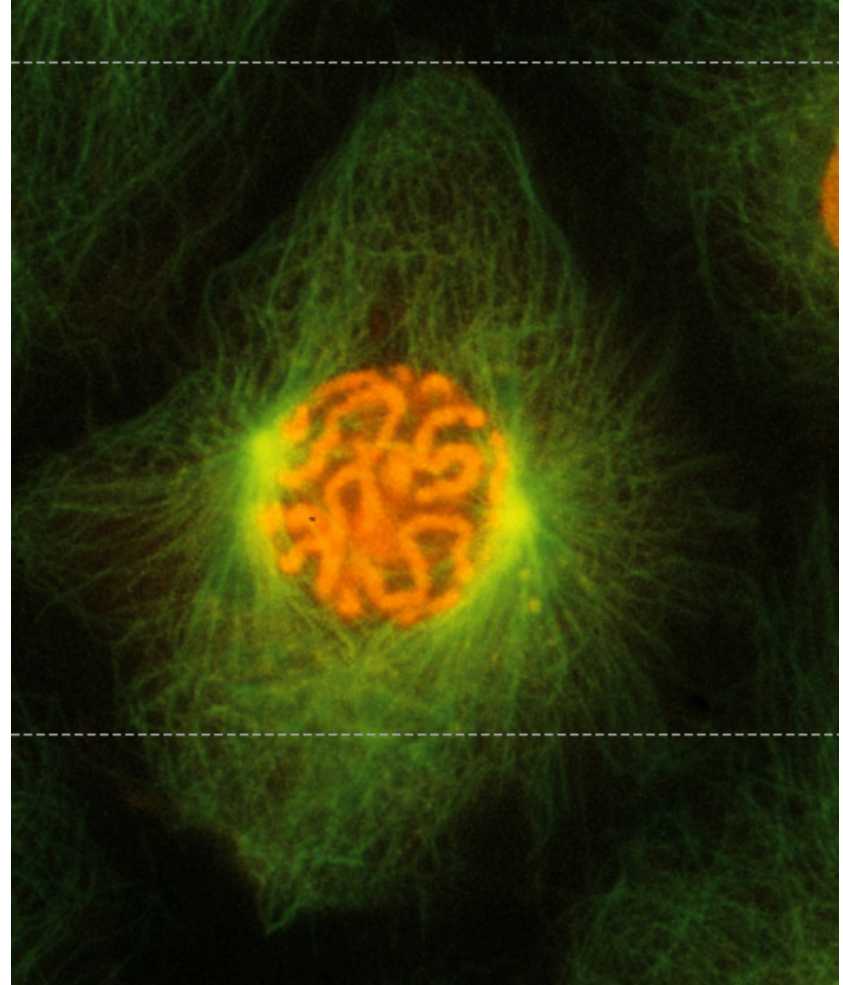


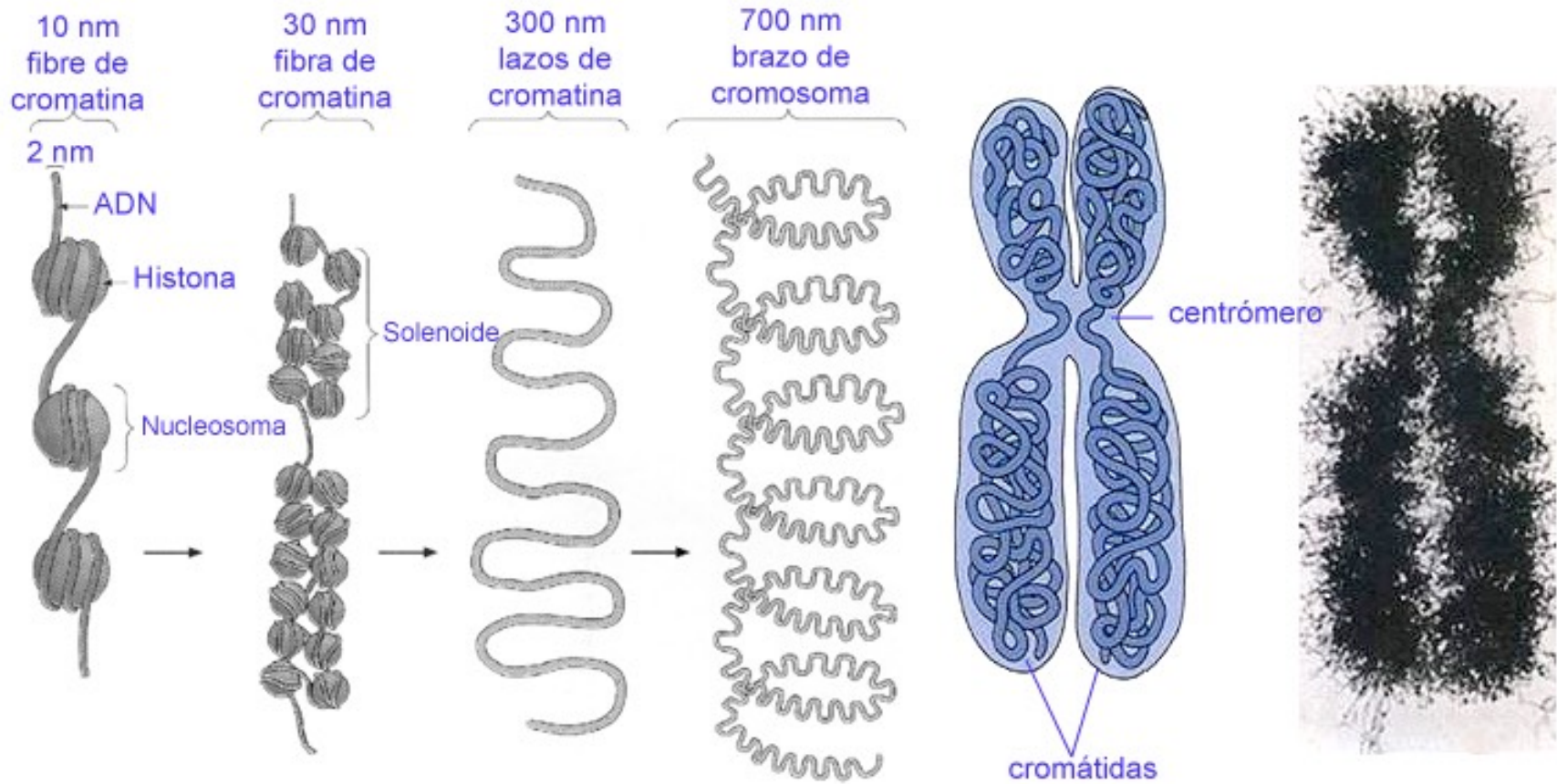
ORGANIZACION DEL MATERIAL GENETICO DENTRO DE LA CELULA EUCARIOTA

Genoma: Todas las moléculas de ADN (sus cromosomas) de una célula

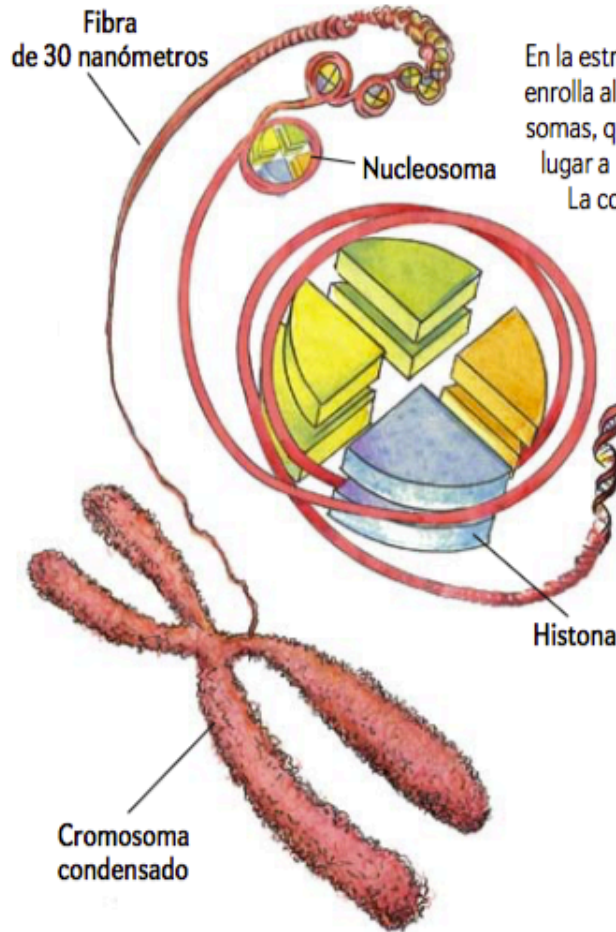
Las moléculas de ADN en una célula eucariota se compactan formando cromosomas



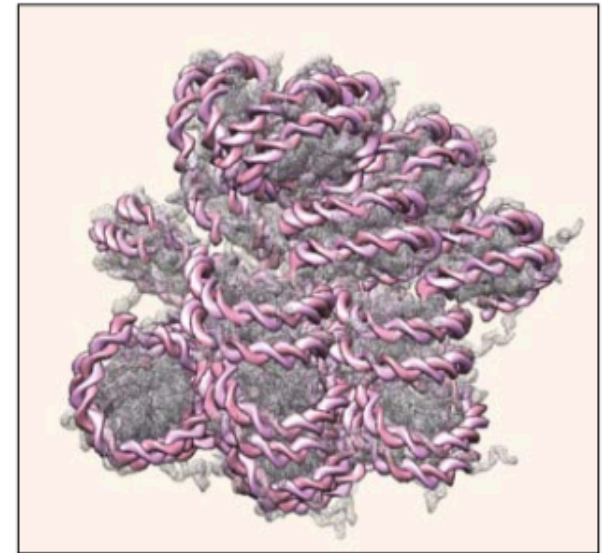
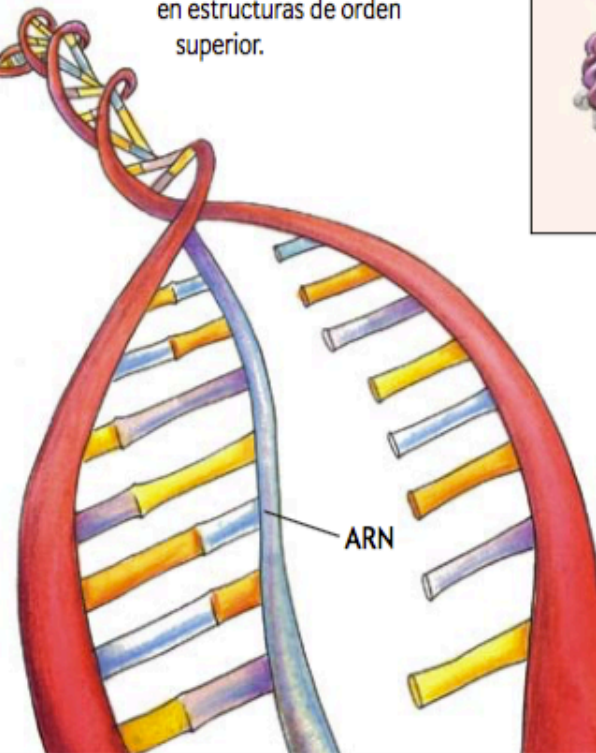
Repasando los cromosomas



ORGANIZACION DEL MATERIAL GENETICO DENTRO DE LA CELULA

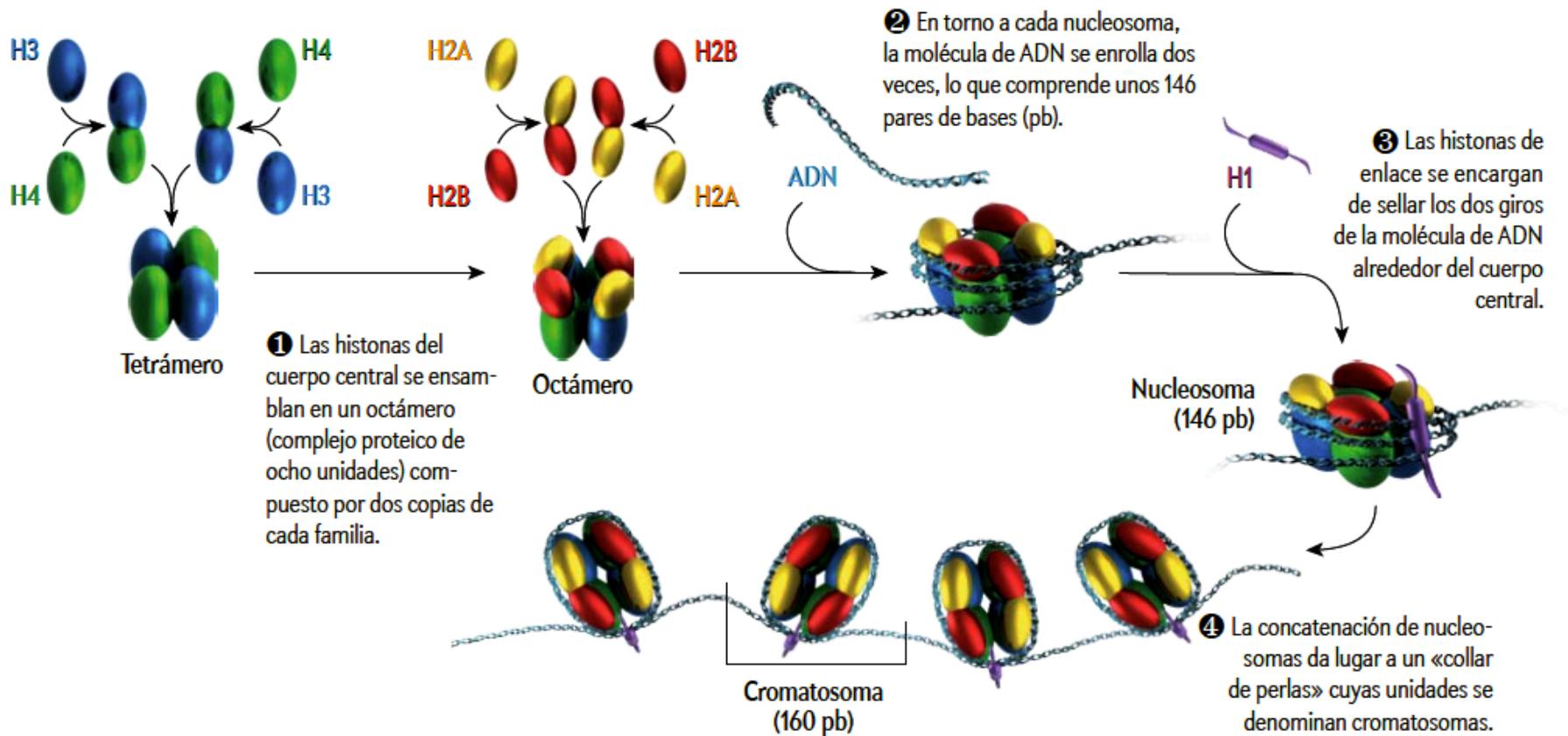


En la estructura jerárquica de la cromatina, el ADN se enrolla alrededor de las histonas para formar nucleosomas, que a su vez se agrupan para dar lugar a una fibra de 30 nanómetros de diámetro. La configuración exacta de las histonas en la fibra no se conoce bien, y menos aún la organización de las fibras en estructuras de orden superior.

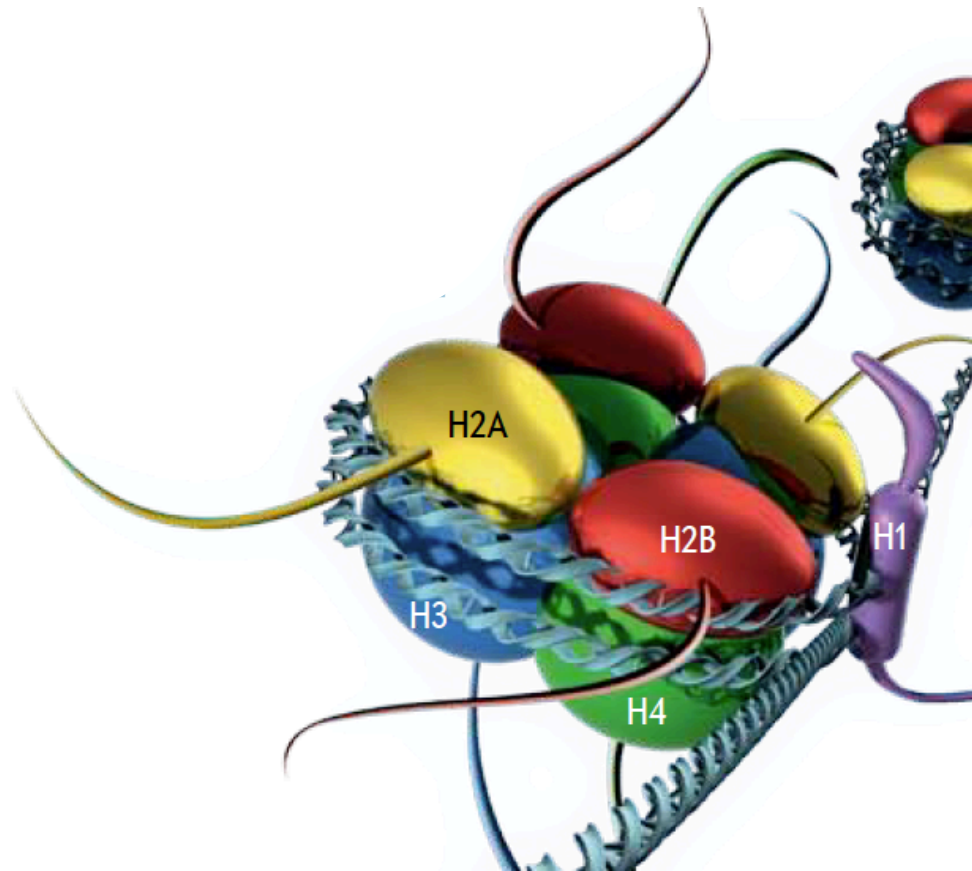


Agregación de las fibras
Disposición de los nucleosomas en las fibras según uno de los modelos actuales. Se acepta de forma generalizada que los nucleosomas forman agregados apretados y que las interacciones de los nucleosomas entre sí y con el ADN son dinámicas y sensibles a las condiciones celulares. Los núcleos de histonas se muestran en forma de mallas transparentes, y el ADN, como modelos de superficie sólida de baja resolución.

Las histonas se clasifican en cinco familias principales:
Las que forman el cuerpo central (H2A, H2B, H3 y H4) y
Las que se encargan de sellar los dos giros de ADN en torno a este (H1).

