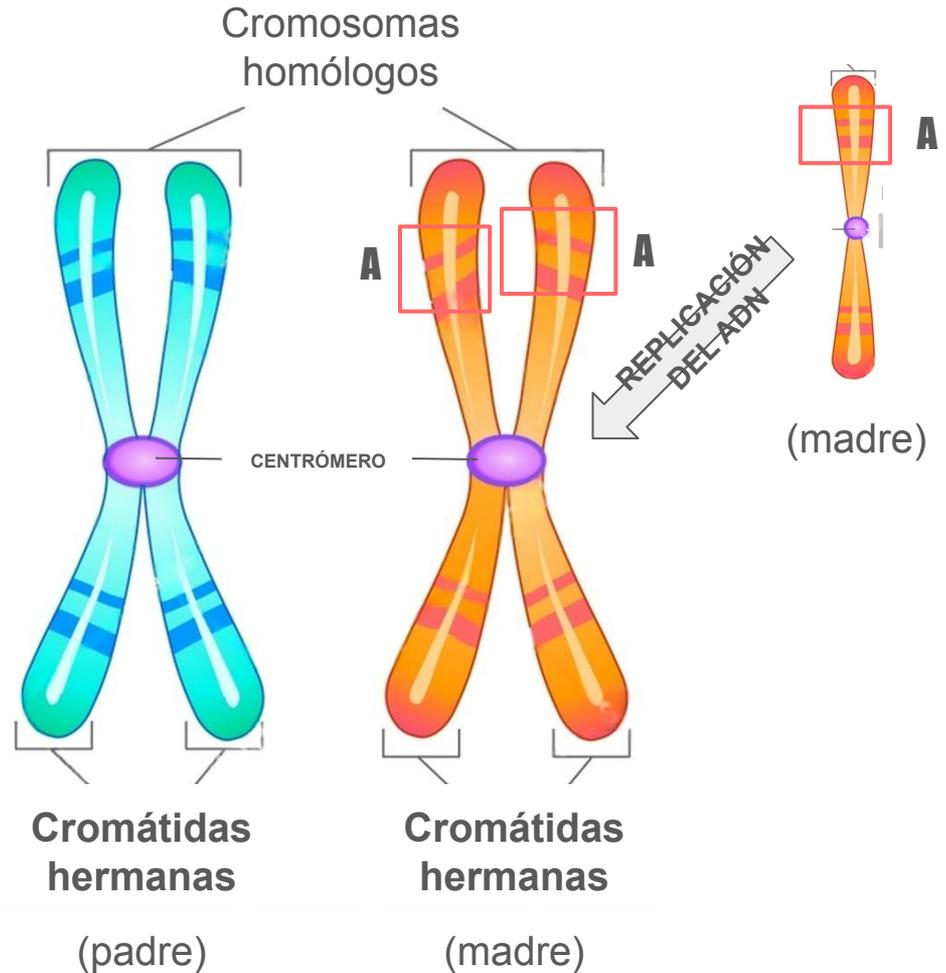


REPLICACIÓN DEL ADN

Las cromátidas hermanas son moléculas de ADN **idénticas entre sí, unidas** a través del **centrómero**. Se originan durante la replicación del ADN.

En otras palabras, cuando un cromosoma es **duplicado** en el proceso de replicación, se genera una **copia idéntica** de sí mismo que se mantiene **unida** al cromosoma original.

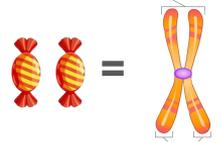
Esta copia y el cromosoma que le dio origen reciben el nombre de **cromátidas hermanas**.



Mitosis



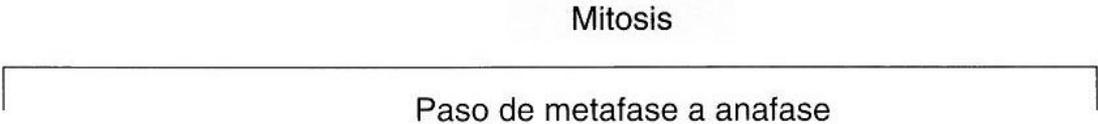
Los pares de caramelos del mismo sabor son los **cromosomas** luego de la **replicación** (están **duplicados** y **unidos** a su **ADN copia** por el **centrómero**)



El **paquete** es la **envoltura del núcleo** (la **membrana nuclear**)

Mitosis

B



Interfase

Profase

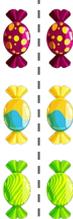
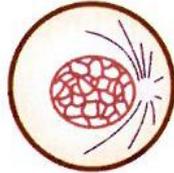
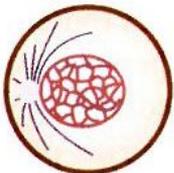
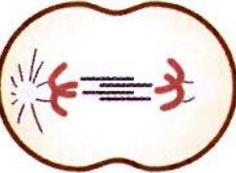
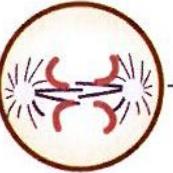
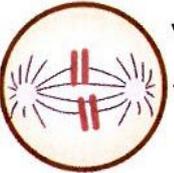
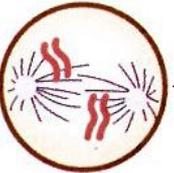
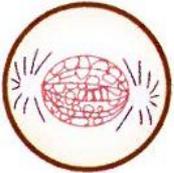
Prometafase

Metafase

Anafase

Telofase

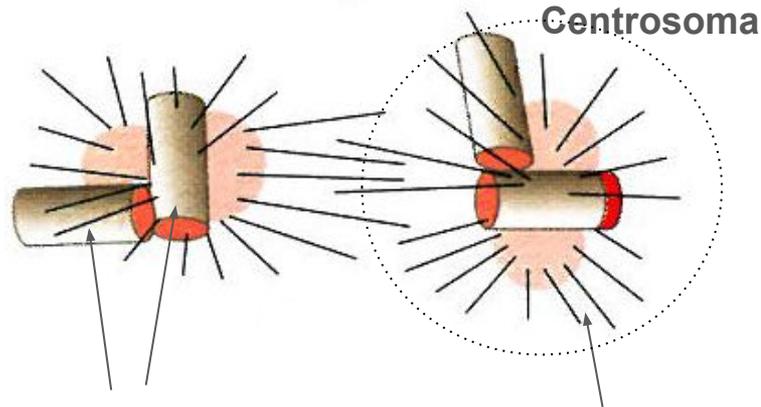
Citocinesis



En la célula: ¿Quiénes **participan** en la mitosis?

Huso mitótico

(estructura **organizadora** de **microtúbulos**, compuesta por dos centríolos)



centríolos del centrosoma + microtúbulos

(organelas cilíndricas que forman parte del centrosoma)

(estructuras cilíndricas con forma de tubos finos, con capacidad de aumentar o reducir su longitud rápidamente)

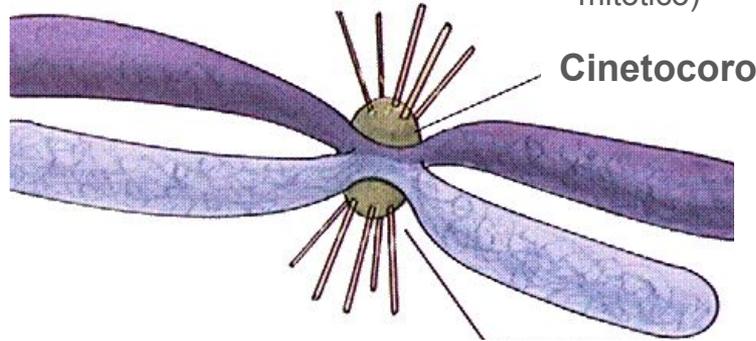
¿Qué es un HUSO?

Es una herramienta que data del Neolítico y que se utiliza hasta la actualidad. El huso y el telar fueron dos de los inventos más revolucionarios del Neolítico. Para realizar una prenda de vestir se necesita primero hilar y después tejer. Las personas del Neolítico primero utilizaban un huso, para conseguir un hilo muy fino, que después utilizaban en un telar para ir realizando la prenda que necesitaban.



¿Quiénes **participan** de este proceso?

Cromosoma con
las dos **cromátidas**
hermanas



(estructura formada por proteínas de anclaje que se adosan al centrómero, y a las que se unen los microtúbulos del huso mitótico)

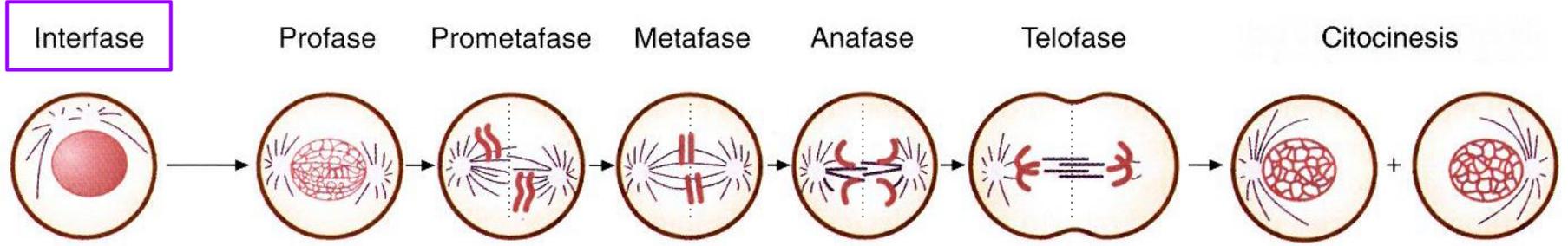
Cinetocoro

Centrómero

(región estrecha del cromosoma por donde se mantienen unidas las cromátidas hermanas)

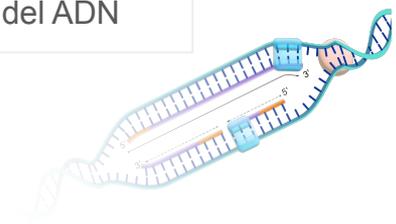
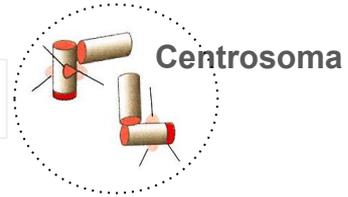
Mitosis

B



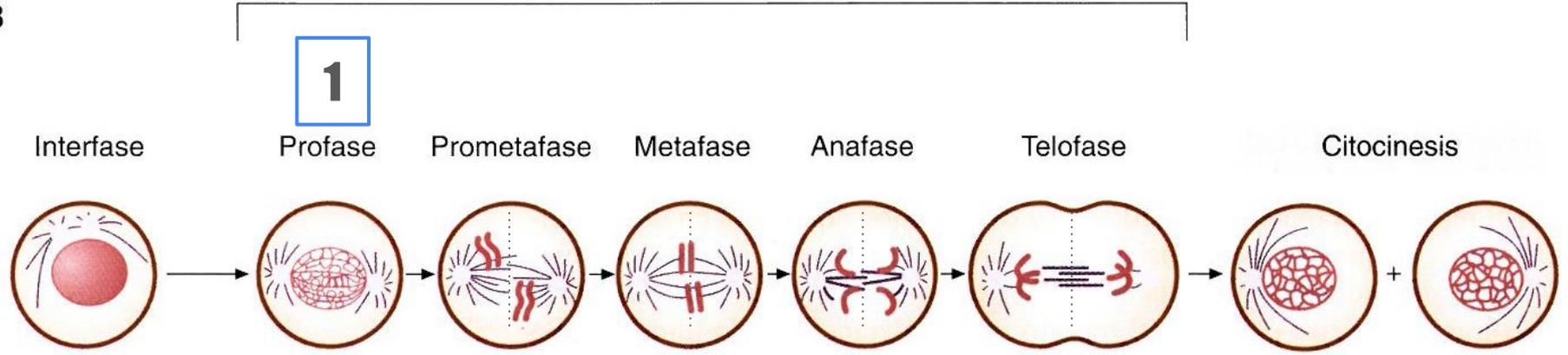
1) Duplicación de todas las **organelas** (incluyendo los **centríolos**)

2) **Replicación del ADN**

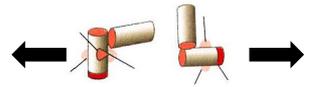
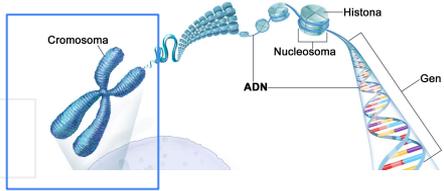


Mitosis

B



1) Condensación del ADN en el núcleo



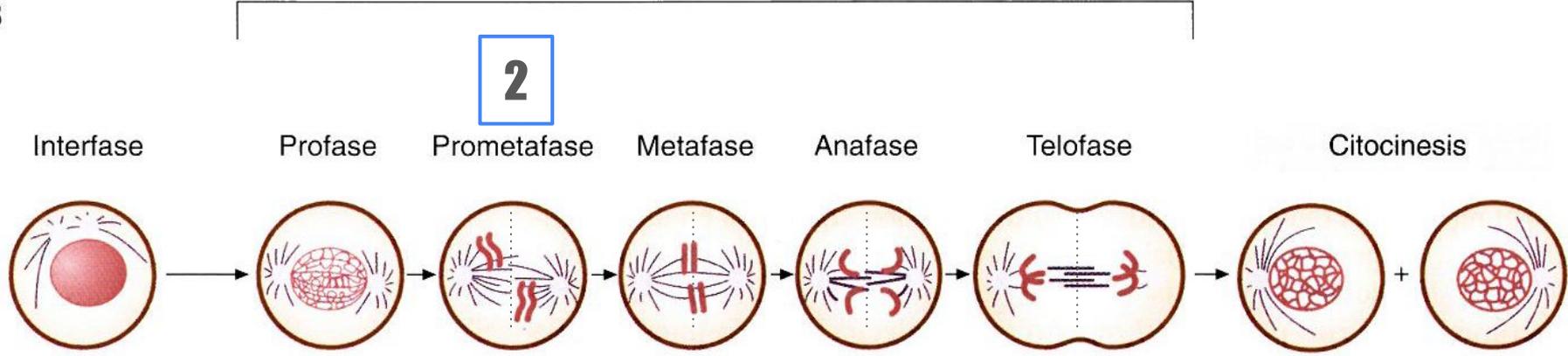
2) Migración de los **centríolos** a extremos **opuestos** de la célula (formación de nuevos **centrosomas**)

3) Comienza a formarse el **huso mitótico**

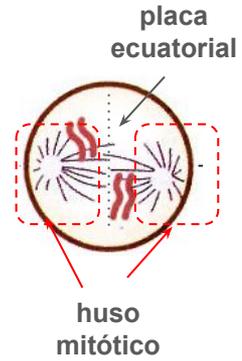
4) Anclaje de los **cinetocoros** al **centrómero** de cada cromosoma

Mitosis

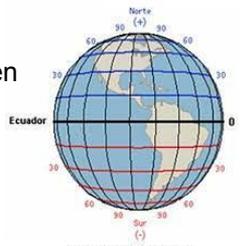
B



- 1) Desaparece la **membrana nuclear**
- 2) Finaliza la formación del **huso mitótico**
- 3) Los **microtúbulos** del huso se unen a las proteínas de anclaje (**cinetocoros**)
- 4) Los **cromosomas** comienzan a ser alineados en la **placa ecuatorial** de la célula