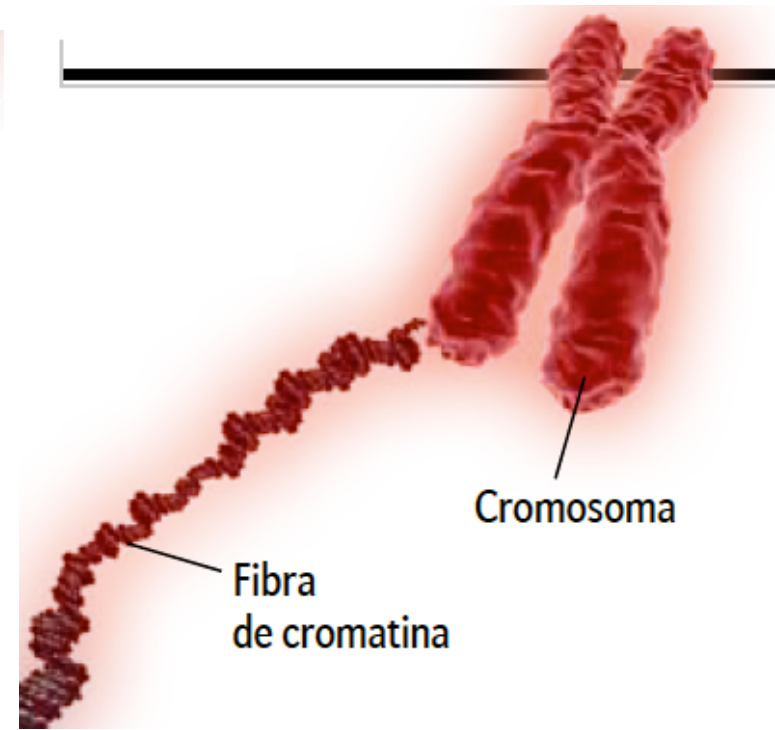
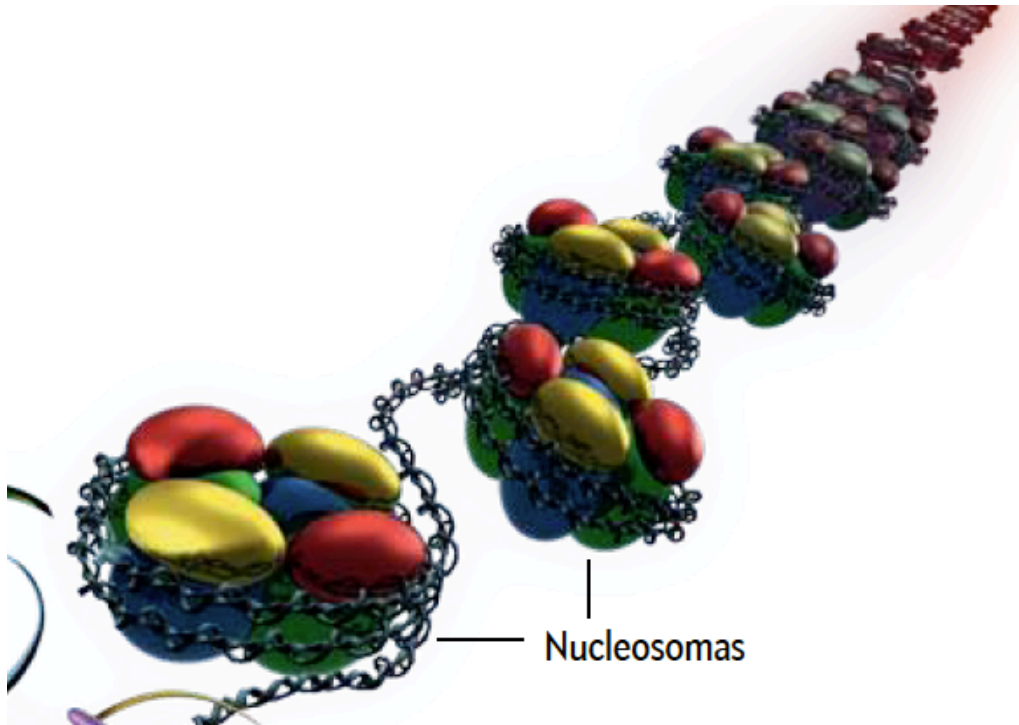


Nucleosoma: Es la unidad fundamental mide 11 nanómetros de diámetro y esta formado por un núcleo de histonas con And enrollado (2 vueltas)



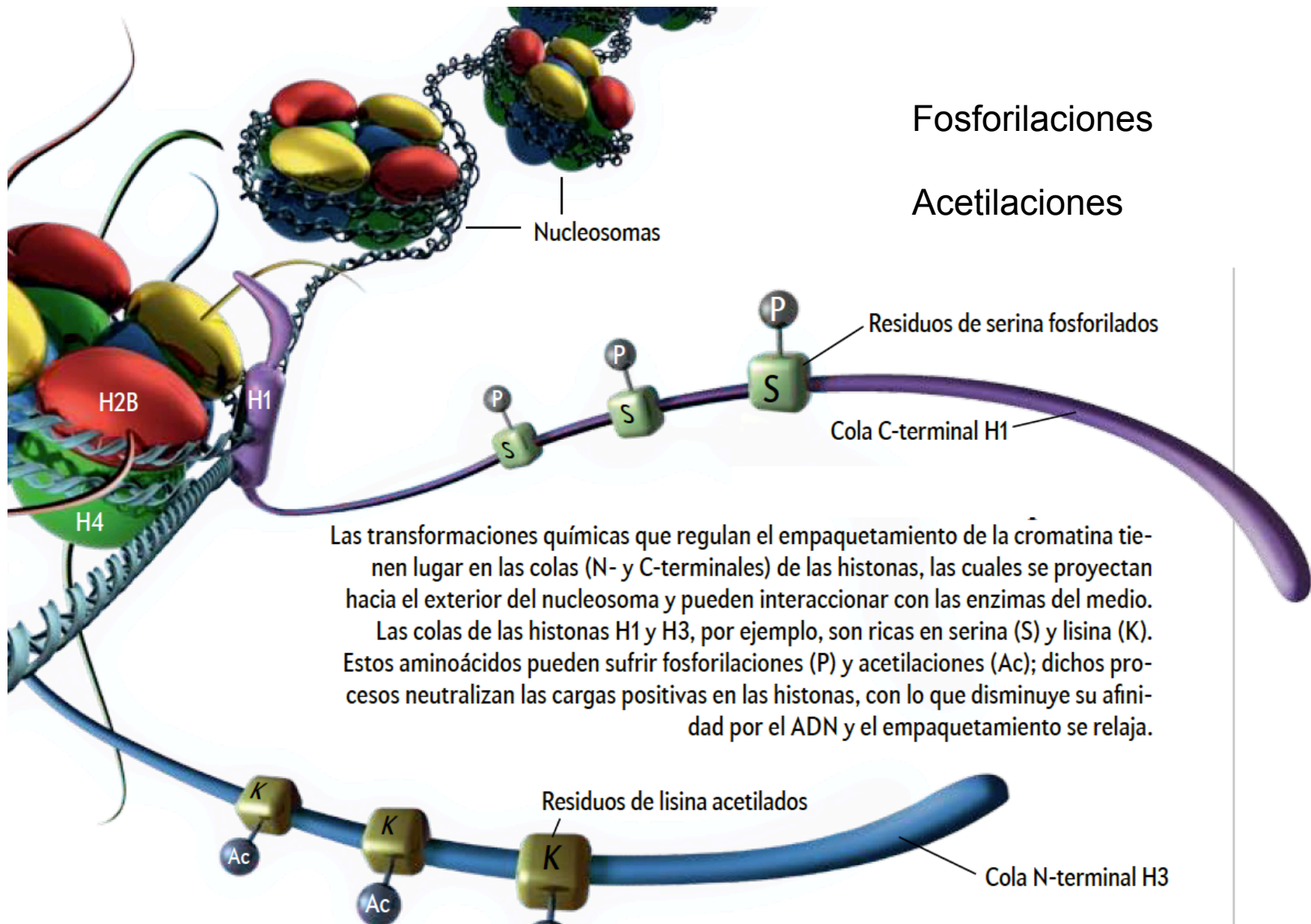
Las histonas se clasifican en cinco familias principales: las que forman el cuerpo central (H2A, H2B, H3 y H4) y las que se encargan de sellar los dos giros de ADN en torno a este (H1).

Niveles de Empaquetamiento



El primer nivel de empaquetamiento son los nucleosomas, luego la cromatina se pliega sobre sí misma varias veces hasta alcanzar los 1400 nm de diámetro en un cromosoma condensado de metafásico

Transformaciones Químicas



Fosforilaciones

Acetilaciones

Nucleosomas

Residuos de serina fosforilados

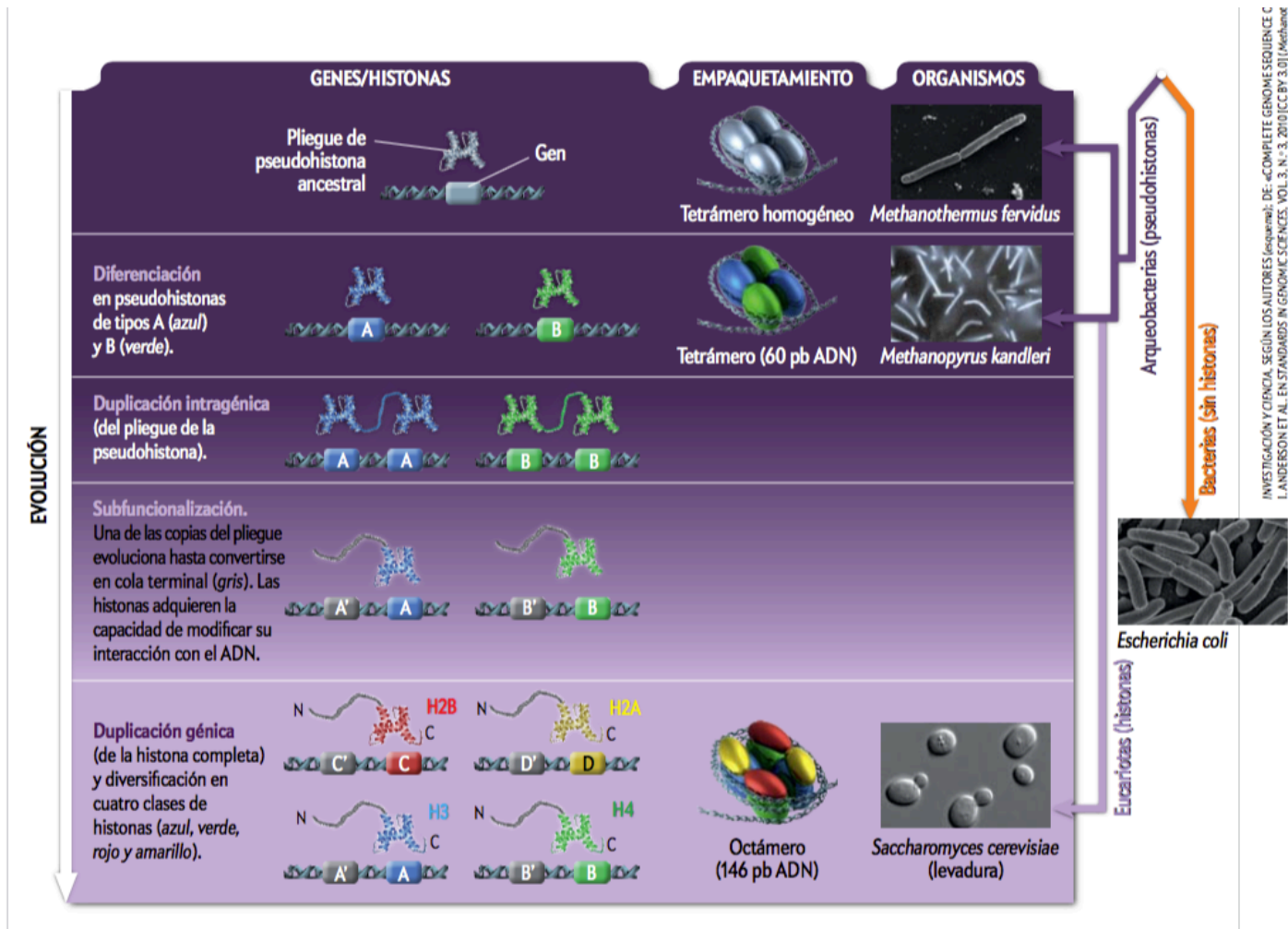
Cola C-terminal H1

Las transformaciones químicas que regulan el empaquetamiento de la cromatina tienen lugar en las colas (N- y C-terminales) de las histonas, las cuales se proyectan hacia el exterior del nucleosoma y pueden interactuar con las enzimas del medio. Las colas de las histonas H1 y H3, por ejemplo, son ricas en serina (S) y lisina (K). Estos aminoácidos pueden sufrir fosforilaciones (P) y acetilaciones (Ac); dichos procesos neutralizan las cargas positivas en las histonas, con lo que disminuye su afinidad por el ADN y el empaquetamiento se relaja.

Residuos de lisina acetilados

Cola N-terminal H3

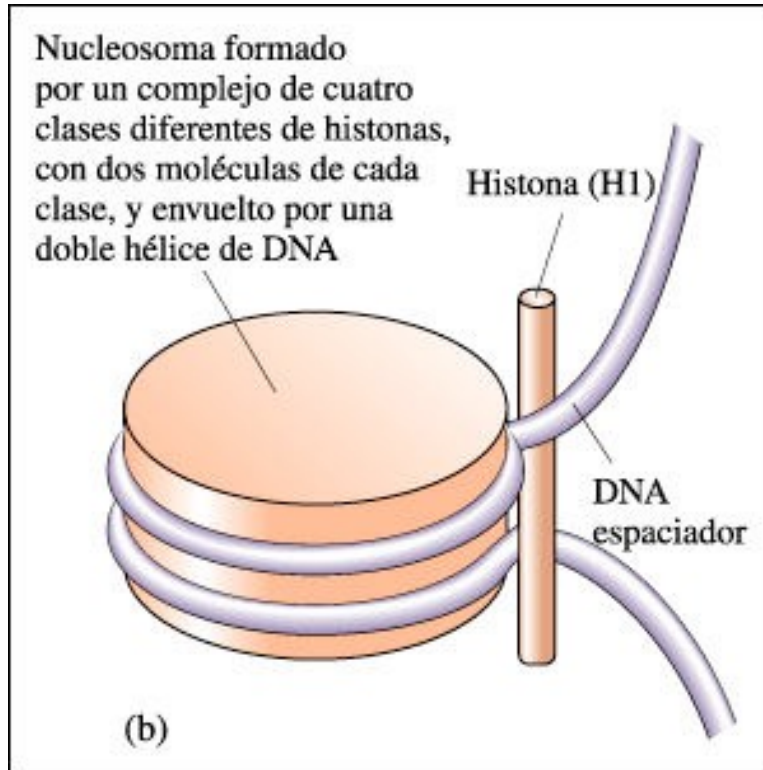
Cuando Aparecieron las Histonas?



Las histonas y el mecanismo de empaquetamiento del ADN se habrían originado, por tanto, hace más de 2000 millones de años en el ancestro común de arqueobacterias y eucariotas. Ello facilitó el incremento del tamaño del genoma y el desarrollo de la complejidad característica de las células eucariotas. A lo largo de la evolución, la diferenciación entre las cinco familias de histonas representó un hito en el empaquetamiento e organización del material genético.

El Papel de las Histonas

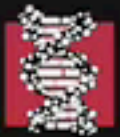
En un principio, las histonas fueron consideradas un mero soporte para la organización del ADN, carente de toda función relevante. lo que acentuó la pérdida progresiva del interés por el estudio de las histonas y la cromatina



En la década de los noventa, se demostró que las histonas regulaban el empaquetamiento y desempaquetamiento de diferentes regiones del genoma en respuesta a señales celulares específicas.

Ello implicaba que estas proteínas «simples» controlaban la expresión o represión selectiva de los genes mediante la reorganización de la cromatina

Empaquetamiento del ADN formando Cromosomas



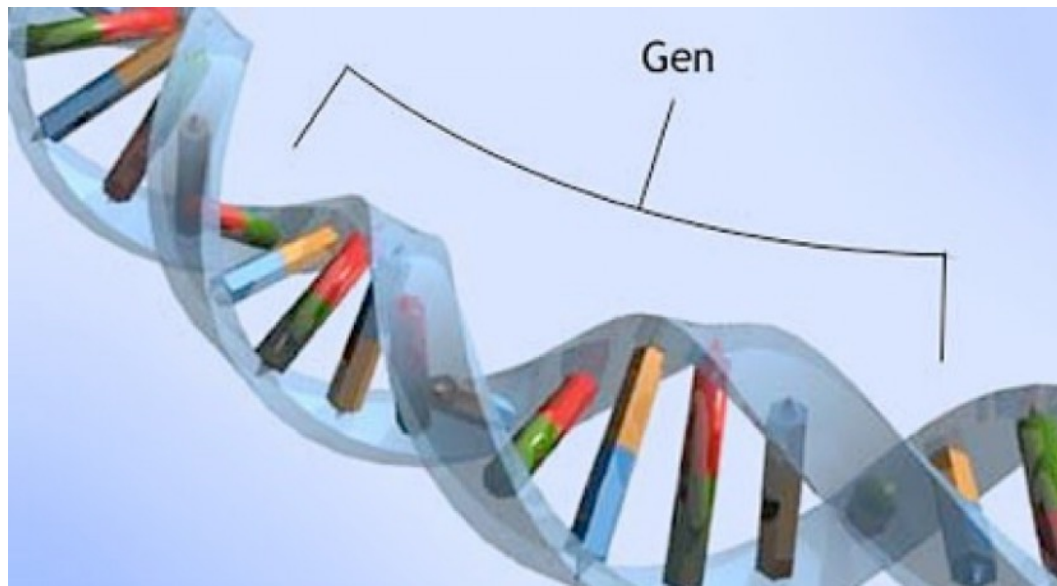
www.dnlc.org

<https://dnlc.org/resources/3d/07-how-dna-is-packaged-basic.html>

Puede ver estos videos también en zoologiageneral.com.ar

ADN-CROMOSOMAS-Gen

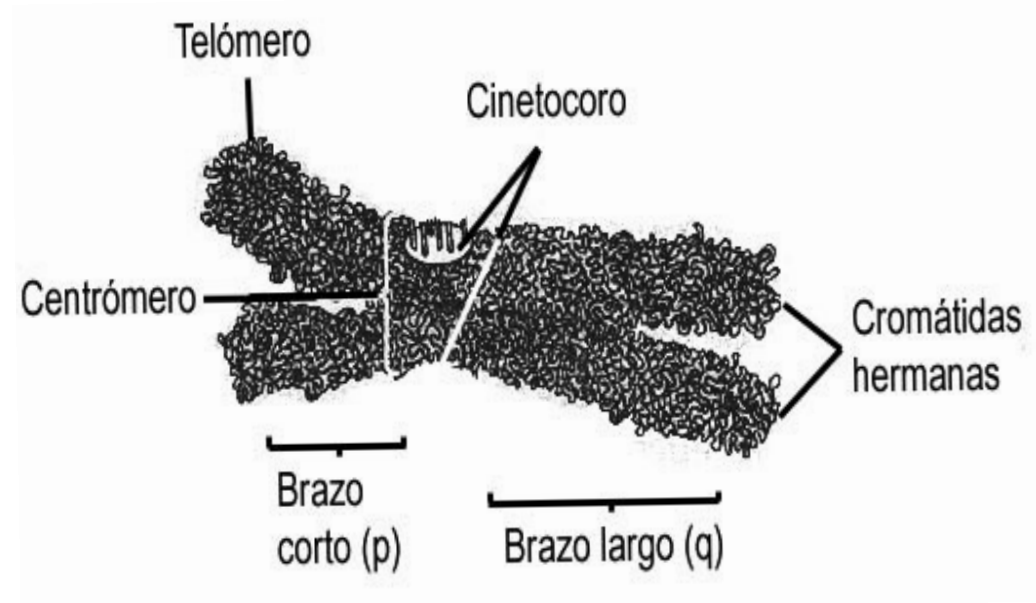
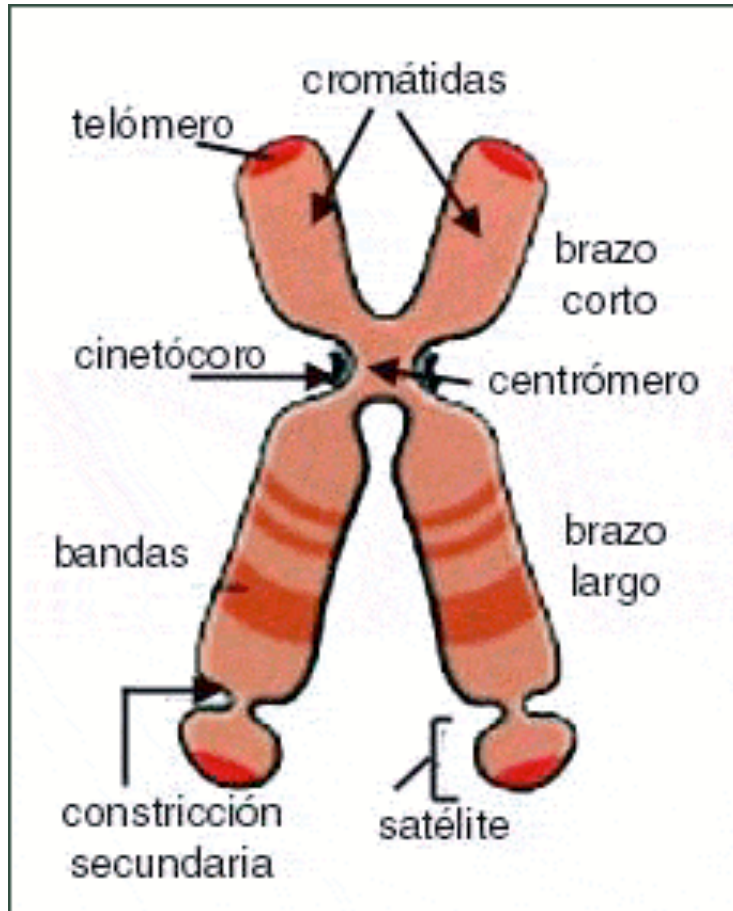
Unidad funcional de la herencia. Codifica un carácter