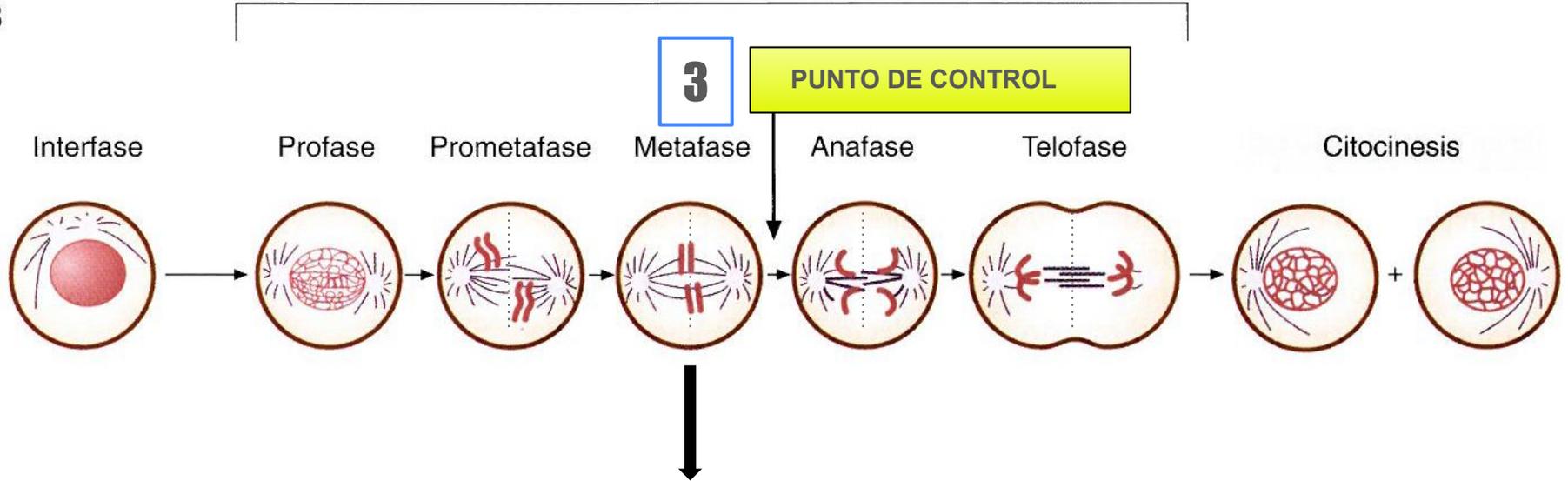


"Ecuatorial": porque se ubica en el centro geométrico de la célula, al igual que el ecuador en un globo terrestre.



Mitosis

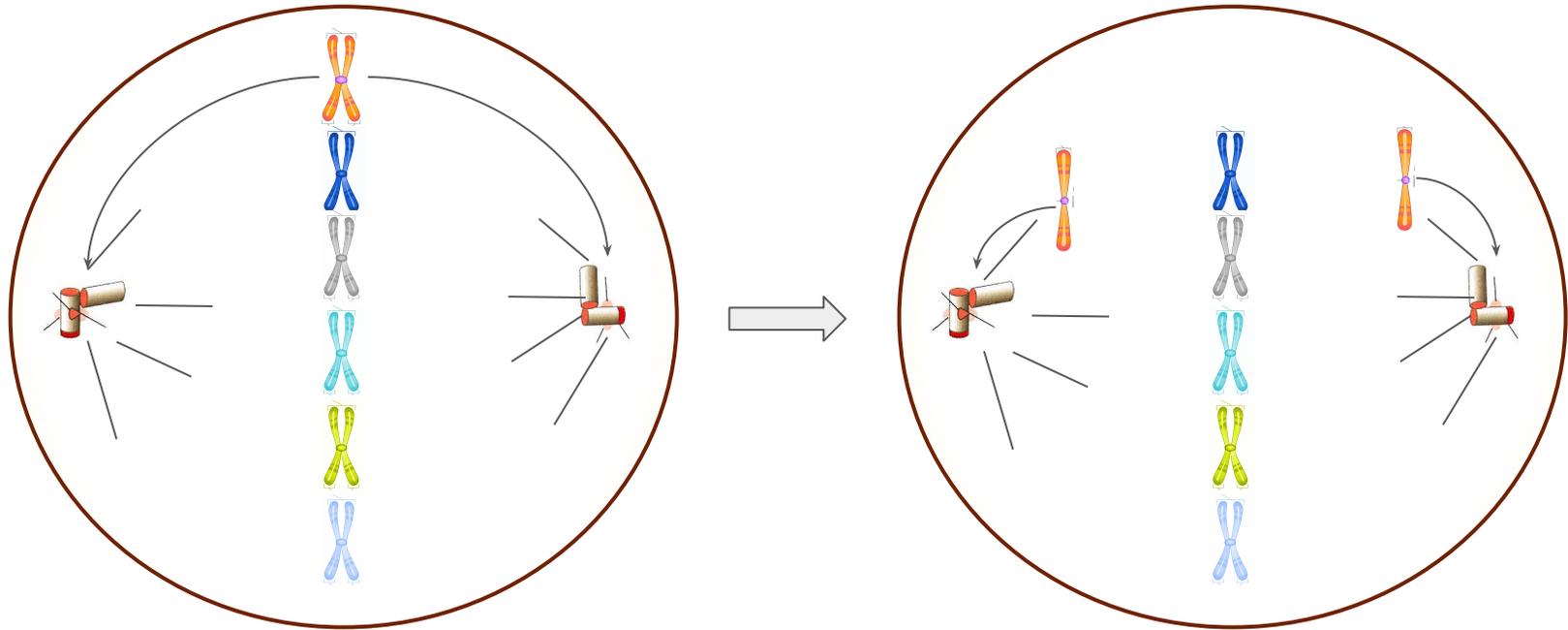
B



1) Los **cromosomas** están **completamente alineados** en la **placa ecuatorial** de la célula

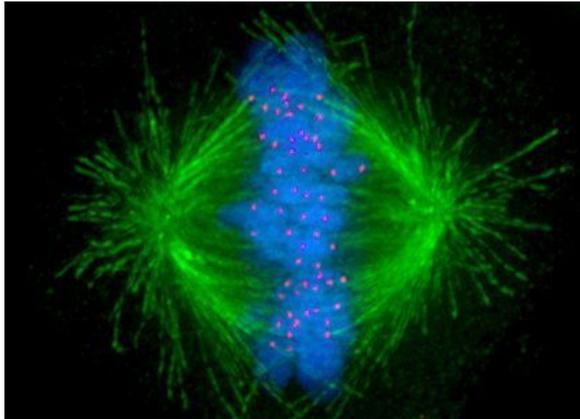
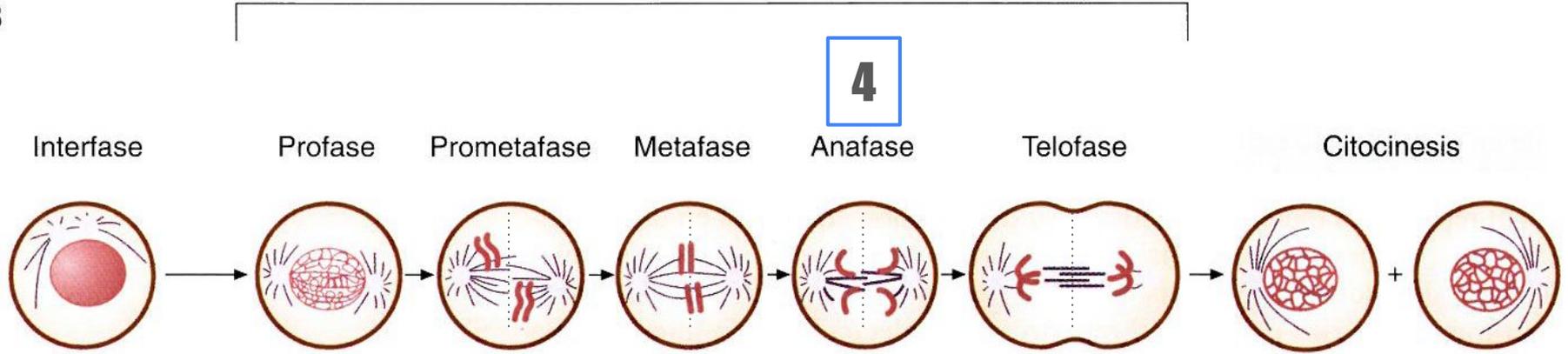
2) Cada **cromátida hermana** está unida a microtúbulos de **centrosomas** distintos

Cada **cromátida hermana** está unida a microtúbulos de **centrosomas** distintos



Mitosis

B

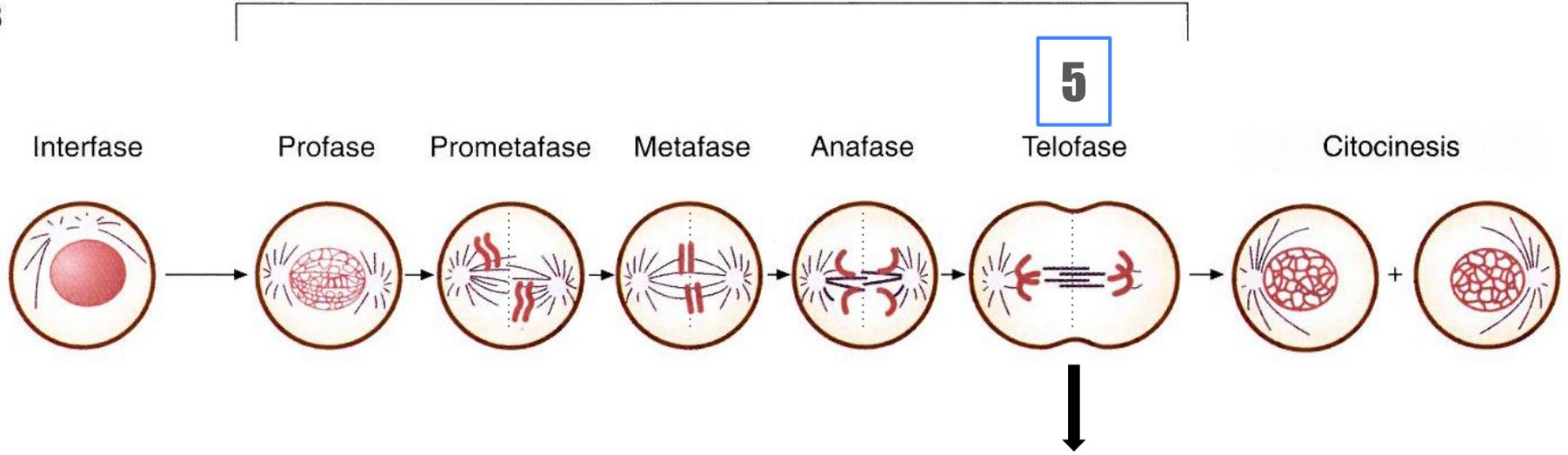


1) Se separa las **cromátidas hermanas**

2) Cada **cromátida** es transportada hacia extremos opuestos de la célula

Mitosis

B



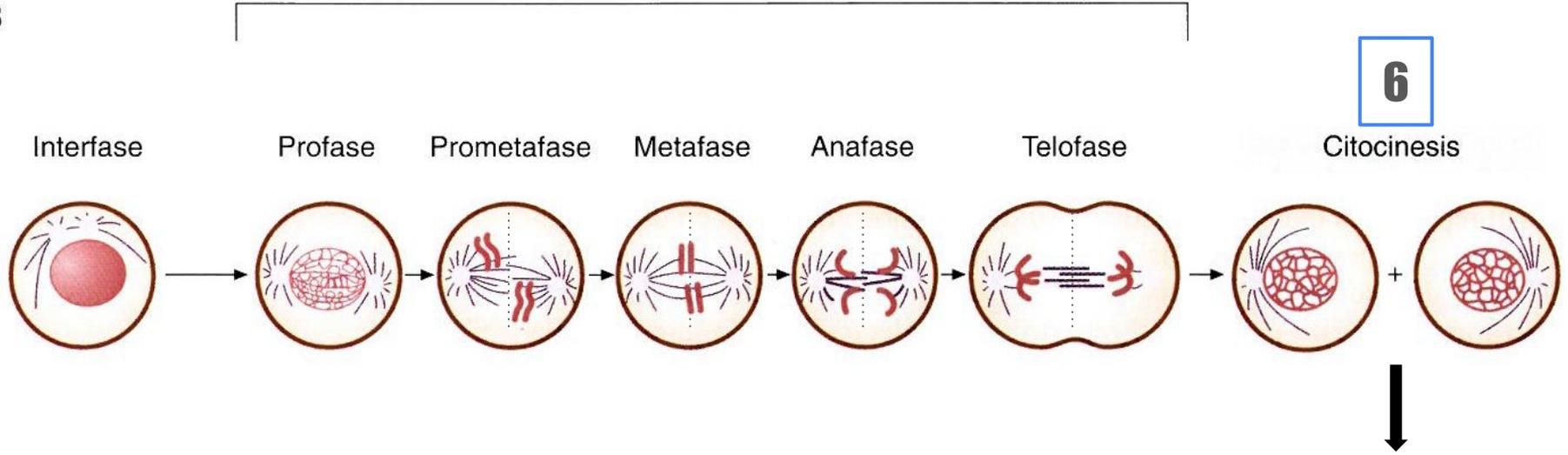
Como las **cromátidas hermanas** fueron separadas, ahora podemos volver a hablar de **cromosomas**.

1) Se vuelve a formar la **membrana nuclear**

2) Los cromosomas se **descondensan**

Mitosis

B

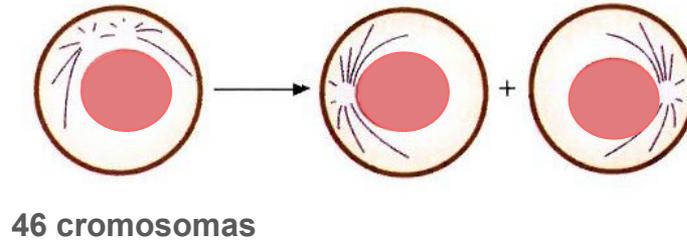


1) Formación de un **anillo contráctil** en la zona de la placa ecuatorial

2) El anillo se estrecha hasta formar las **dos células hijas**

¿Qué **obtengo** al final de la **mitosis**?