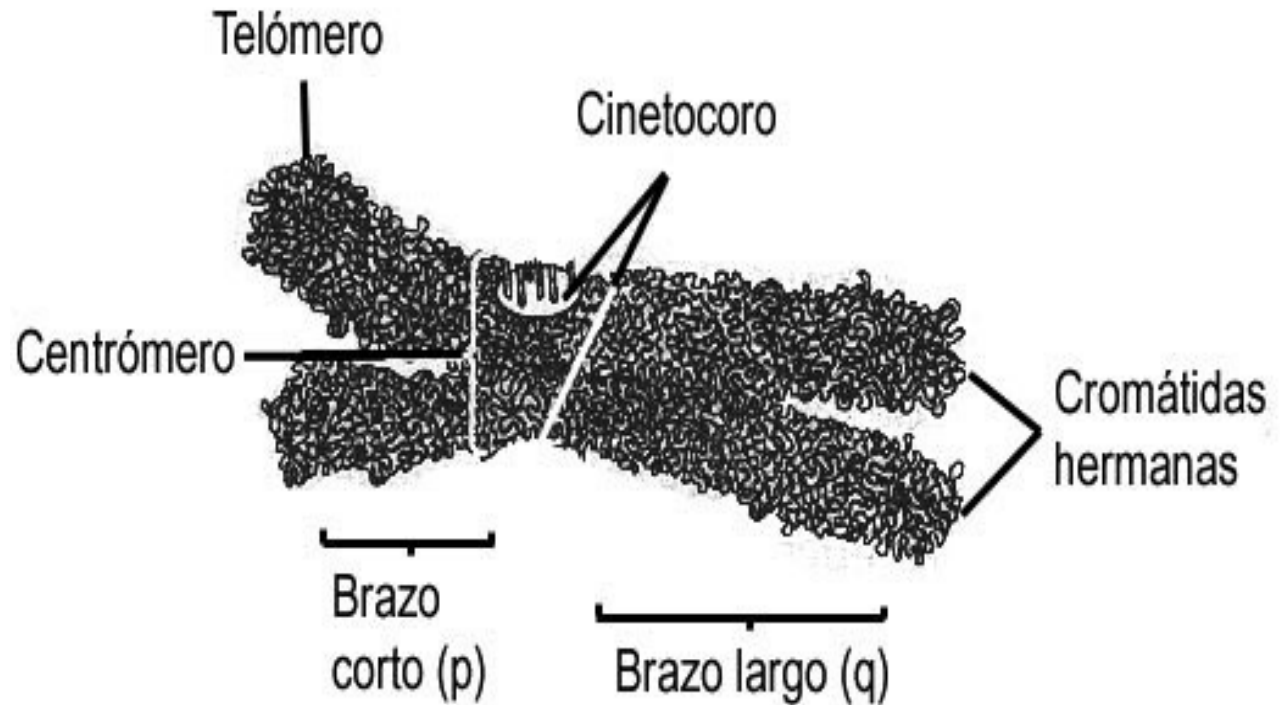
Los genes son secuencias de nucleótidos en lugares específicos de los cromosomas

bandas G cientos genes

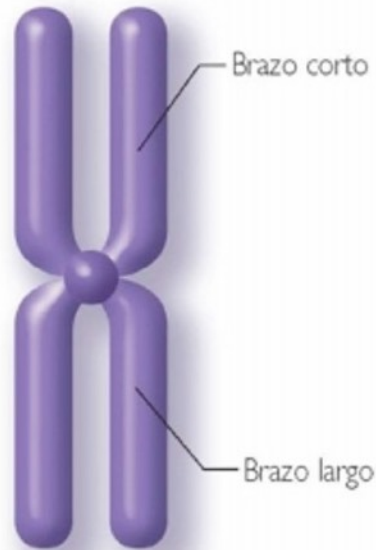
Morfología de Cromosomas



CROMOSOMA-CINETOCORO



Tipos de cromosomas



Metacéntricos: el centrómero se ubica en la mitad del cromosoma, por lo que ambos brazos presentan longitudes similares.



Submetacéntricos: la longitud de un brazo es mayor a la del otro brazo.



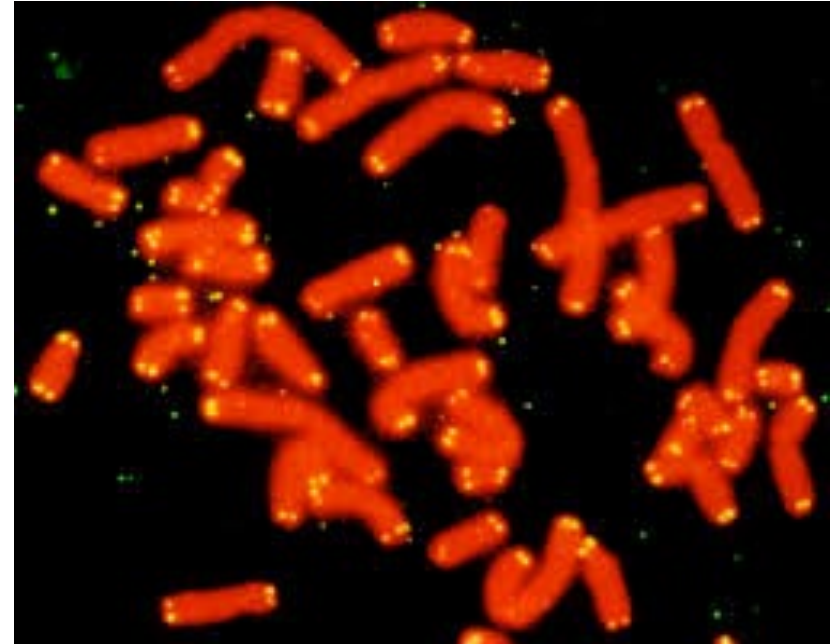
Acrocéntricos: un brazo es muy pequeño con relación al otro.



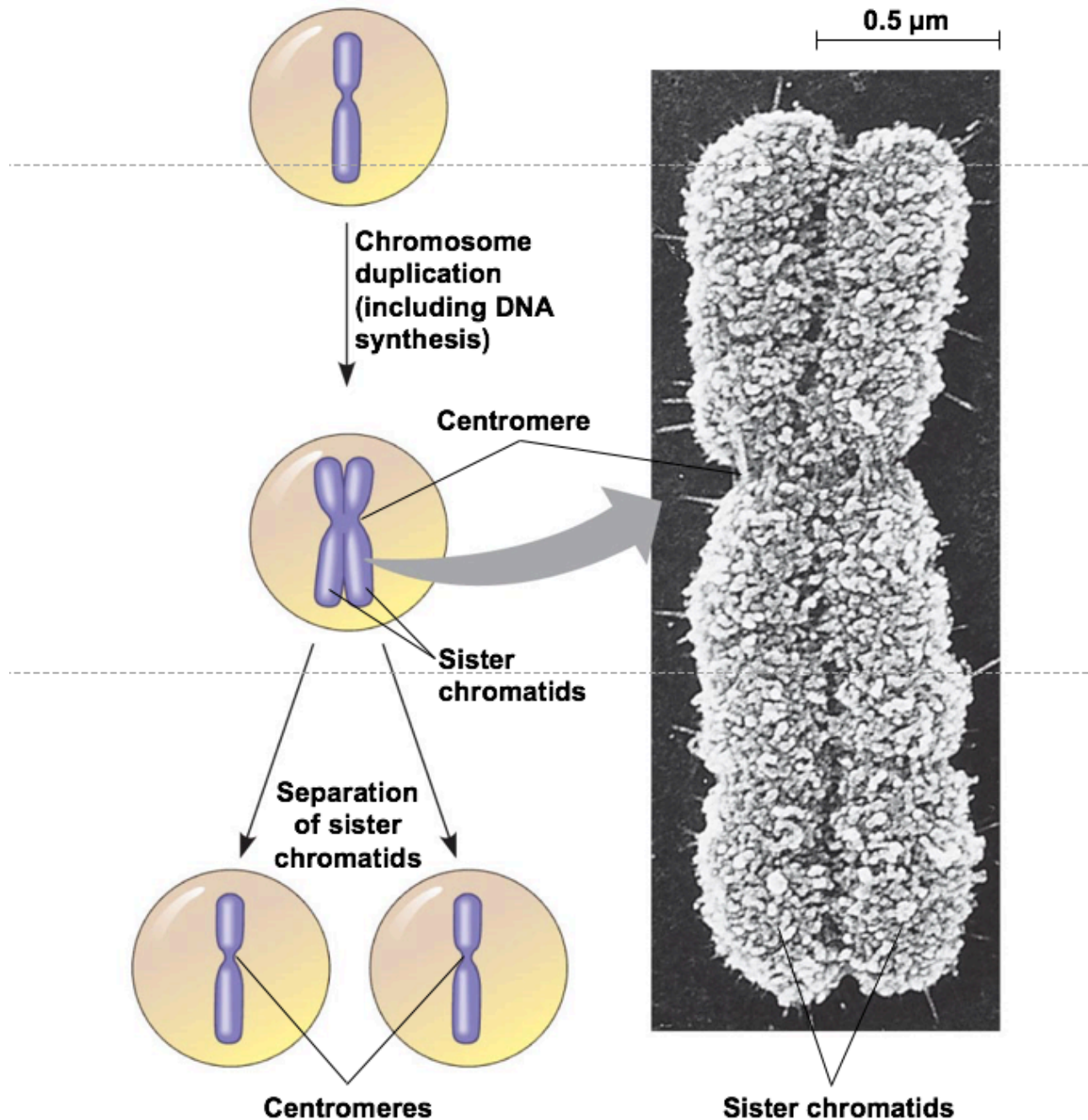
Telocéntricos: cuando podemos apreciar un solo brazo, pues el centrómero está localizado en el extremo del cromosoma.

Tipos de cromosoma en función de la longitud de sus brazos.

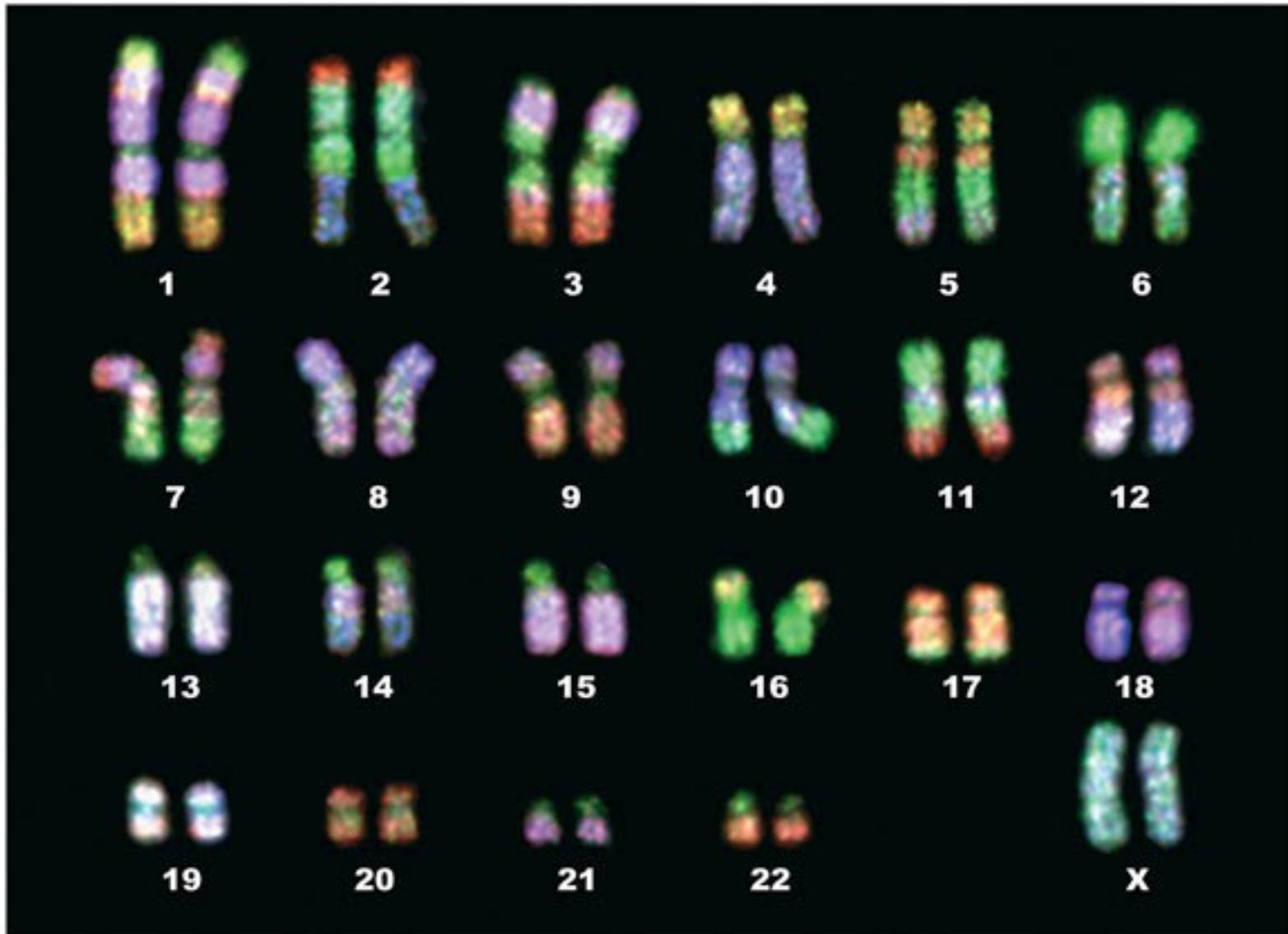
Repasando los cromosomas: Coloraciones



Colorantes: Giemsa, AcetoCarmin, Orceina,



Repasando los cromosomas: Cariotipos



Repasando los cromosomas: Cariotipos



Cariotipo

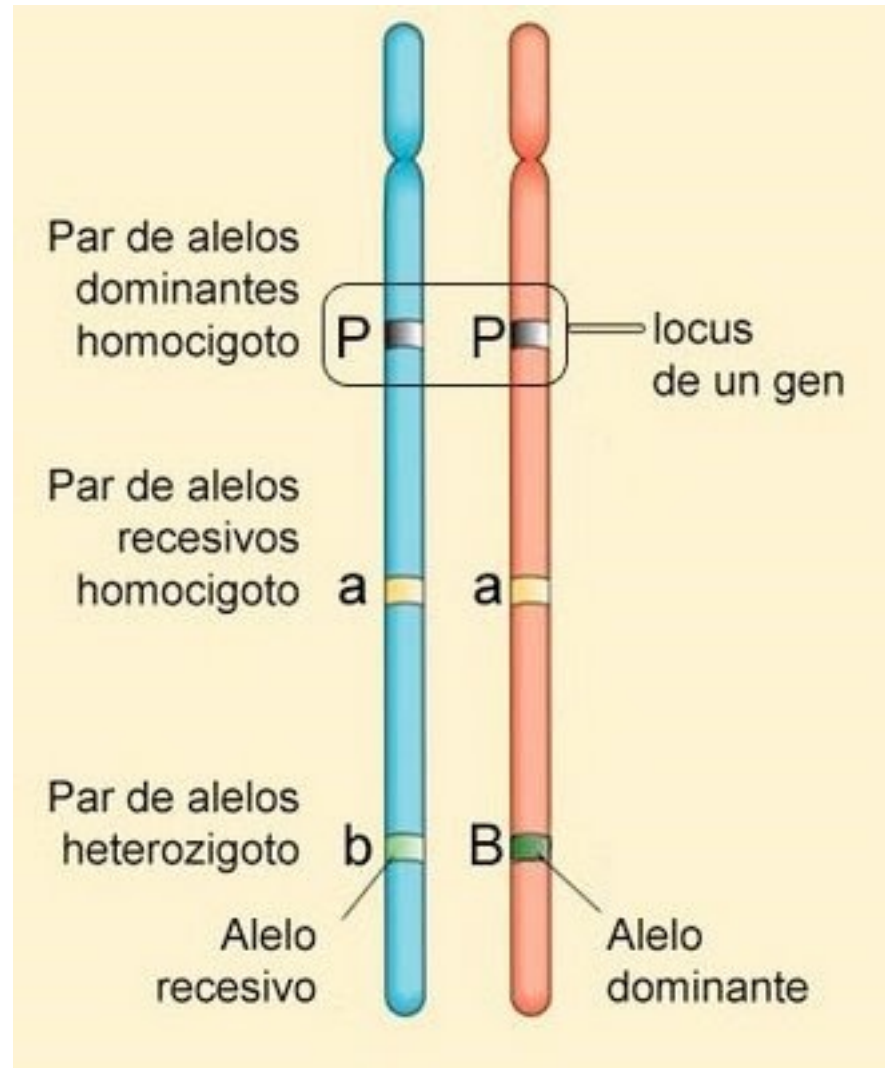
El cariotipo es el ordenamiento de los cromosomas de una célula metafásica de acuerdo a su tamaño y morfología.

El cariotipo es característico de cada especie y, el ser humano tiene 46 cromosomas o 23 pares de cromosomas, organizados en 22 pares autosómicos y un par sexual. (Hombre XY) (Mujer XX).

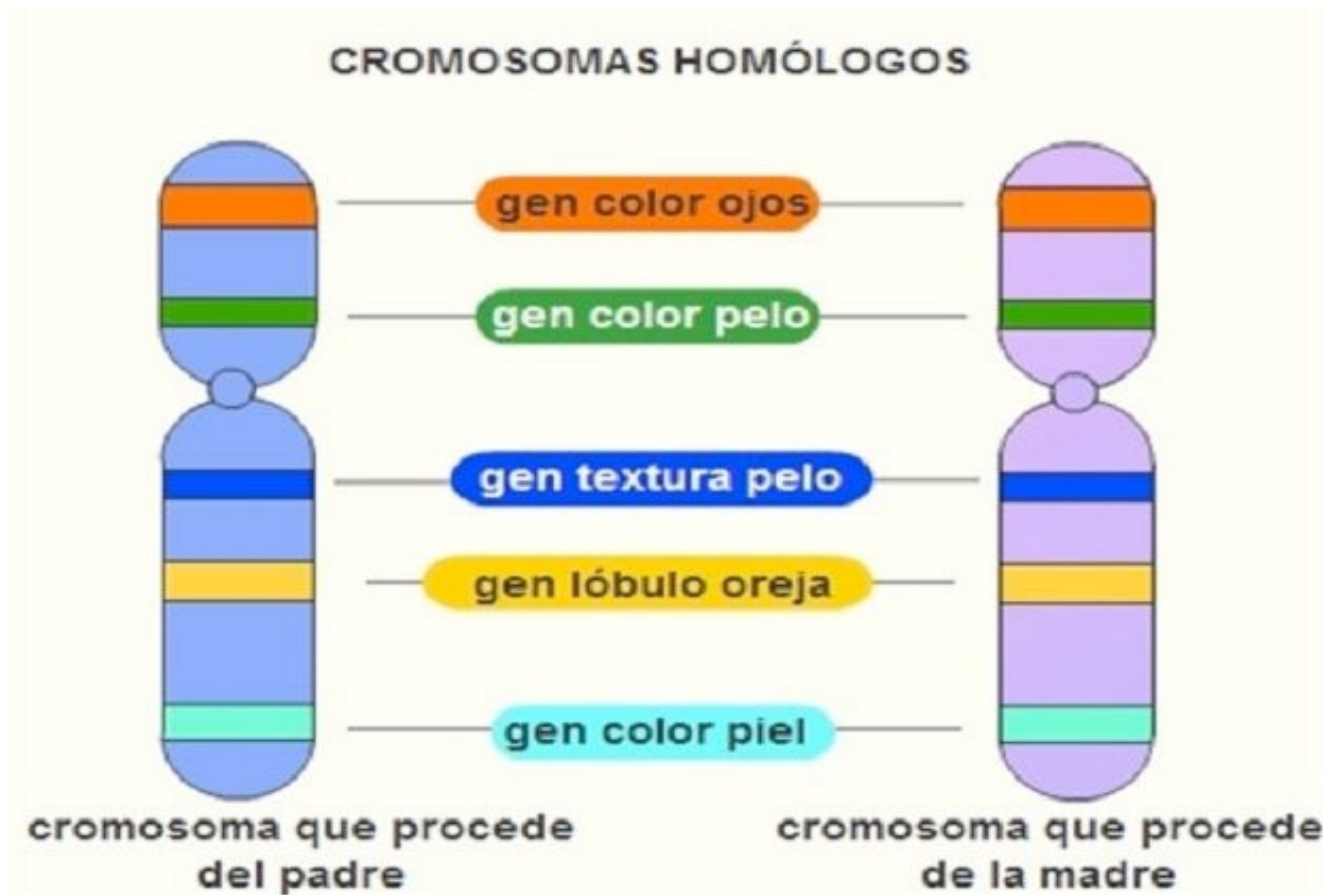


Locus-Loci

La ubicación física de un gen en un cromosoma se llama **locus**
Varios locus se denominan **loci** (plural)