MITOSIS



2 células hijas, con **46 cromosomas** cada una, idénticas entre sí e iguales (genéticamente) a la célula que les dio origen

División celular

(continuación)

MEIOSIS

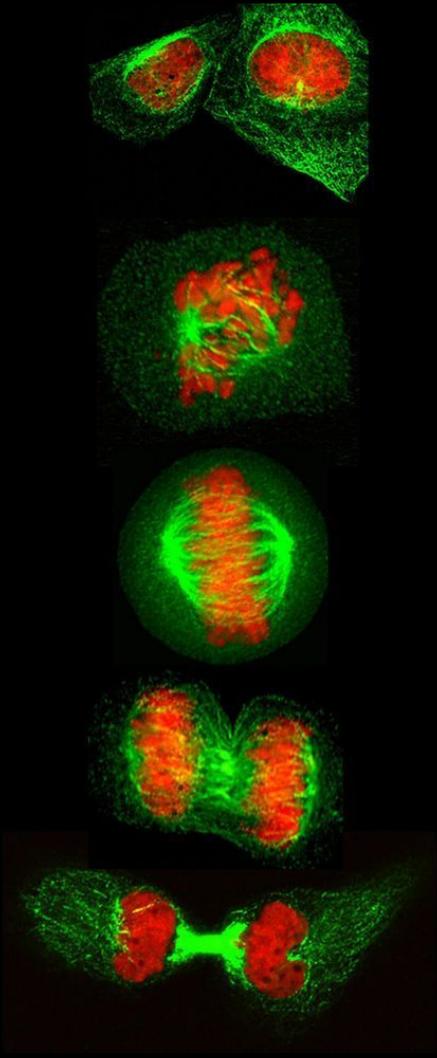
Mariana Semeniuk, PhD

Cátedra de Biología

Facultad de Psicología

Universidad Católica de Santa Fe

07/05/2025



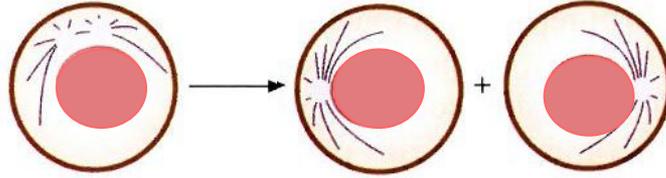
Cigoto: 46 cromosomas

**Óvulo:
23 cromosomas**

**Espermatozoide:
23 cromosomas**



MITOSIS

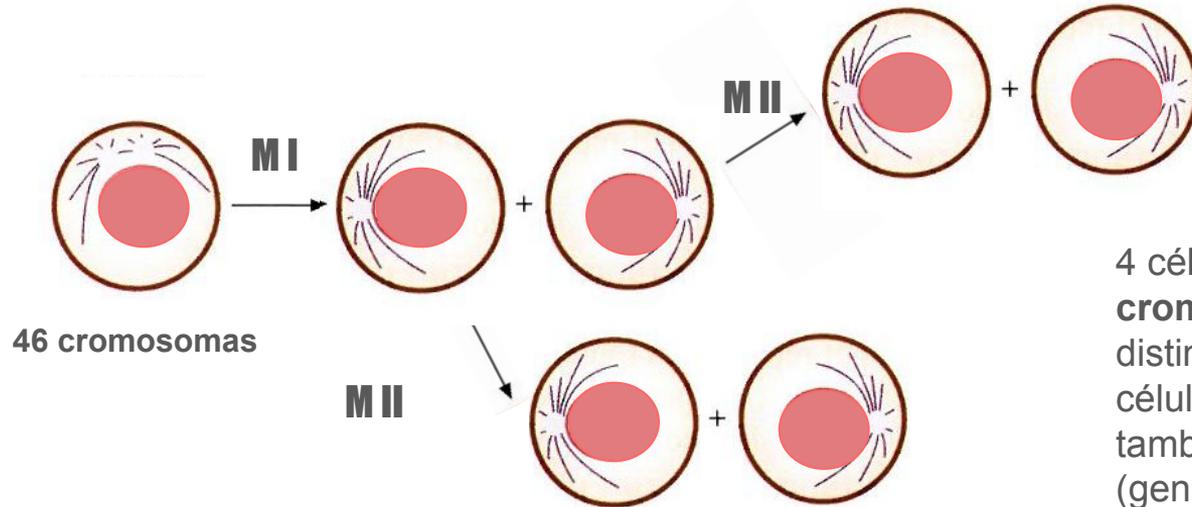


46 cromosomas

2 células hijas, con **46 cromosomas** cada una, idénticas entre sí e iguales (genéticamente) a la célula que les dio origen

MEIOSIS

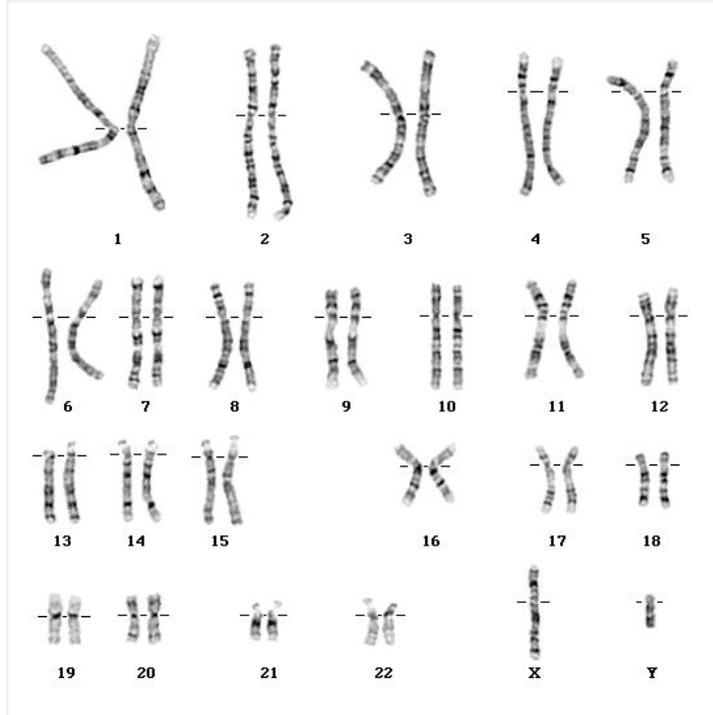
Producción de gametos: **espermatozoides** y **óvulos**



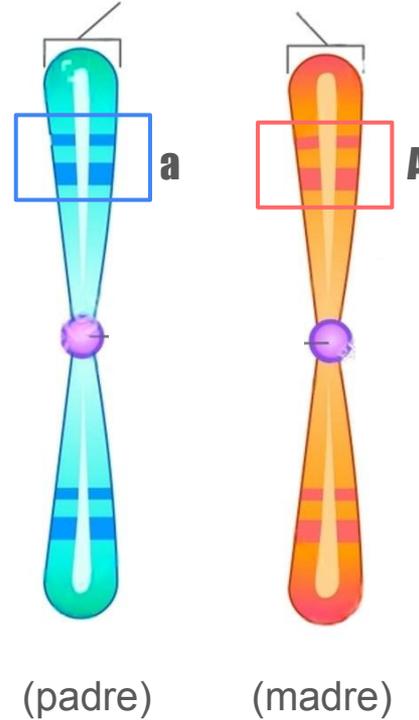
46 cromosomas

4 células hijas, con **23 cromosomas** cada una, y distintas (genéticamente) a la célula que les dio origen, y también diferentes (genéticamente) entre ellas

Cada célula humana tiene **23 pares** de cromosomas homólogos.