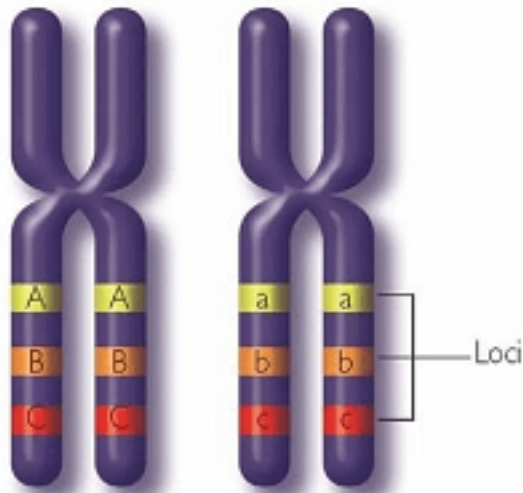
Cromosomas homólogos



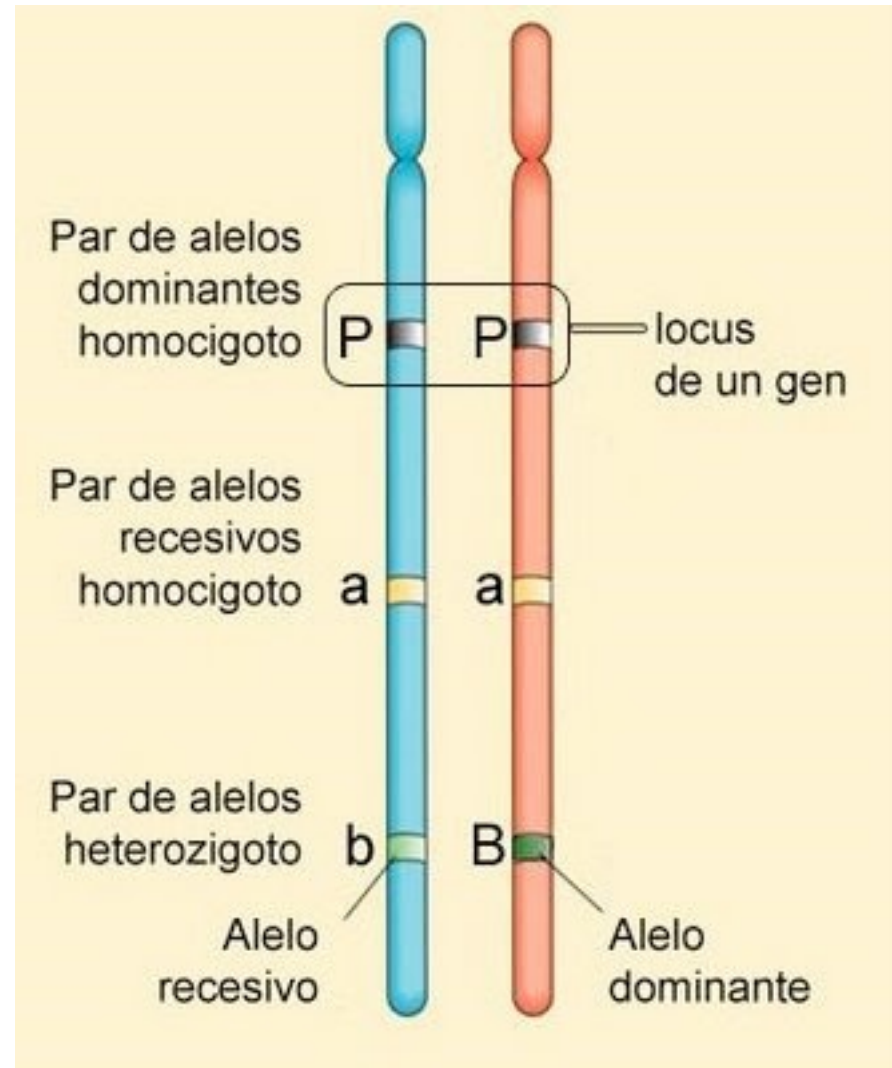
Los cromosomas de organismos diploides se presentan en pares llamados homólogos. Los dos miembros de un par de homólogos llevan los mismos genes, situados en los mismos locus

Alelos

Son los dos genes que codifican la misma característica y que están uno en cada par de homólogos



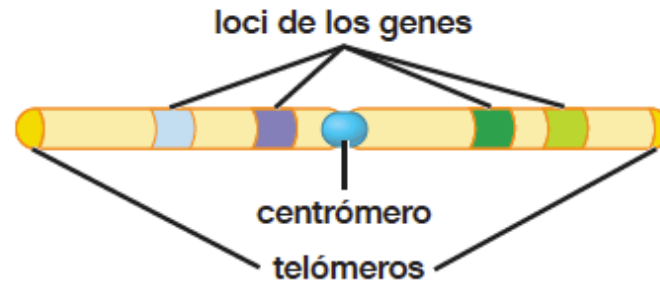
Los genes se ubican en loci constantes en los cromosomas.



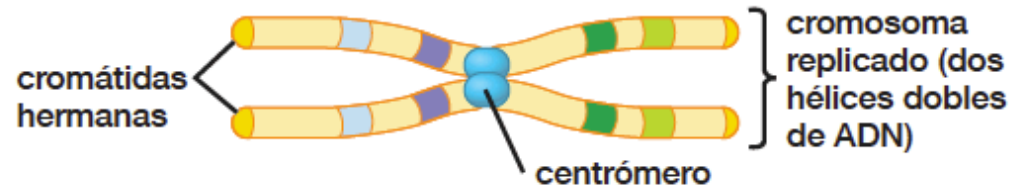
Los Cromosomas Homólogos pueden tener los mismos o diferentes alelos de un gen



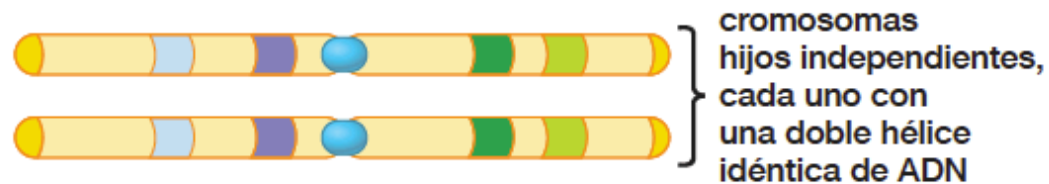
Cromosoma y genes en células eucariotas



(a) Cromosoma eucarionte antes de la replicación del ADN



(b) Cromosoma eucarionte después de la replicación del ADN



(c) Cromátidas hermanas separadas se convierten en cromosomas independientes

TIPOS DE CELULAS

- **Célula DIPLOIDE:** Tiene la carga cromosómica completa, que es característica de cada especie, representada en pares de CROMOSOMAS HOMÓLOGOS (Células somáticas)

- **Célula HAPLOIDE:** Tiene la mitad de la carga cromosómica donde está representado UN MIEMBRO DE CADA PAR DE CROMOSOMAS HOMÓLOGOS (Gametas)

CICLO CELULAR EN CELULAS EUCARIOTAS

El ciclo celular está dividido en dos fases importantes:
interfase y **división celular**



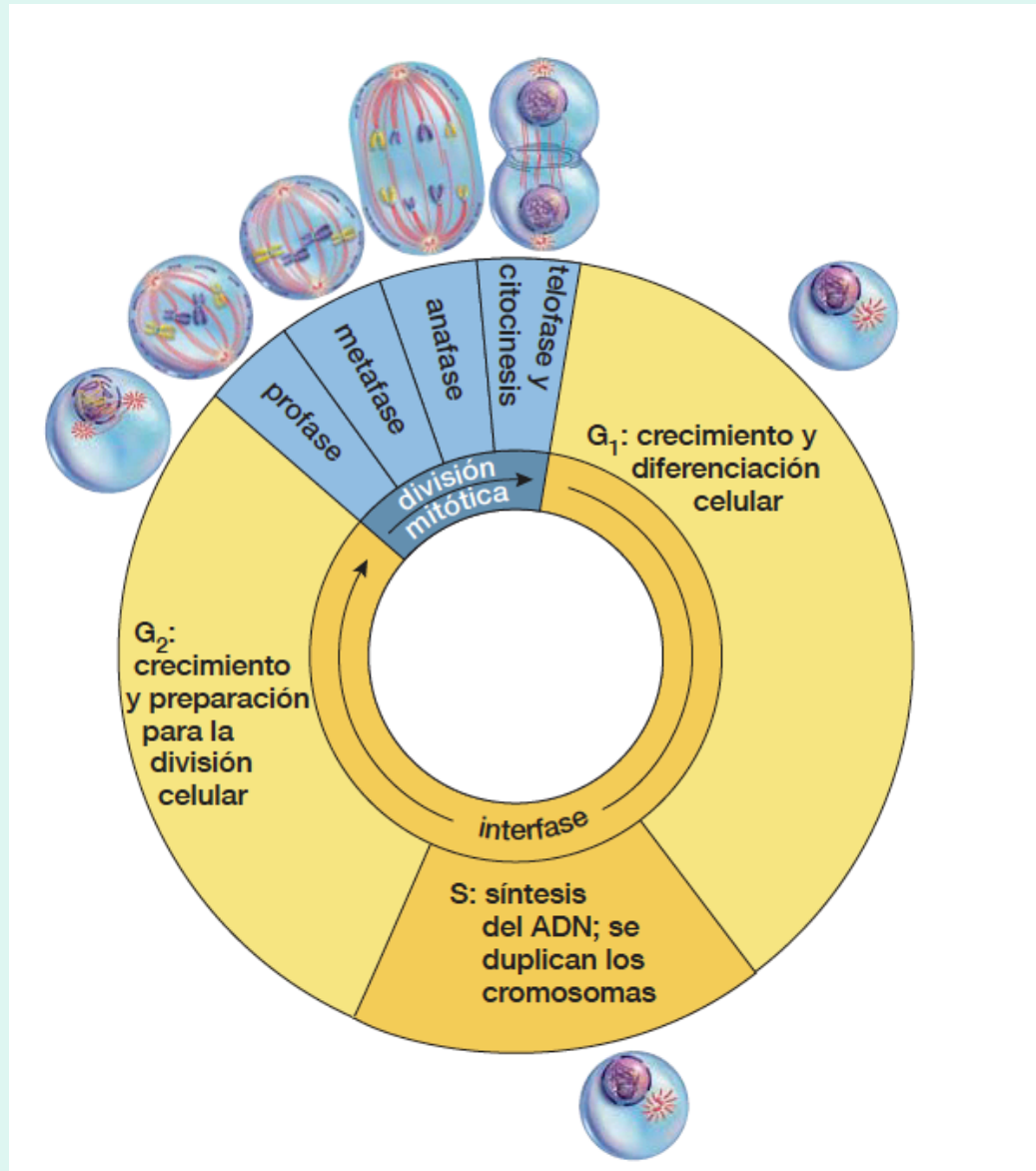
Durante la **interfase**, la célula crece en tamaño, replica su ADN y a menudo se diferencia

A- Interfase:

1. G_1 (gap 1)
2. S (síntesis)
3. G_2 (gap 2)

B- División:

4. M (mitosis)
5. C (citocinesis)

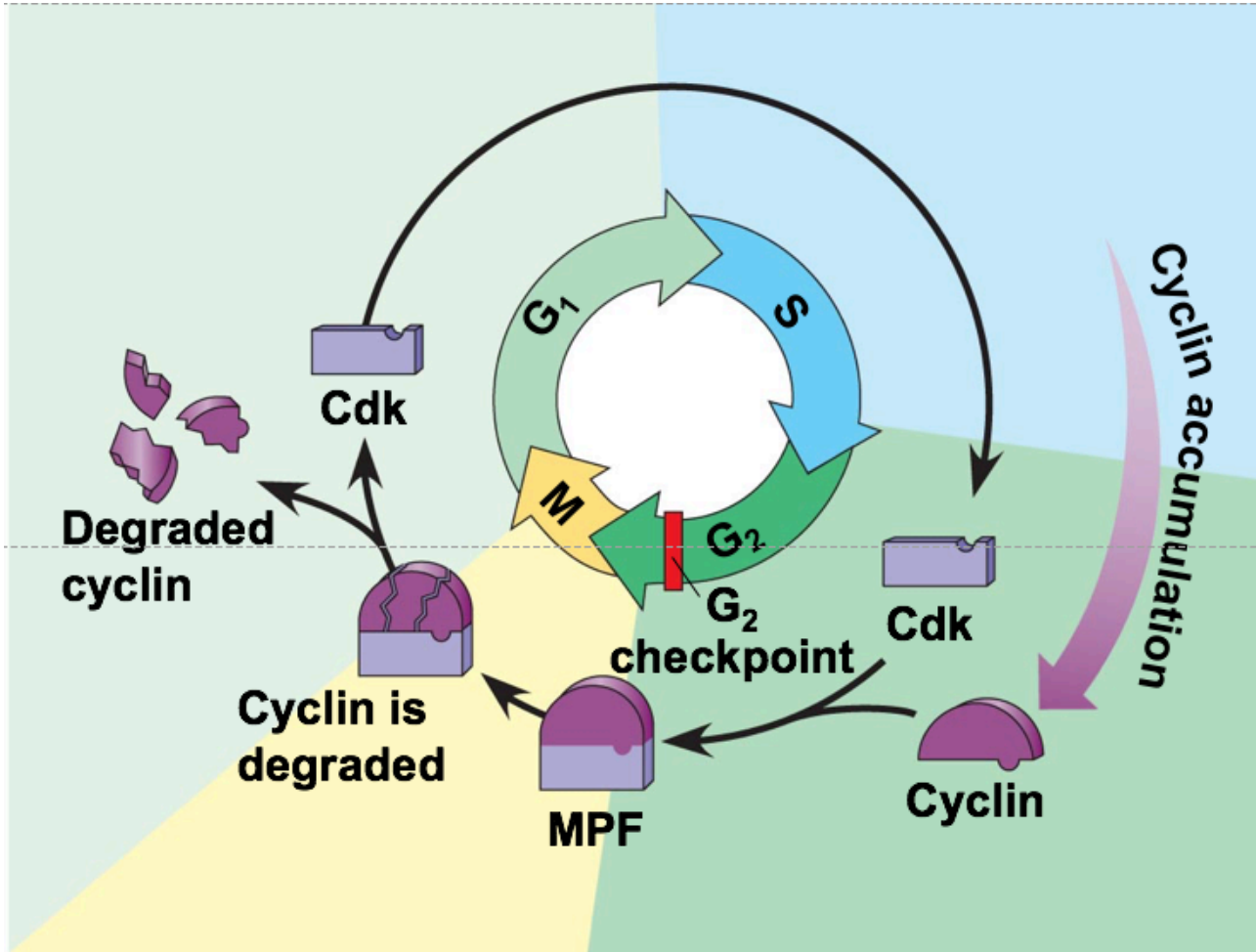


Regulación del Ciclo Celular

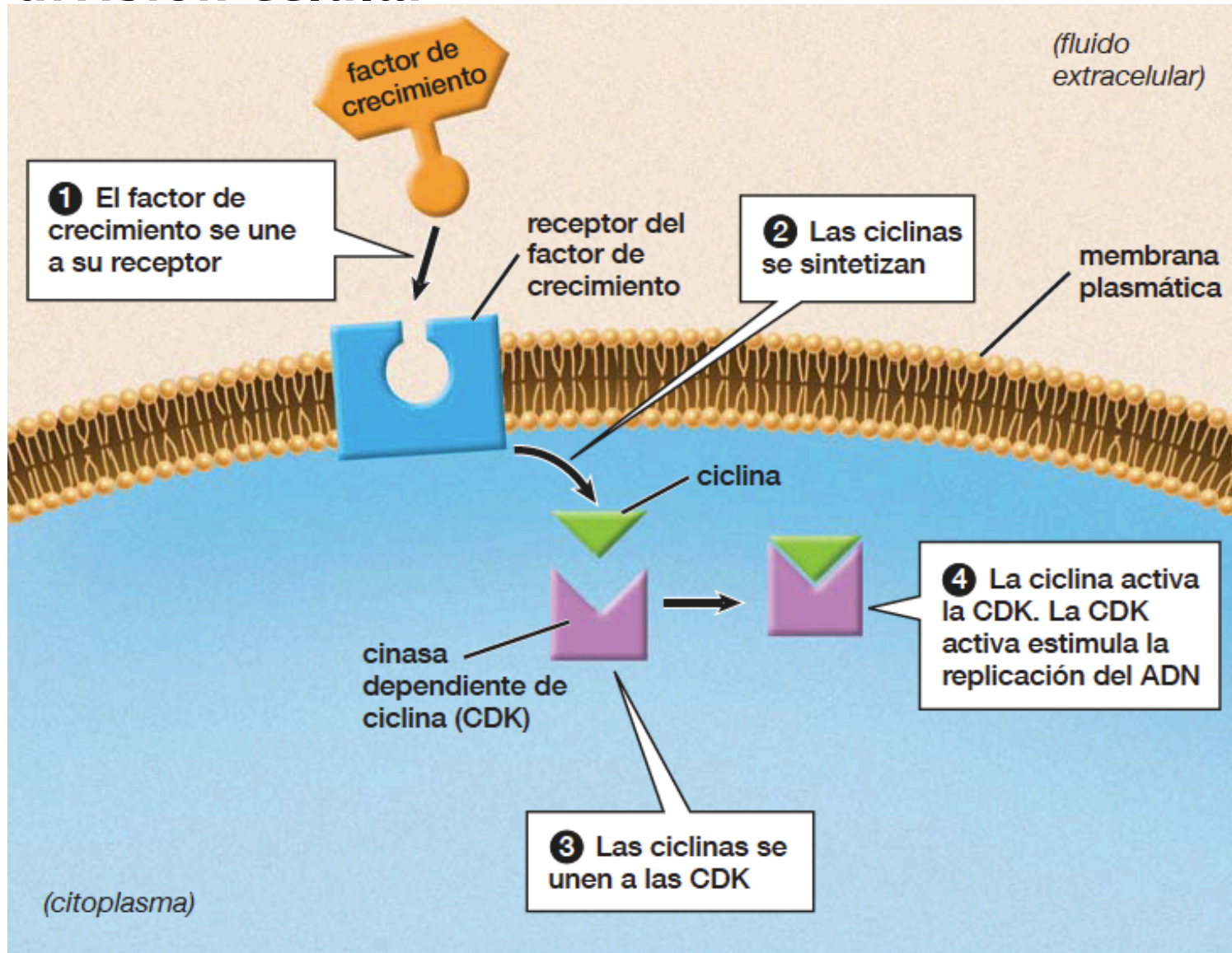
Las Proteínas reguladoras que intervienen en el control del ciclo Celular son : **Cíclinas** y **Cinasas dependientes de Ciclinas** (Cdks)

La actividad de las dos proteínas es fluctuante durante el ciclo celular.

Mecanismos Moleculares que ayudan a regular el ciclo basados en la interacción entre **Cíclinas** y **Cinasas (=Quinasas) dependientes de Ciclinas**



Los factores de crecimiento estimulan la división celular





Los perros, como casi todos los mamíferos producen grandes cantidades del factor de crecimiento de la epidermis (FCE) en la saliva.

Cuando un perro se lame una herida, deja FCE. Éste acelera la síntesis de ciclinas, lo que estimula la división de las células que regeneran la piel y a sanar la herida más rápidamente.