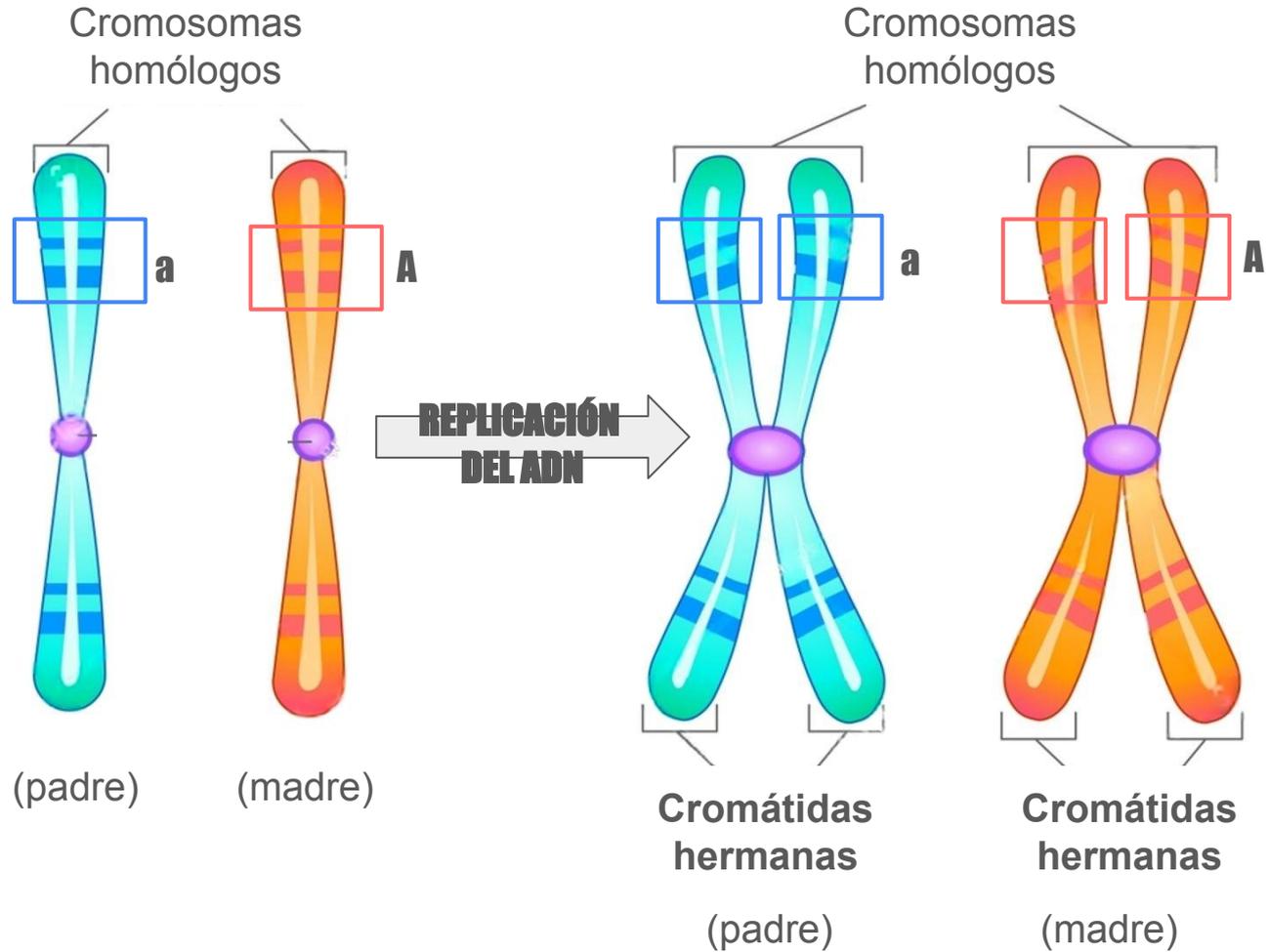


1 par de cromosomas homólogos

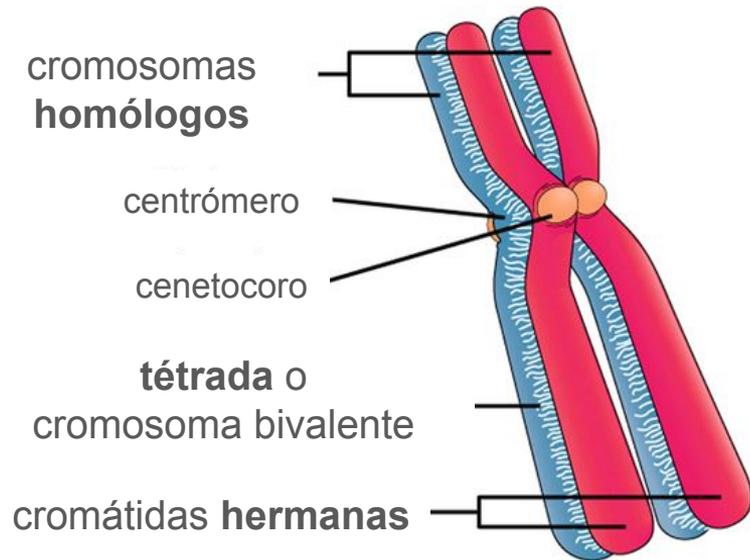


a y **A** son alelos de un mismo gen (aquellos que codifican para una misma característica)

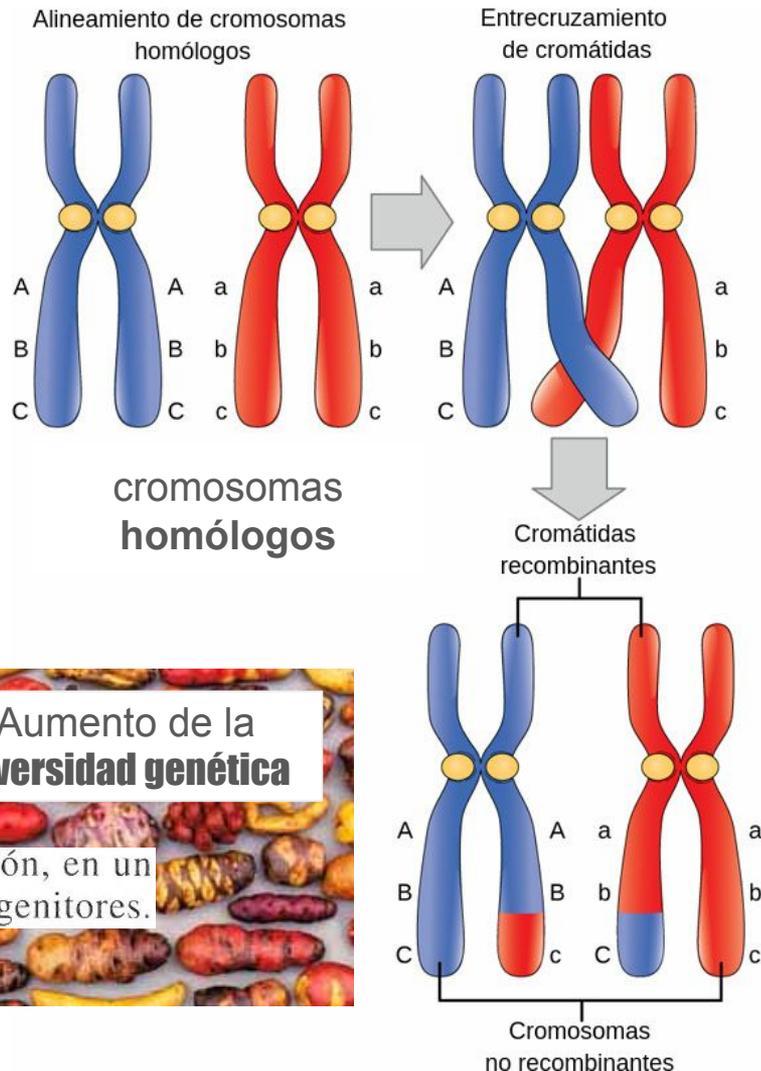
Es decir, **46 cromosomas** distintos.

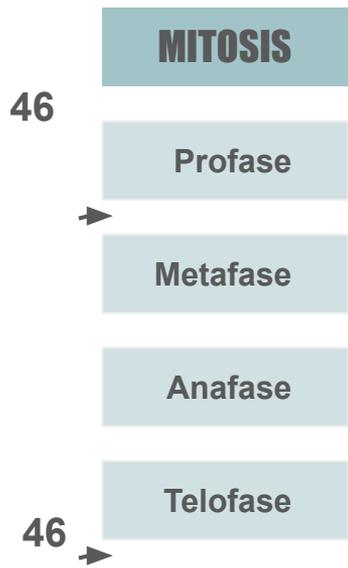


Entrecruzamiento y recombinación génica



La consecuencia de la recombinación génica es la aparición, en un mismo cromosoma del gameto, de alelos de cada uno de los progenitores.





+ Prometafase! →

+ Citocinesis! →



MITOSIS

Profase

Metafase

Alineamiento de **cromosomas**

Anafase

Separación de **cromátidas hermanas**

Telofase

MEIOSIS I

Profase I

Formación de tétradas y **entrecruzamiento génico**

Metafase I

Alineamiento de **tétradas** (cromosomas homólogos apareados)

Anafase I

Separación de **cromosomas homólogos** (no hay separación de cromátidas hermanas)

Telofase I

MITOSIS

Profase

Metafase

Alineamiento de **cromosomas**

Anafase

Separación de **cromátidas hermanas**

Telofase

MEIOSIS II

Profase II

Metafase II

Alineamiento de **cromosomas**

Anafase II

Separación de **cromátidas hermanas**, que ya no son genéticamente idénticas.

Telofase II

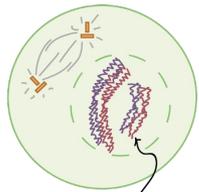
+ Prometafase!
+ Citocinesis!

Meiosis



FASES DE MEIOSIS I

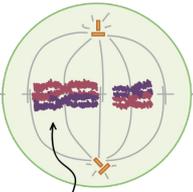
Profase I



cromosomas homólogos forman pares e intercambian fragmentos (entrecruzamiento)

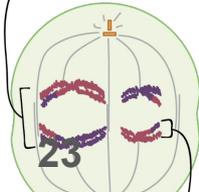
46

Metafase I



pares homólogos se alinean

Anafase I

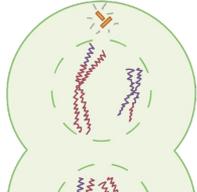


homólogos se separan a extremos opuestos de la célula

cromátidas hermanas se mantienen juntas

23

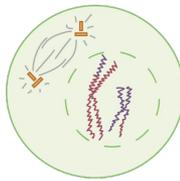
Telofase I



cada cromosoma tiene dos (diferentes) cromátidas hermanas

FASES DE MEIOSIS II

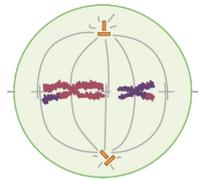
Profase II



cromosomas se condensan

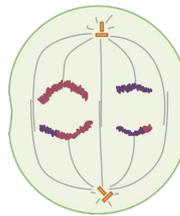
23

Metafase II



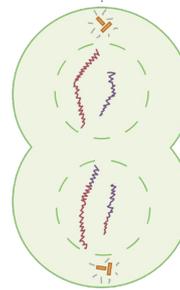
cromosomas se alinean

Anafase II



cromátidas hermanas se separan a extremos opuestos de la célula

Telofase II



cada cromosoma tiene solo una cromátida

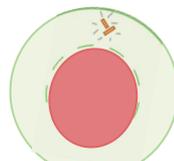
23



23



23



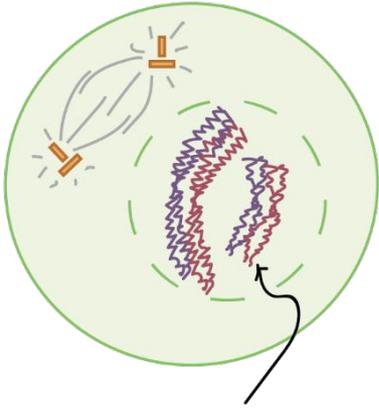
23



FASES DE MEIOSIS I

Profase I

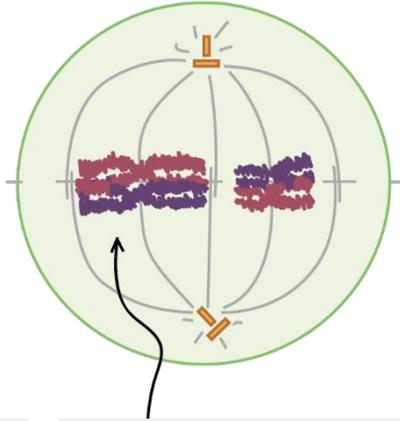
1) Formación de tétradas



2) Entrecruzamiento y recombinación génica entre cromosomas homólogos

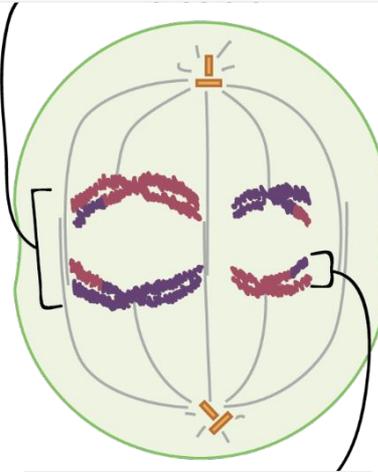
Metafase I

1) Alineación de tétradas en la placa ecuatorial



Anafase I

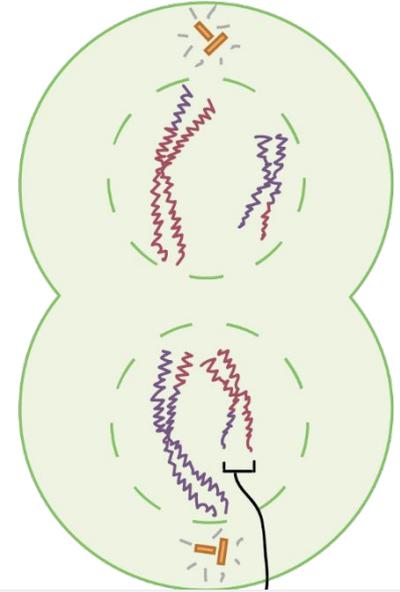
1) Los cromosomas homólogos se separan hacia los polos opuestos



Las cromátidas hermanas se mantienen juntas

Telofase I

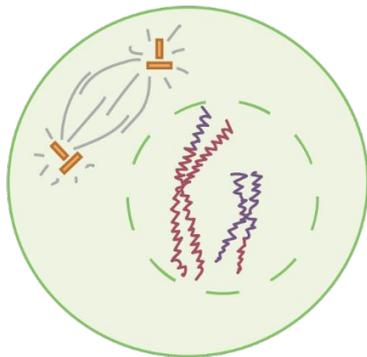
Las cromátidas hermanas que ya no son idénticas entre sí



FASES DE MEIOSIS II

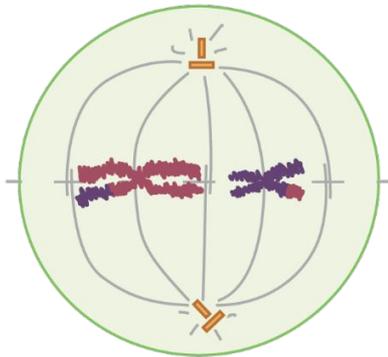
Profase II

1) Se condensan los cromosomas



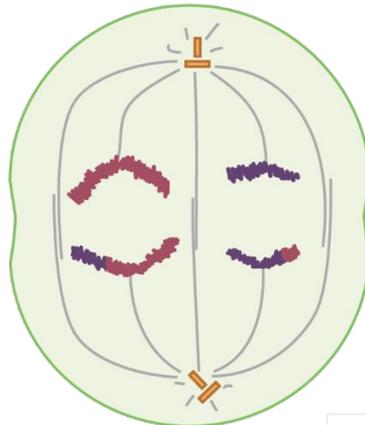
Metafase II

1) Los cromosomas se alinean en la placa ecuatorial



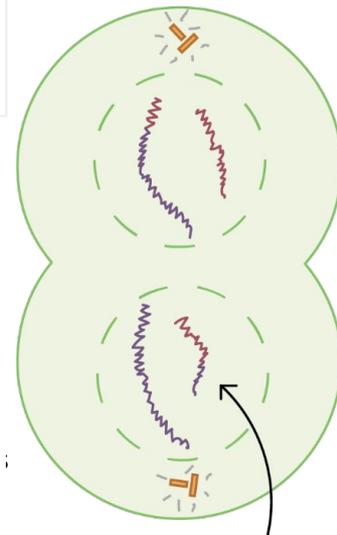
Anafase II

1) Las cromátidas hermanas se separan a polos opuestos



Telofase II

Cada cromosoma tiene una sola cromátida



Aunque se muestra el proceso para una sola célula, la **meiosis II** se lleva a cabo en las dos células que terminaron la **meiosis I**. **No se muestran las etapas de Prometáfase y Citocinesis.**