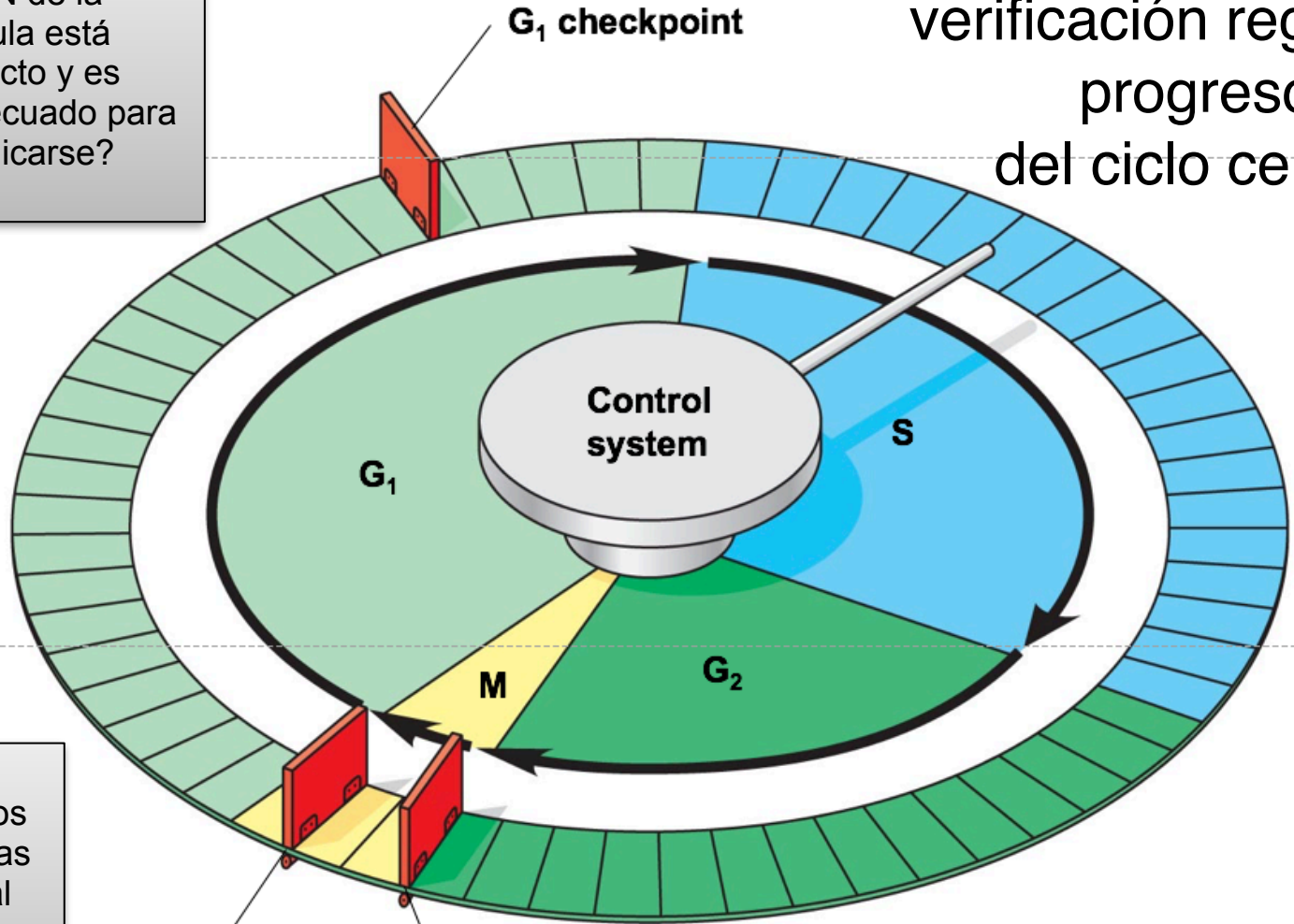
Puntos de control o verificación regulan el progreso del ciclo celular

El ciclo celular en eucariontes tiene **tres importantes puntos** de control o verificación

En cada punto, complejos proteicos de la célula determinan si ésta cumplió una fase específica del ciclo:

Puntos de control o verificación regulan el progreso del ciclo celular

G1 a S: ¿el ADN de la célula está intacto y es adecuado para replicarse?



Metafase a anafase: ¿todos los cromosomas están unidos al huso y alineados en el ecuador?

G2 a mitosis: ¿el ADN se replicó bien y completamente?

M checkpoint

G₂ checkpoint

Control system

G₁

S

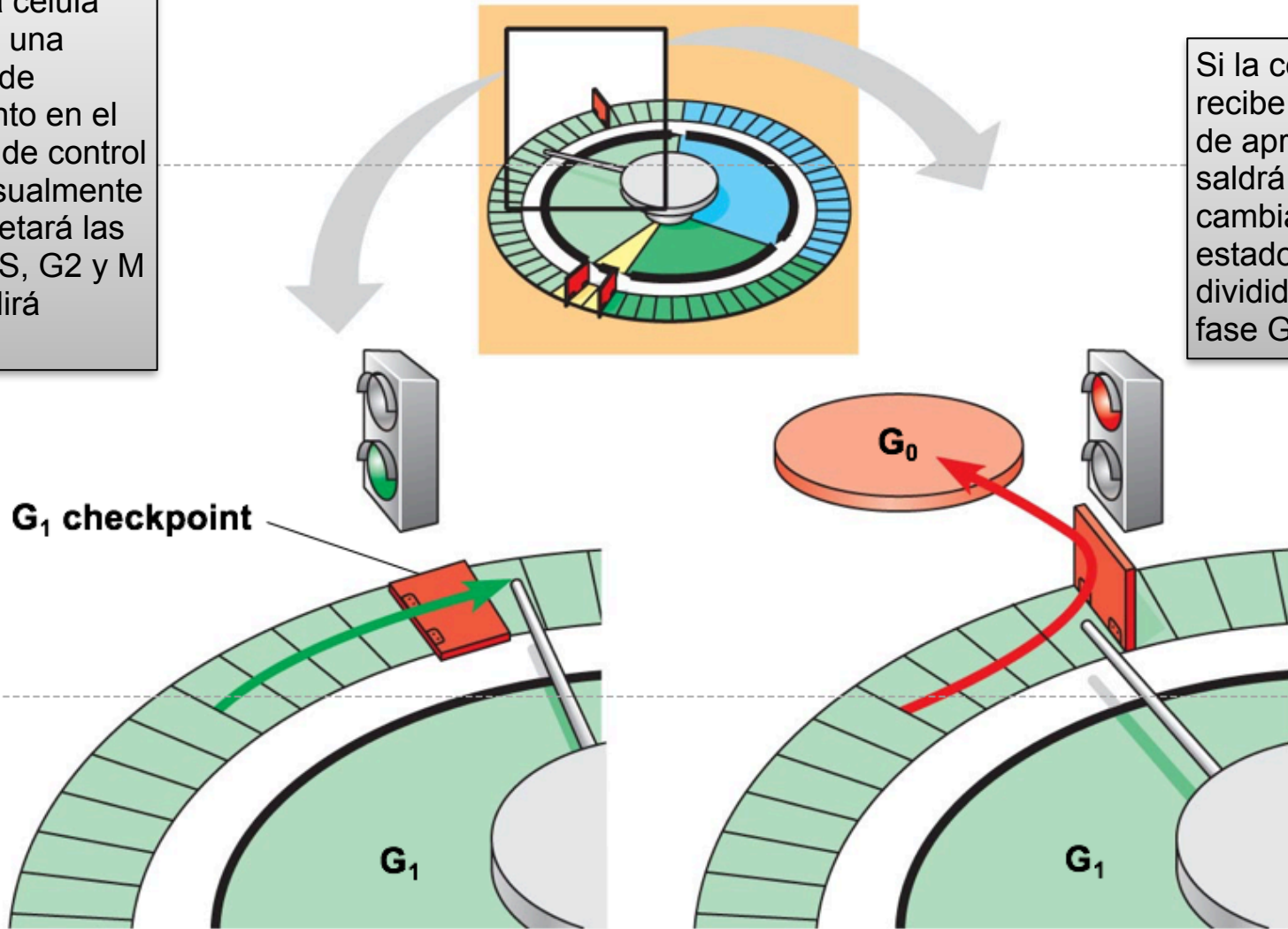
G₂

M

Ejemplo de control positivo o negativo en el punto G1

Si una célula recibe una señal de adelanto en el punto de control G1, usualmente completará las fases S, G2 y M y dividirá

Si la célula no recibe la señal de aprobación, saldrá del ciclo, cambiando a un estado no dividido llamado fase G0



CONTROLES EN EL CICLO CELULAR

Magic Swf2Avi



<http://www.efeclm.com/>



El proceso de crecimiento celular y división en eucariotas se denomina ciclo celular. Este ciclo se divide en fases que representan lo que sucede en la célula en un momento dado. La célula se desarrolla y crece durante la fase G_1 .

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc.

<https://www.youtube.com/watch?v=vU8Bk2qNHhg>

Para que ocurra la **división celular** se requiere una serie de eventos :

- **Señales reproductivas:** para iniciar la división celular Ej: Factores de Crecimiento
- **Replicación:** del ADN
- **Segregación:** distribución del ADN en dos nuevas células hijas
- **Citocinesis:** separación de las dos nuevas células hijas.

Hay dos tipos de división celular:

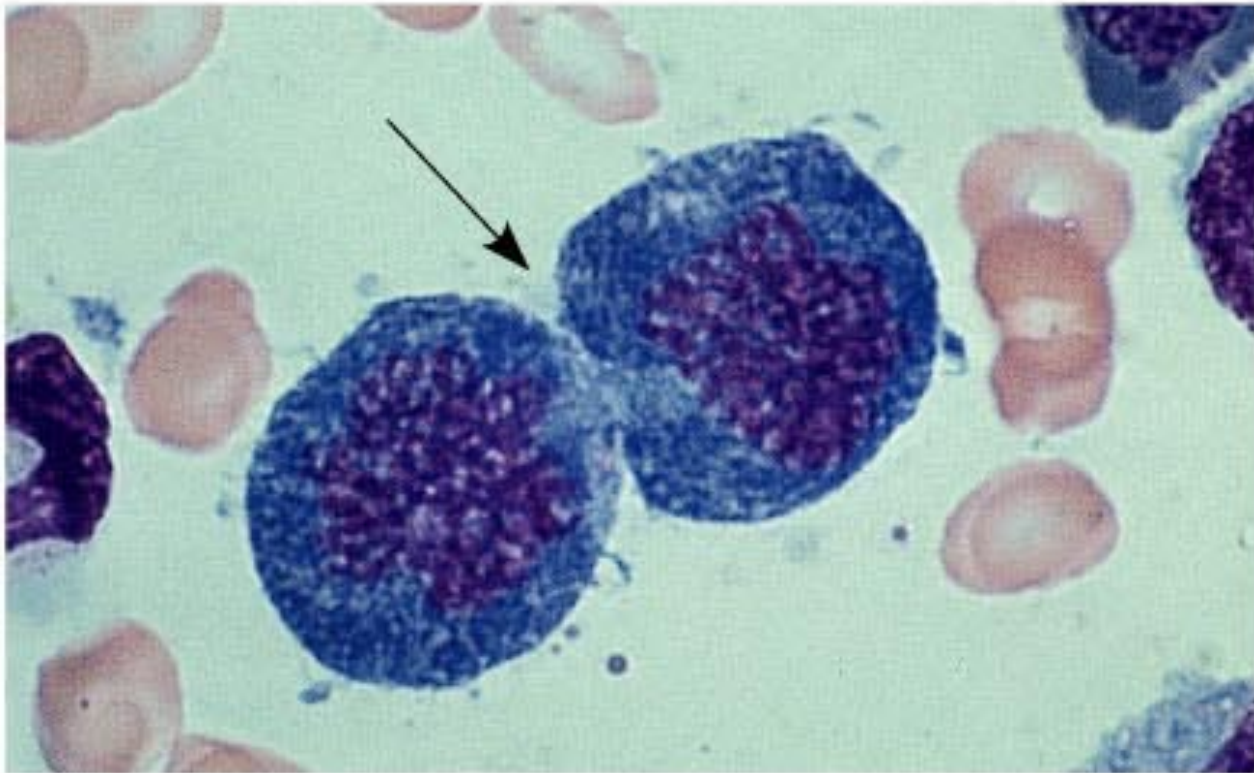
Mitosis : tipo de división celular mediante el cual se segregan los cromosomas en dos células hijas (Células somáticas)

Meiosis : tipo de división celular que ocurre en células que originan gametas (células sexuales) (Gametas)

La División Celular

La división celular da lugar a células hijas genéticamente iguales

Es distinta en organismos unicelulares y multicelulares



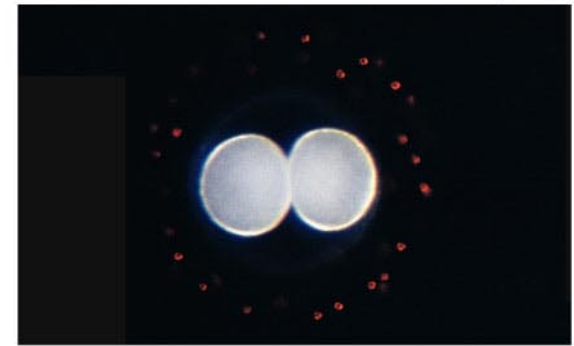
Importancia de la división celular



(c) **Reproducción**



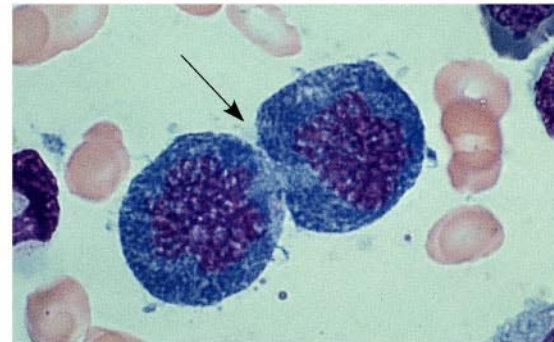
Crecimiento



Desarrollo



Regeneración

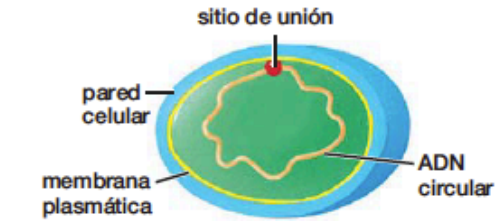


Renovación de tejidos

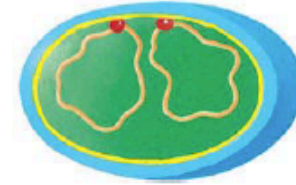
Fisión Binaria en Procariontes

Dado que los procariontes evolucionaron antes de los eucariotes, la mitosis probablemente evolucionó de fisión binaria.

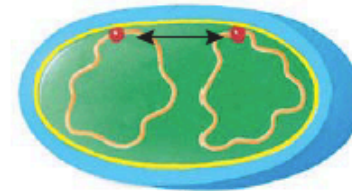
Ciertos protistas exhiben tipos de división celular que parecen intermedios entre la



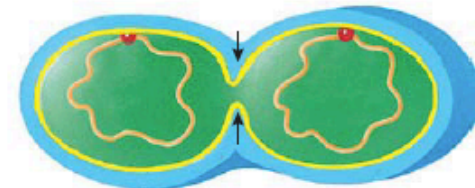
1 La doble hélice del ADN circular se une a la membrana plasmática en un punto.



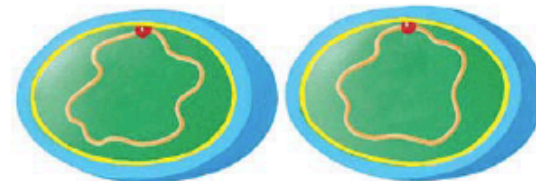
2 El ADN se replica y las dos dobles hélices se unen a la membrana plasmática en lugares cercanos.



3 Se agrega membrana plasmática entre los puntos de unión, con lo que se alejan.



4 La membrana plasmática crece hacia dentro en la mitad de la célula.



5 La célula madre se divide en dos células hijas.

DIVISION CELULAR EN EUCARIOTAS

EN LAS CELULAS EUCARIOTAS LA DIVISION CELULAR
CONSISTE EN LA **MITOSIS** (DIVISION DEL NUCLEO) Y
LA **CITOCINESIS** (DIVISION DEL CITOPLASMA)

QUE OCURRE DURANTE LA MITOSIS

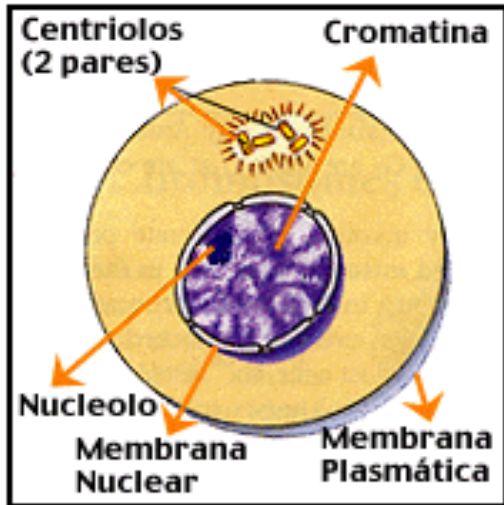
La Mitosis puede ser dividida en cuatro fases:

- **Profase (Temprana y Tardia)**
- **Metafase**
- **Anafase**
- **Telofase**

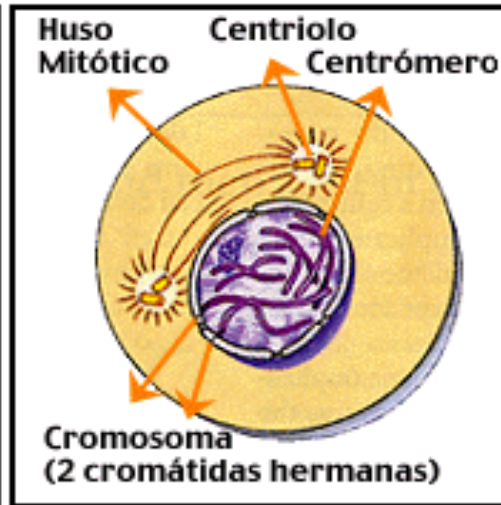
MITOSIS

Mitosis

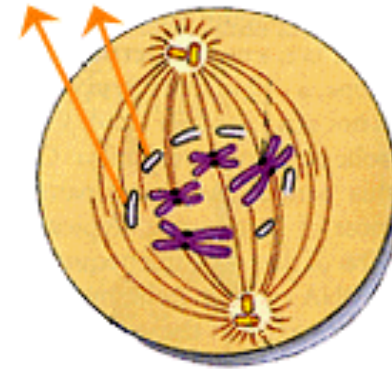
Interfase



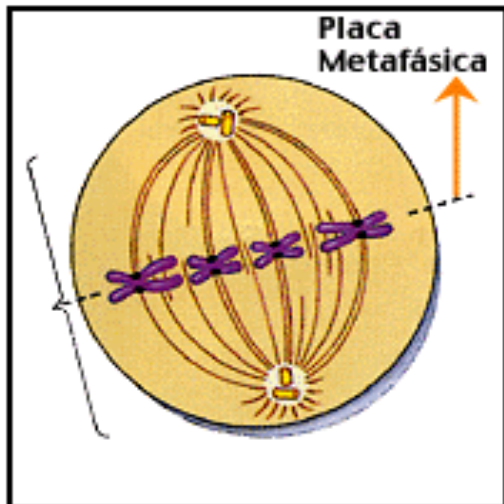
Profase



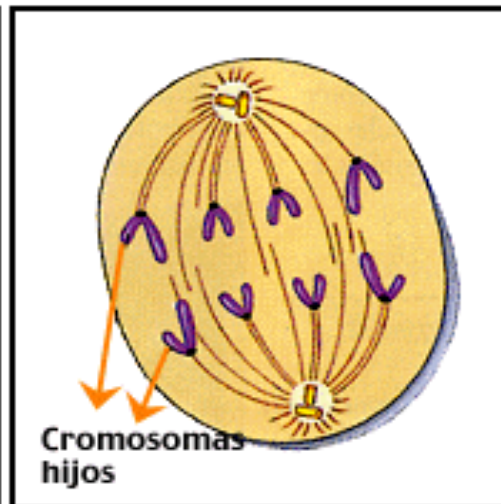
Fragmentos de la Membrana Nuclear



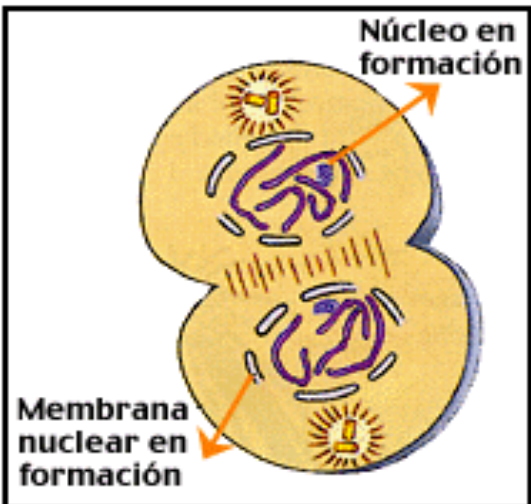
Metafase



Anafase

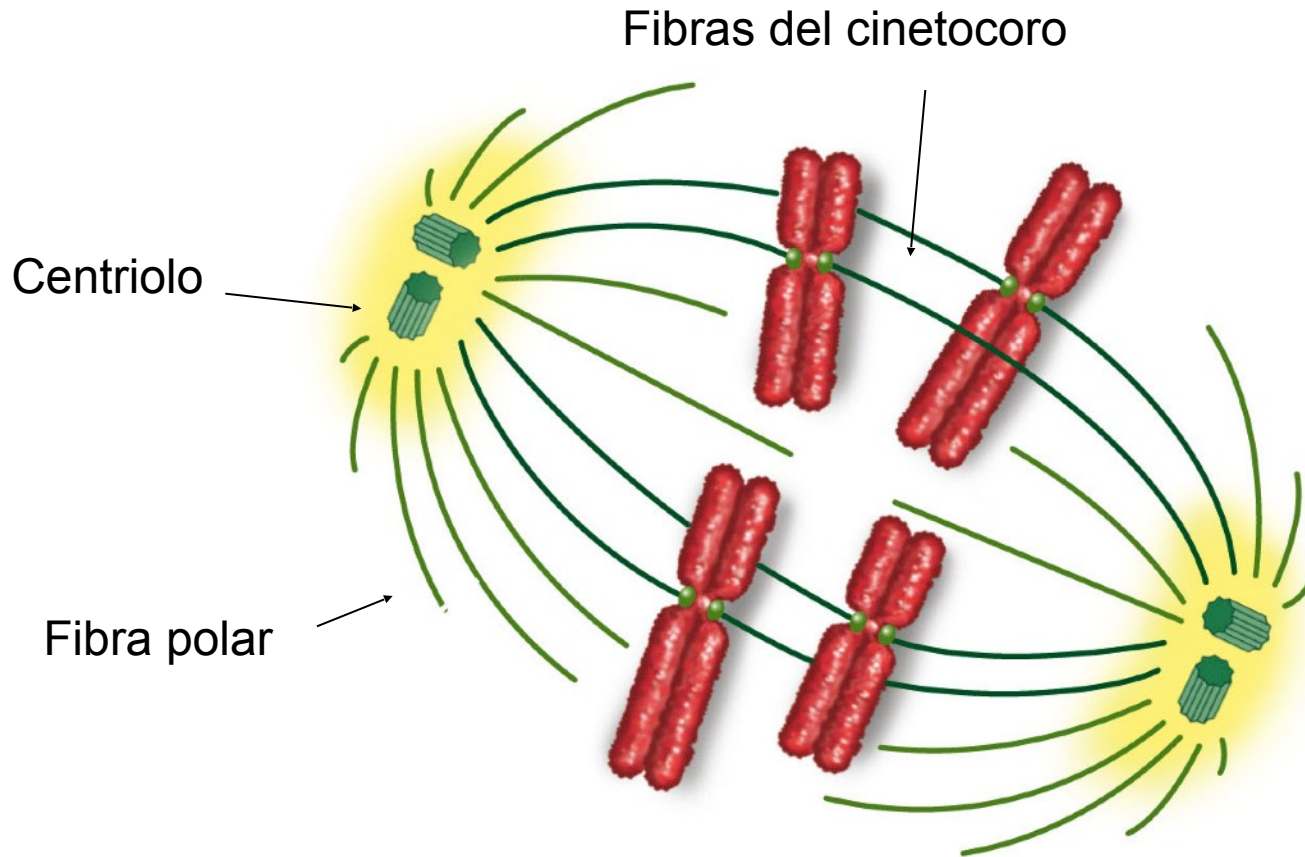


Telofase



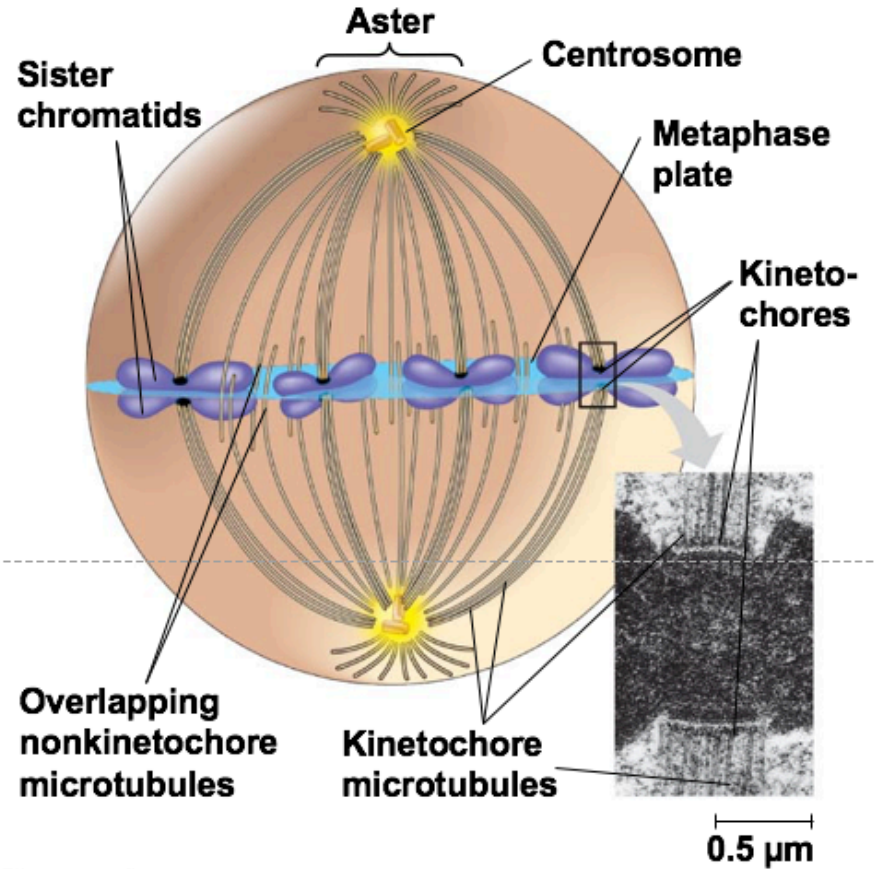
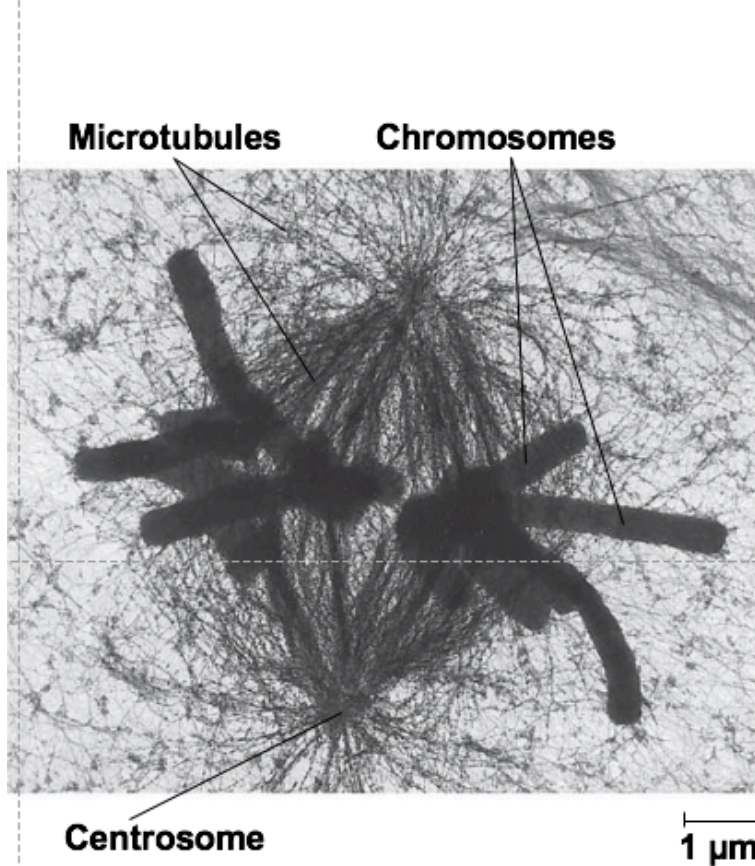
HUSOS MITÓTICOS

(A)

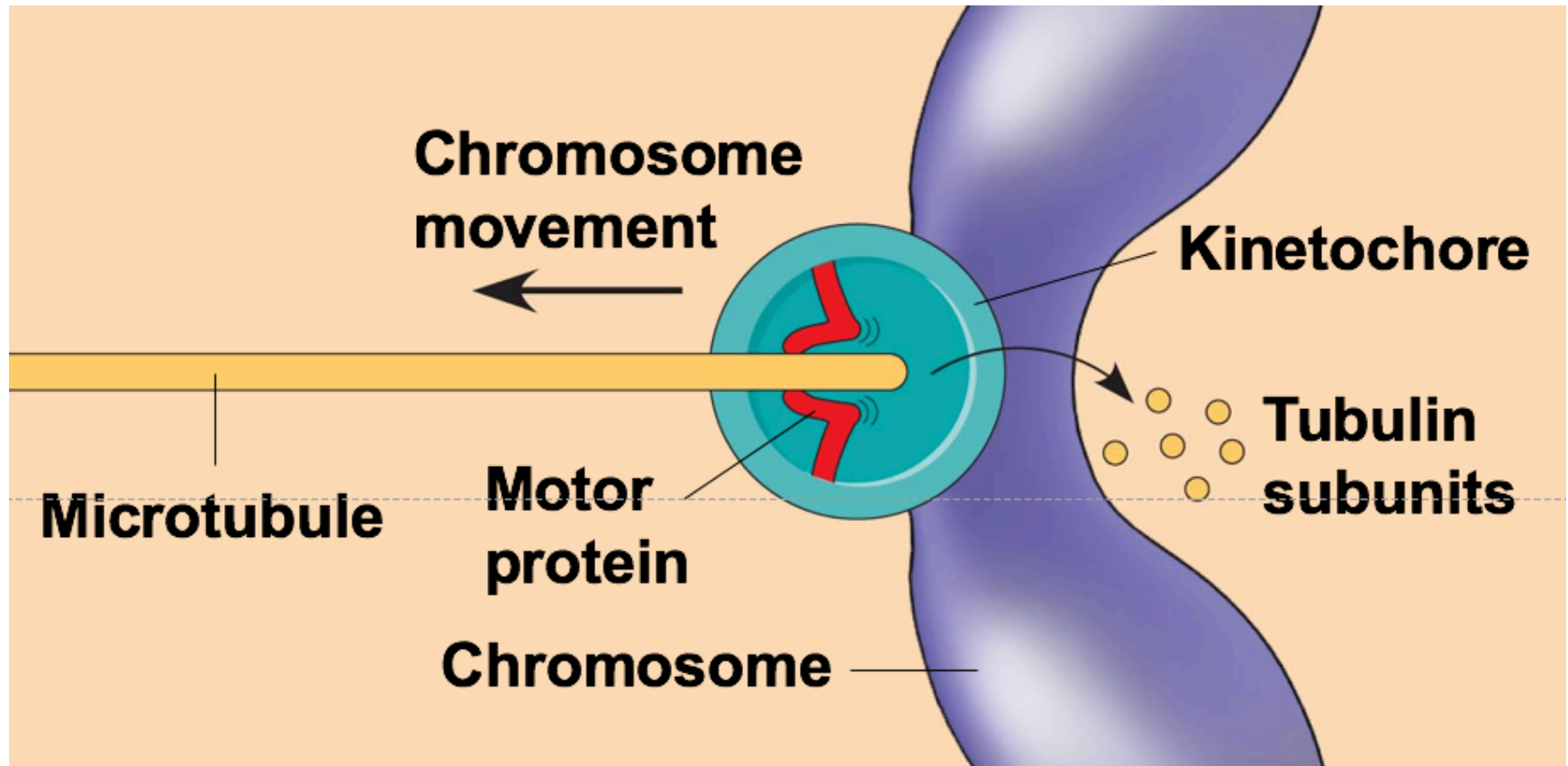


El centrosoma se replica, formando dos centrosomas que migran a los extremos opuestos de la célula, a medida que los microtúbulos del huso crecen a partir de ellos

HUSOS MITÓTICOS



En la Anafase, las cromátidas hermanas se separan y se mueven a lo largo de los microtúbulos tirando de los cinetocoros hacia los extremos opuestos de la célula



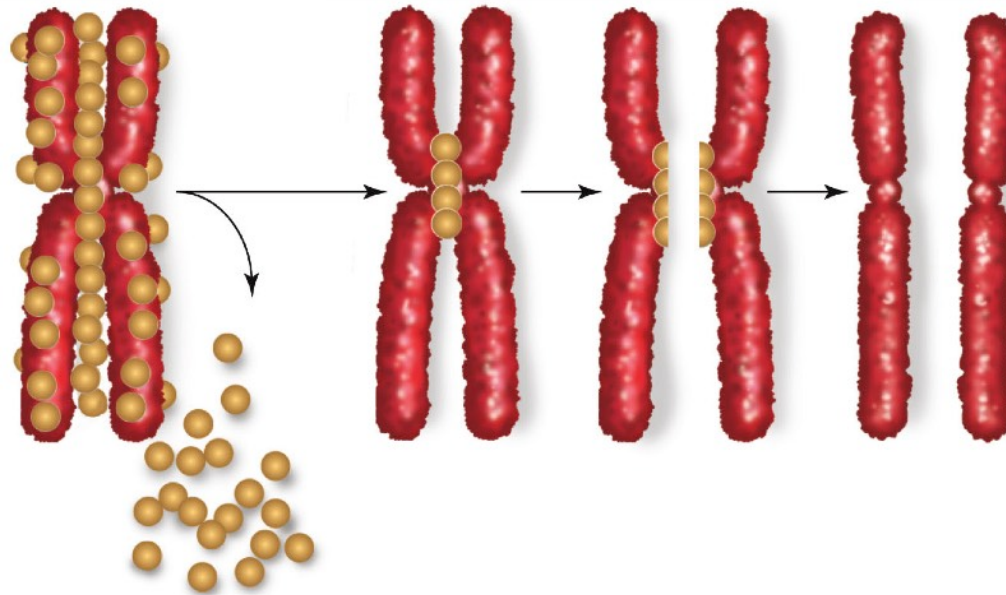
Los microtúbulos se acortan por despolimerización en sus extremos cinetocóricos

UNIÓN Y SEPARACIÓN DE CROMÁTIDES

Antes de la división las dos cromátidas están pegadas por abundante cantidad de cohesinas

Durante la Metafase muchas cohesinas son removidas salvo las del centrómero

Durante la anafase una enzima (separasa) hidroliza las cohesinas



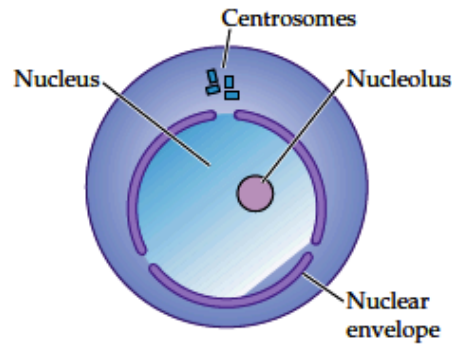
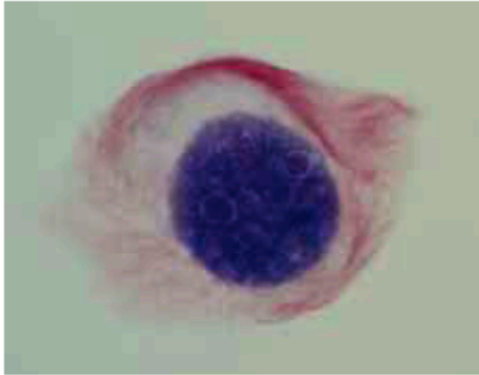
LIFE 8e, Figure 9.11

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Eighth Edition © 2007 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

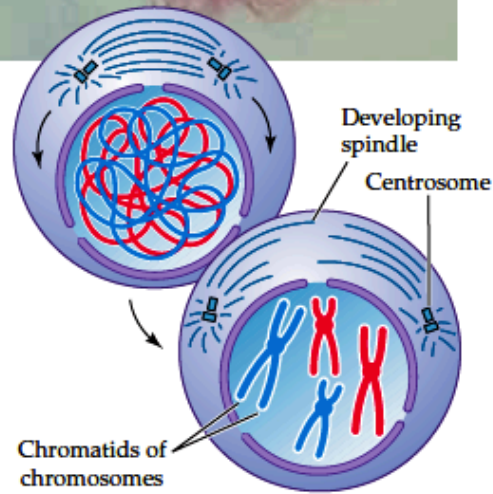
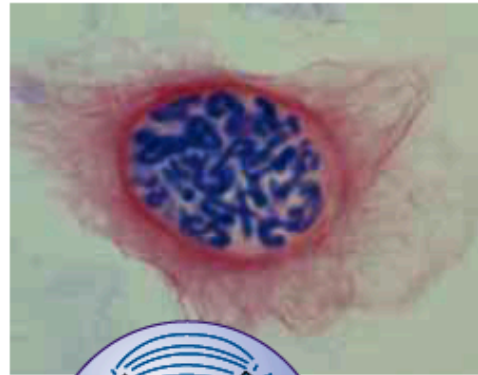
Las dos cromátides se encuentran pegadas por la cohesión de proteínas (COESINAS). Durante la metafase las proteínas se dispersan salvo las que se hallan en relación con el centrómero. Para poder separarse una enzima SEPARASA hidroliza las proteínas que quedaban en el centrómero.

Repasando cada Fase

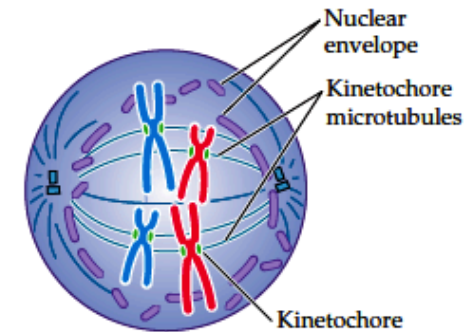
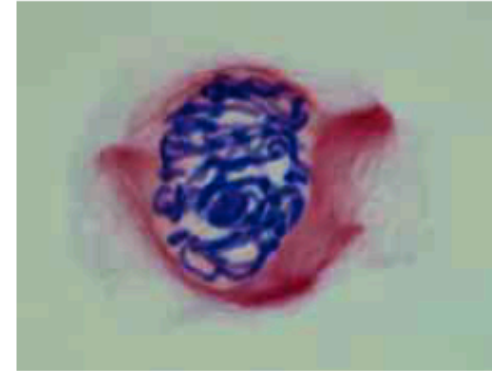
Interphase



Prophase



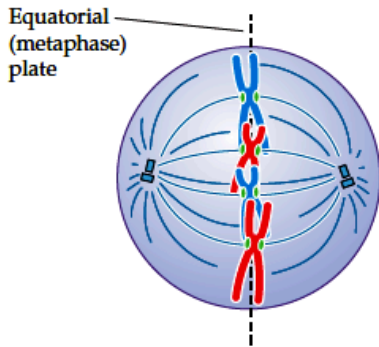
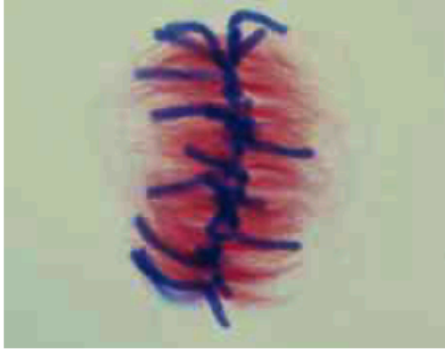
Prometaphase



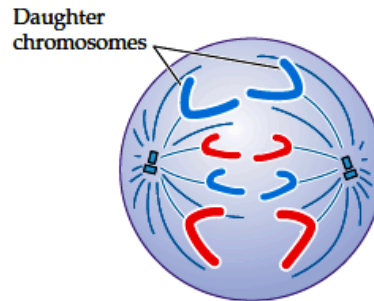
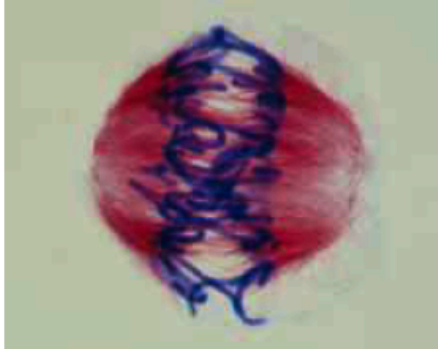
Profase: la cromatina se condensa y los cromosomas son visibles al microscopio óptico. Comienza la formación del huso mitótico.

Prometáfase
los cromosomas se unen a las fibras del huso mitótico.