Interfase

1) Duplicación de todas las **organelas** (incluyendo los **centríolos**)

2) **Replicación** del ADN

MEIOSIS

MEIOSIS I

Profase I

1) **Condensación** del ADN en el núcleo

2) Migración de los **centríolos** a extremos **opuestos** de la célula (formación de nuevos **centrosomas**)

3) Comienza a formarse el **huso mitótico**

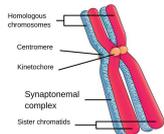
4) Formación de **tétradas** por apareamiento de **cromosomas homólogos**

5) **Entrecruzamiento** y **recombinación** génica entre **cromátidas hermanas** de cromosomas **homólogos**

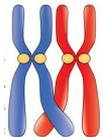
6) Anclaje de los **cinetocoros** al **centrómero** de cada **cromosoma homólogo**

MEIOSIS

Resumen de lo que pasa en cada fase



Entrecruzamiento de cromátidas



Prometafase I

1) Desaparece la **membrana nuclear**

2) Finaliza la formación del **huso mitótico**

3) Los **microtúbulos** del huso se unen a las proteínas de anclaje (**cinetocoros**)

4) Las **tétradas** comienzan a ser alineadas en la **placa ecuatorial** de la célula

Metafase I

1) Las **tétradas** están **completamente alineadas** en la **placa ecuatorial** de la célula

2) Cada **cromosoma homólogo** está unido a microtúbulos de **centrosomas** distintos

Anafase I

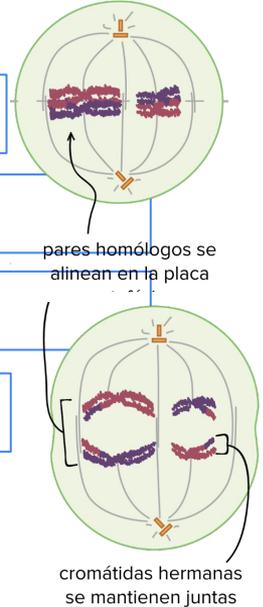
1) Los **cromosomas homólogos** se **separan** hacia los polos opuestos de la célula.

Las cromátidas hermanas todavía se mantienen juntas en esta etapa y a no son genéticamente idénticas entre sí.

Telofase I

2) Se vuelve a formar la **membrana nuclear**

3) Los cromosomas se **descondensan**



Citocinesis I

1) Formación de un **anillo contráctil** en la zona de la placa ecuatorial

2) El anillo se estrecha hasta formar las **dos células hijas**

MEIOSIS II

(Se sigue el mismo esquema en cada etapa que lo visto para MITOSIS)

Profase II

1) **Condensación** del ADN en el núcleo

2) Migración de los **centríolos** a extremos **opuestos** de la célula (formación de nuevos **centrosomas**)

3) Comienza a formarse el **huso mitótico**

4) Anclaje de los **cinetocoros** al **centrómero** de cada cromosoma

Prometafase II

1) Desaparece la **membrana nuclear**

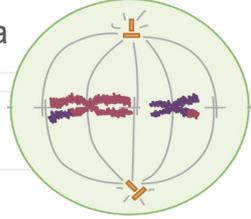
2) Finaliza la formación del **huso mitótico**

3) Los **microtúbulos** del huso se unen a las proteínas de anclaje (**cinetocoros**)

4) Los **cromosomas** comienzan a ser alineados en la **placa ecuatorial** de la célula

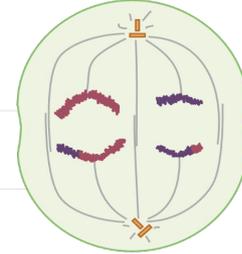
Metafase II

- 1) Los **cromosomas** están **completamente alineados** en la **placa ecuatorial** de la célula
- 2) Cada **cromátida hermana** está unida a microtúbulos de **centrosomas** distintos



Anafase II

- 1) Se separan las **cromátidas hermanas**
- 2) Cada **cromátida** es transportada hacia extremos opuestos de la célula



Telofase II

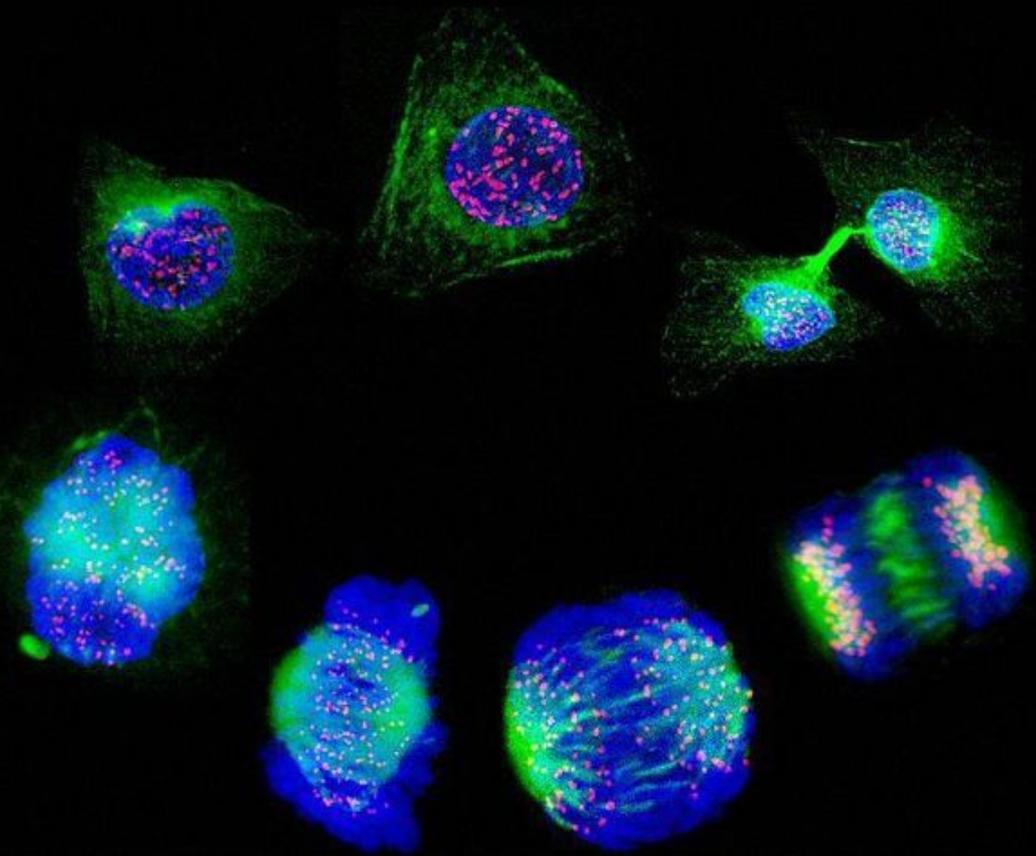
- 1) Se vuelve a formar la **membrana nuclear**
- 2) Los cromosomas se **descondensan**

Citocinesis II

- 1) Formación de un **anillo contráctil** en la zona de la placa ecuatorial
- 2) El anillo se estrecha hasta formar las dos células hijas **por cada célula** proveniente de la **meiosis I**.

Al finalizar la meiosis II se obtienen 4 células hijas a partir de una célula original.

mariana.semeniuk@ucsf.edu.ar



Fases de la división celular por microscopía de fluorescencia
(ADN en azul, microtúbulos en verde y cinetocoros en rojo)