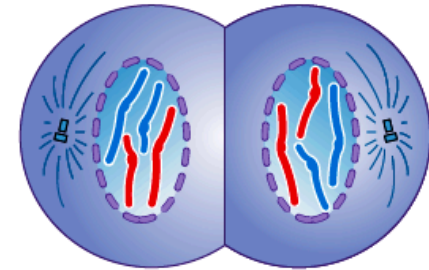
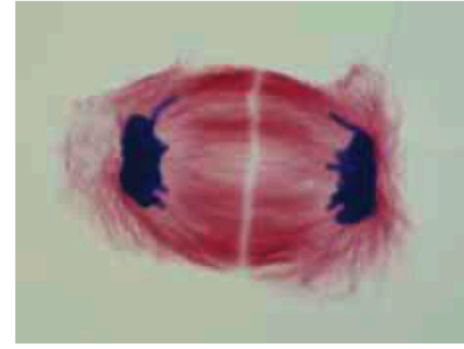
Metaphase



Anaphase



Telophase

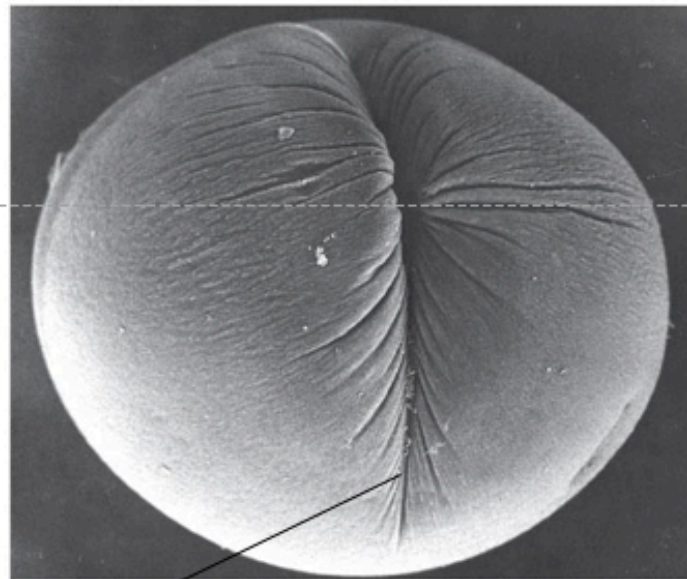


Metafase: los pares de cromátidas, dirigidos por las fibras del huso, se mueven hacia el centro de la célula. Al final de la metafase se disponen en el plano ecuatorial.

Anafase: se separan las cromátidas hermanas, y cada cromátida se mueve a un polo opuesto.

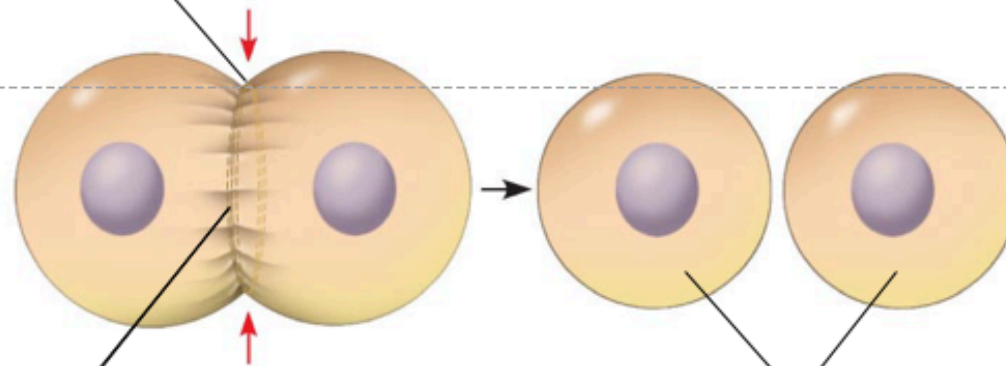
Telofase: se forma una envoltura nuclear alrededor de cada grupo de cromosomas. El huso comienza a desintegrarse, los cromosomas se desenrollan y una vez más se extienden y aparecen difusos.

CITOCINESIS
Separación o
escisión del
citoplasma



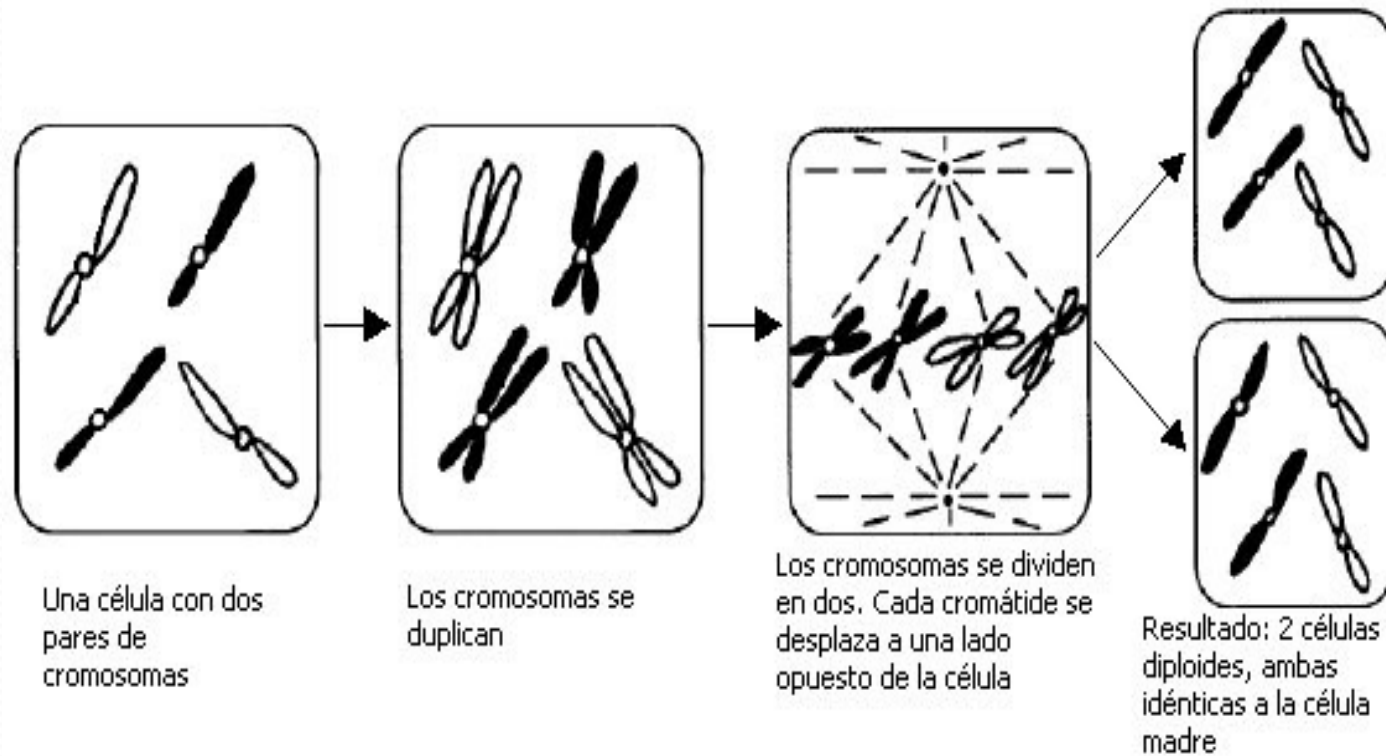
100 μm

Surco de Clivaje



Anillos contráctiles
de Microfilamentos

Células Hijas



Recapitulando: MITOSIS

**NO HAY REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE CROMOSOMAS
LAS CELUAS RESULTANTES SON IDENTICAS**



<https://www.youtube.com/watch?v=6SOH0anhOr8>

MEIOSIS

- La meiosis, por el contrario a la mitosis, produce cuatro células hijas, células especializadas para la reproducción (gametas), las cuales no sufrirán nuevas divisiones. Estas células poseen la mitad del número de cromosomas

Estas gametas difieren genéticamente de cada progenitor y entre sí.

Debido a esta variación genética, algunos de los descendientes podrán estar mejor adaptados.

La meiosis genera la diversidad genética necesaria para que actúe la selección natural y la evolución.

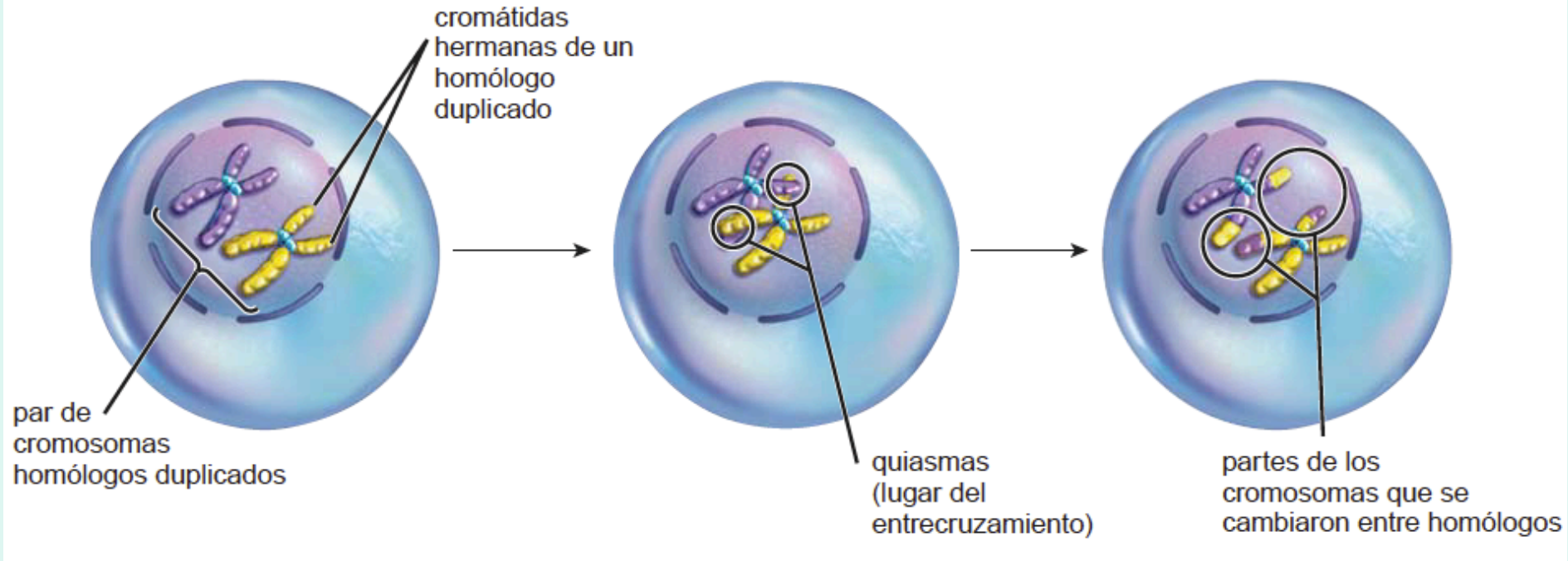
CARACTERÍSTICAS DE LA MEIOSIS

La Meiosis consiste en dos divisiones nucleares, que reducen el número cromosómico (Células Haploides).

El ADN se replica una sólo vez.

Las células obtenidas son diferentes a las células progenitoras, y también entre sí.

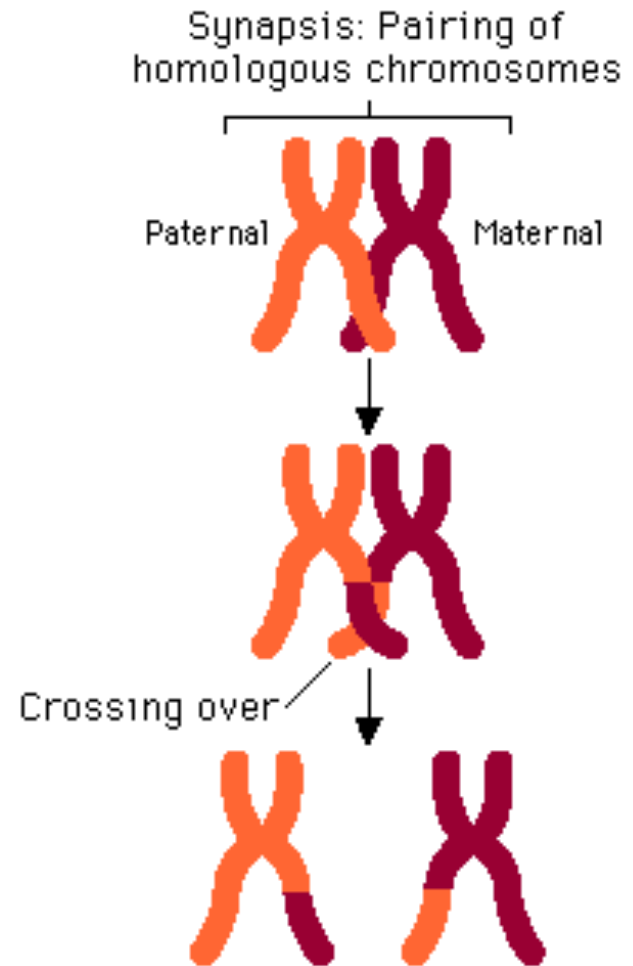
Causa de la Variabilidad Genética en la Meiosis



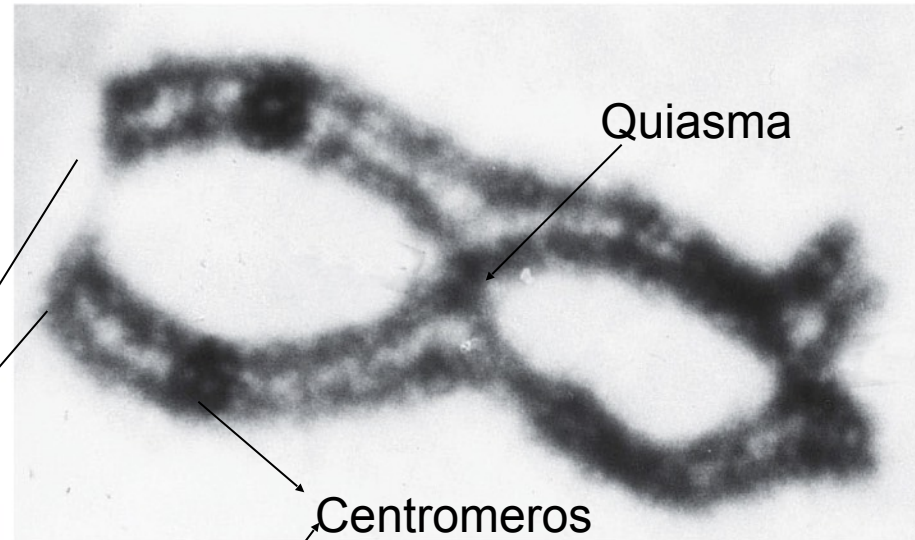
entrecruzamiento Las cromátidas que no son hermanas, por venir de miembros diferentes de un par homólogos de cromosomas, intercambian ADN en los **quiasmas**.

CROSSING OVER

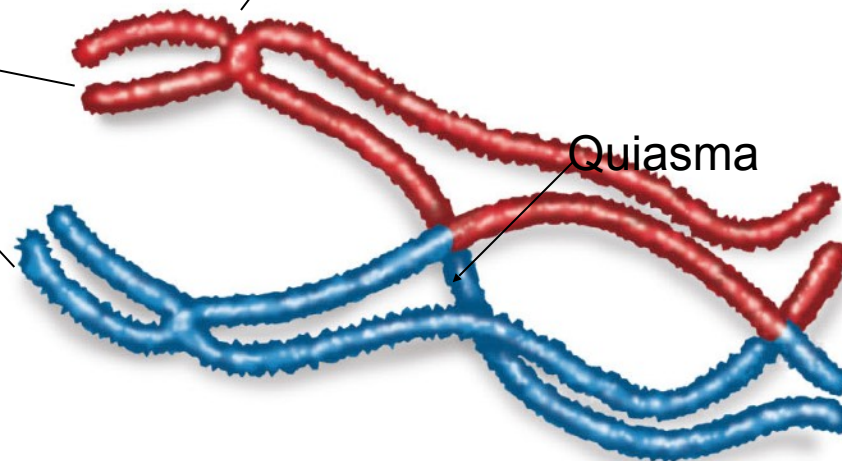
- En la meiosis se produce el entrecruzamiento "crossing over" y la segregación al azar de los cromosomas homólogos.
- El apareamiento de los homólogos y crossing-over (**profase I**) permite que se intercambie información genética.



QUIASMA. EVIDENCIA DEL INTERCAMBIO ENTRE CROMÁTIDAS

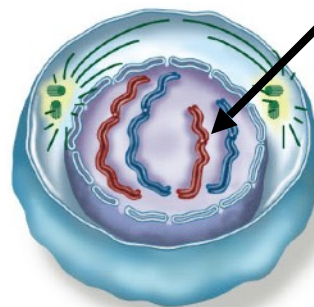
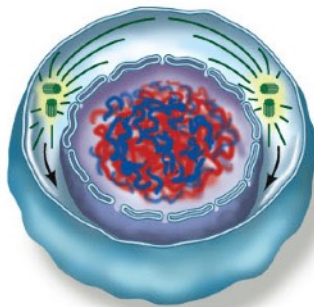
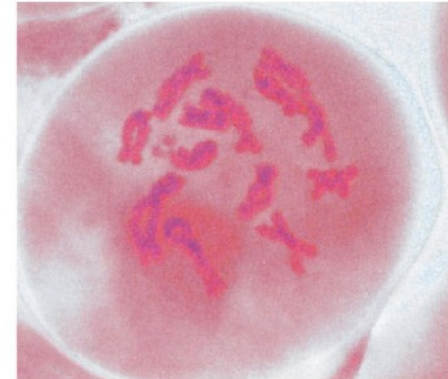


Cromosomas homólogos

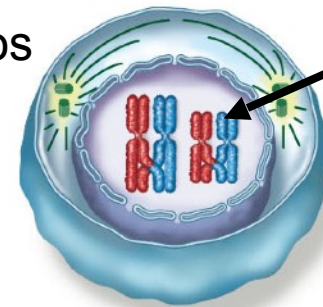


Profase y el Apareamiento de los cromosomas homólogos

Meiosis I



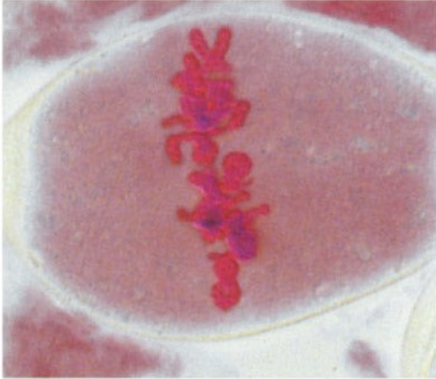
Pares de homólogos



Tetrada

Profase I: la cromatina se condensa y los cromosomas se hacen visibles al microscopio óptico. Los microtúbulos del huso se organizan y se extienden desde el polo de la célula. Se desintegra la envoltura nuclear. Los cromosomas homólogos se aparean.

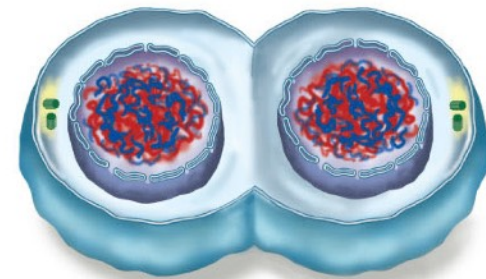
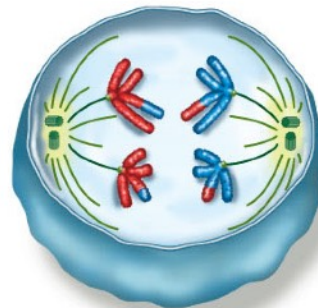
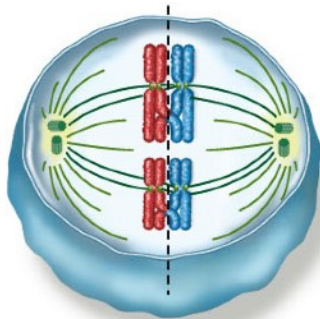
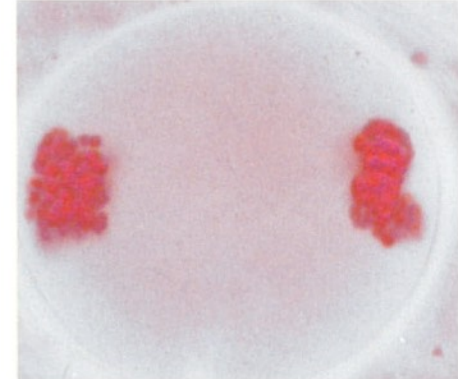
Metafase I



Anafase I



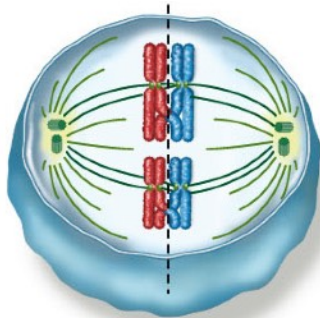
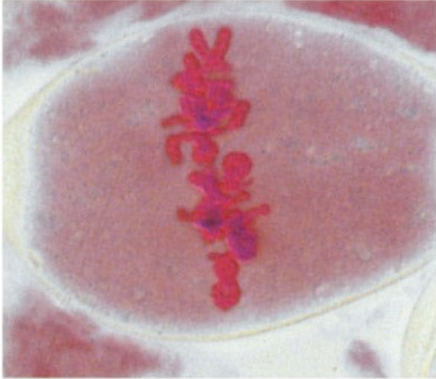
Telofase I



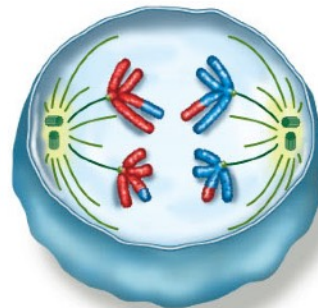
↑
Placa ecuatorial

Metafase I: los pares de homologos se alinean en el plano ecuatorial.

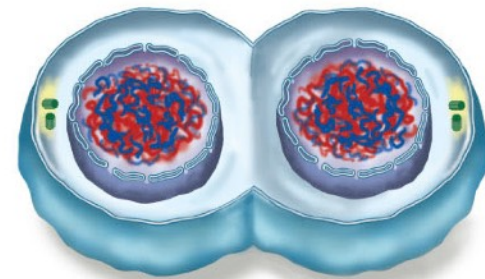
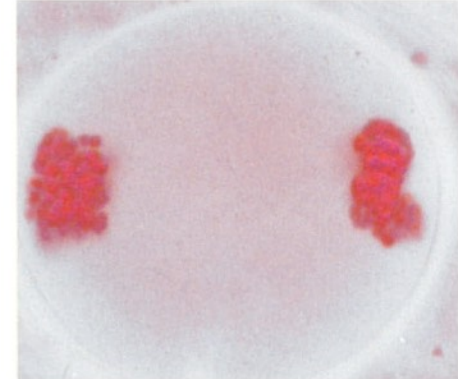
Metafase I



Anafase I

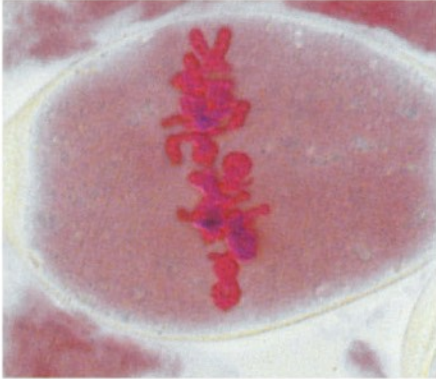


Telofase I



Anafase I: los homólogos se separan mediante las fibras del huso. Las cromátidas hermanas permanecen juntas.

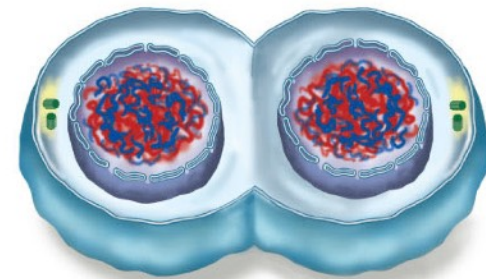
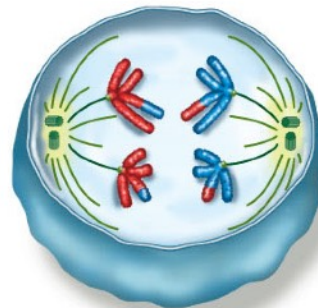
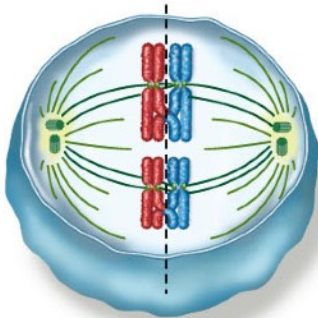
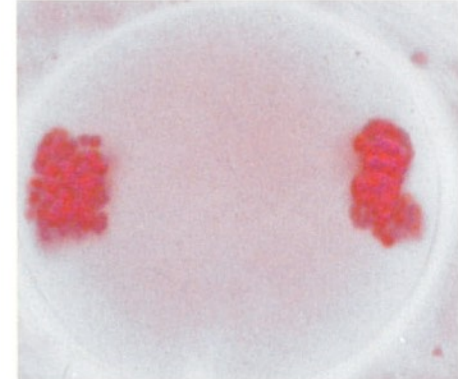
Metafase I



Anafase I



Telofase I

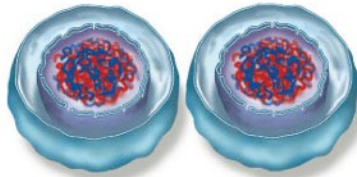


Telofase I: los cromosomas homólogos se encuentran en los polos.

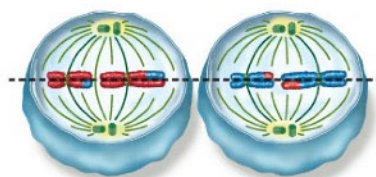
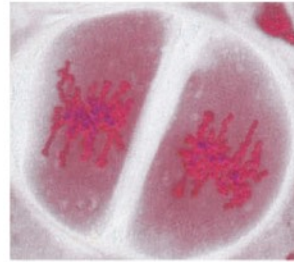
MEIOSIS II



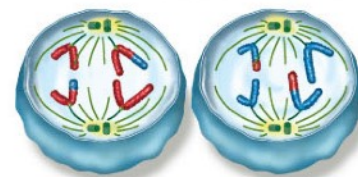
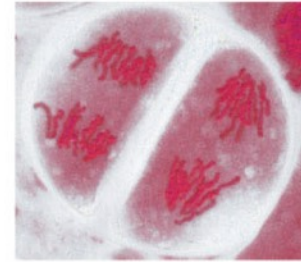
Profase II



Metafase II



Anafase II



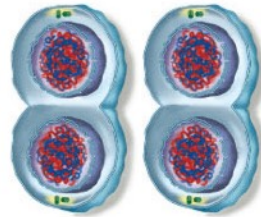
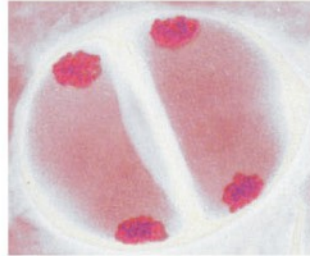
Profase II: las envolturas nucleares se desintegran y comienzan a aparecer nuevas fibras del huso.

Metafase II: los pares de cromátidas se ordenan en el plano ecuatorial.

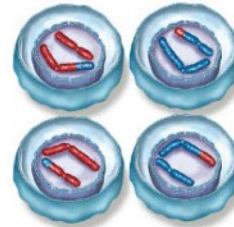
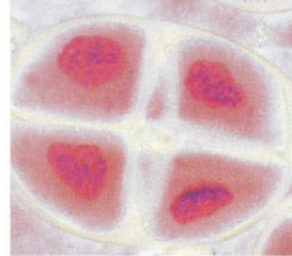
Anafase II: las cromátidas se separan una de la otra. Cada cromátida se mueve hacia unos de los polos.

MEIOSIS II

Telofase II



Productos

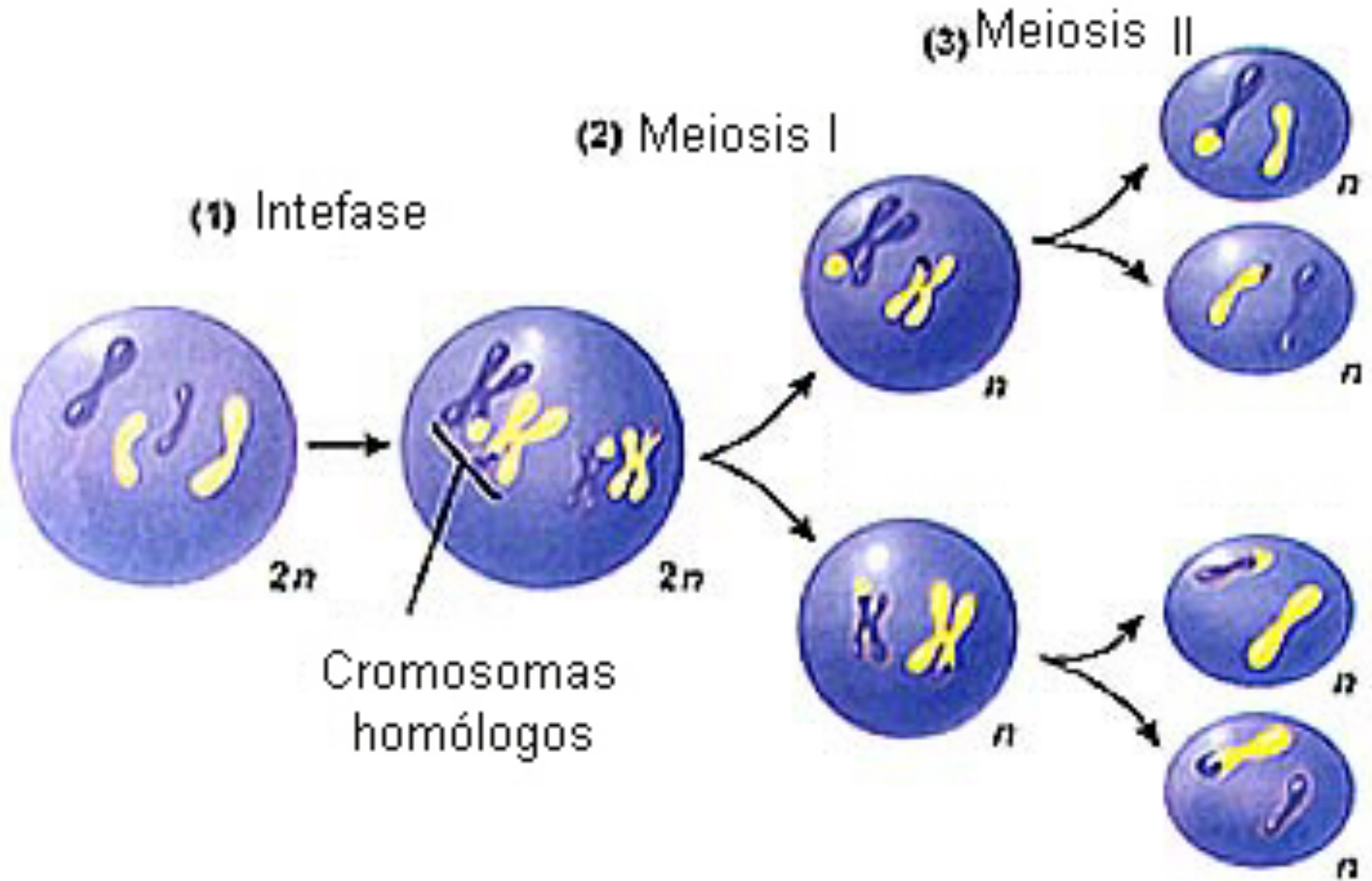


Telofase II: los microtúbulos del huso desaparecen y se forma una envoltura nuclear alrededor de cada conjunto de cromosomas.

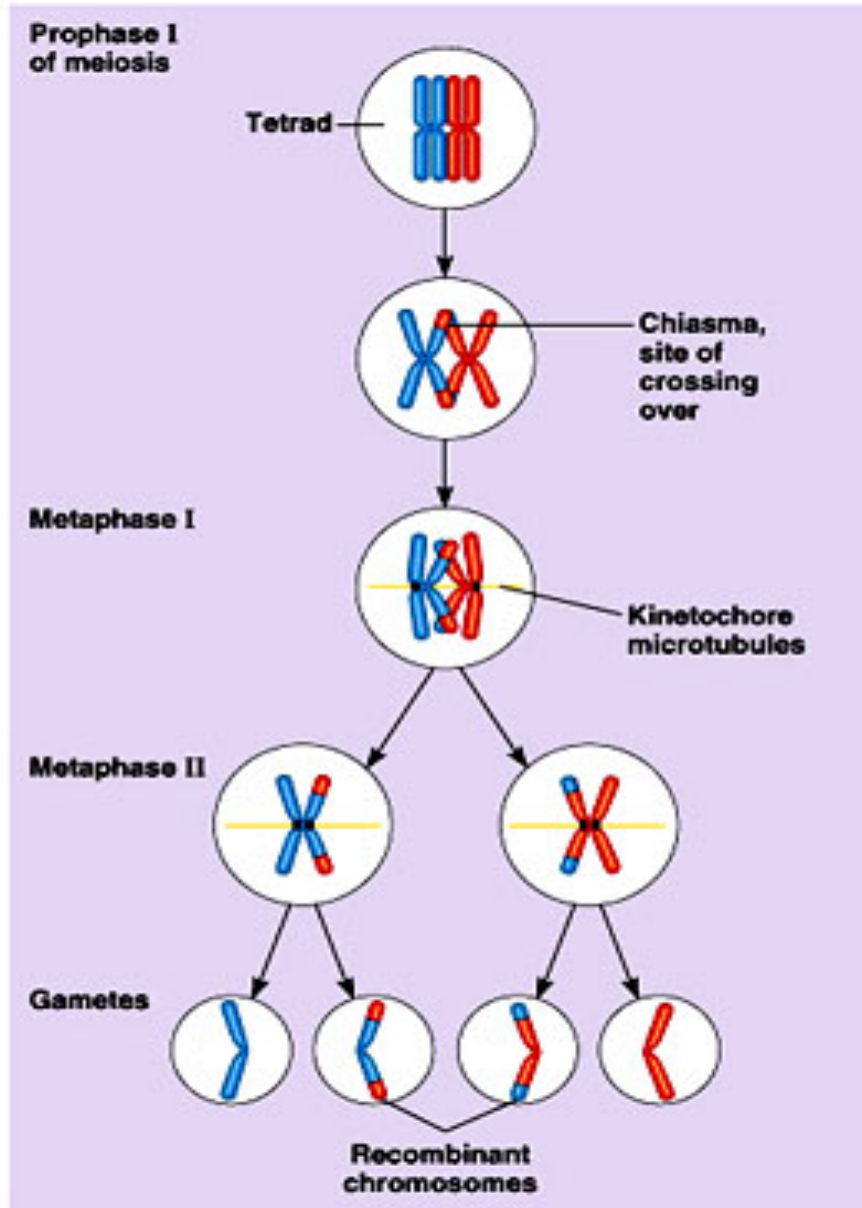
Hay cuatro núcleos en total, cada uno de los cuales tiene un número haploide de cromosomas.

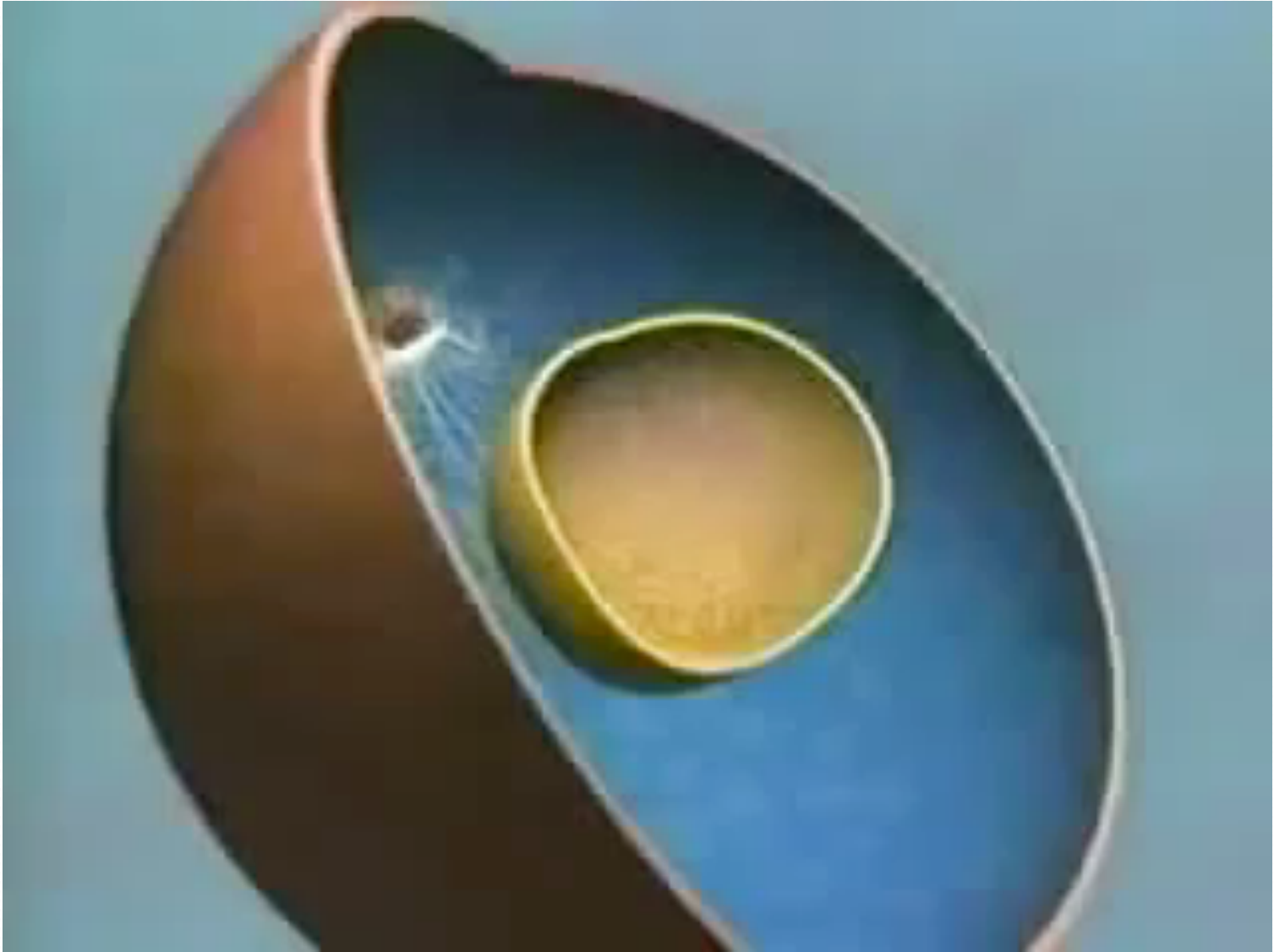
MEIOSIS I

MEIOSIS II



SEGREGACIÓN AL AZAR





https://www.youtube.com/watch?v=wHT06Pvxj_c

Comparando Mitosis y Meiosis

Número de divisiones celulares por duplicación del ADN
Función en los animales

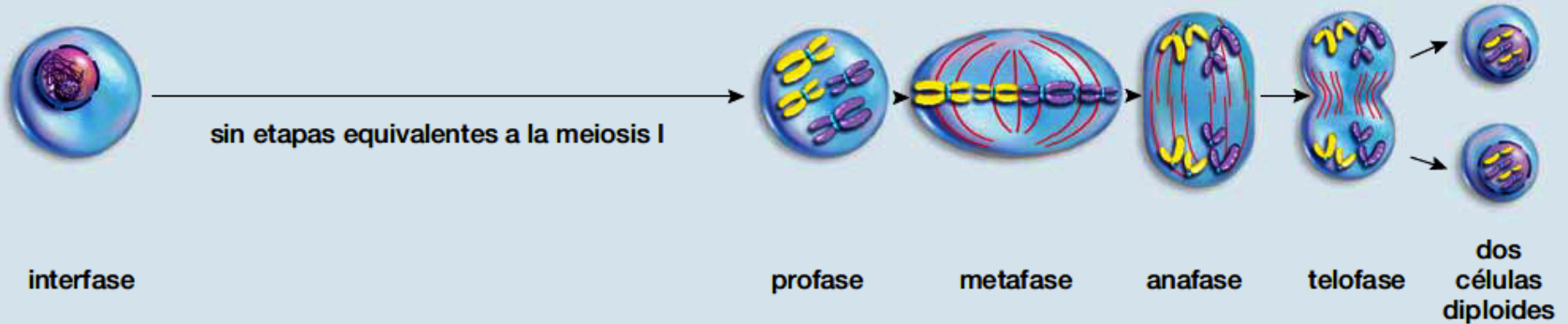
Una

Desarrollo, crecimiento, reparación y mantenimiento de los tejidos; reproducción asexual

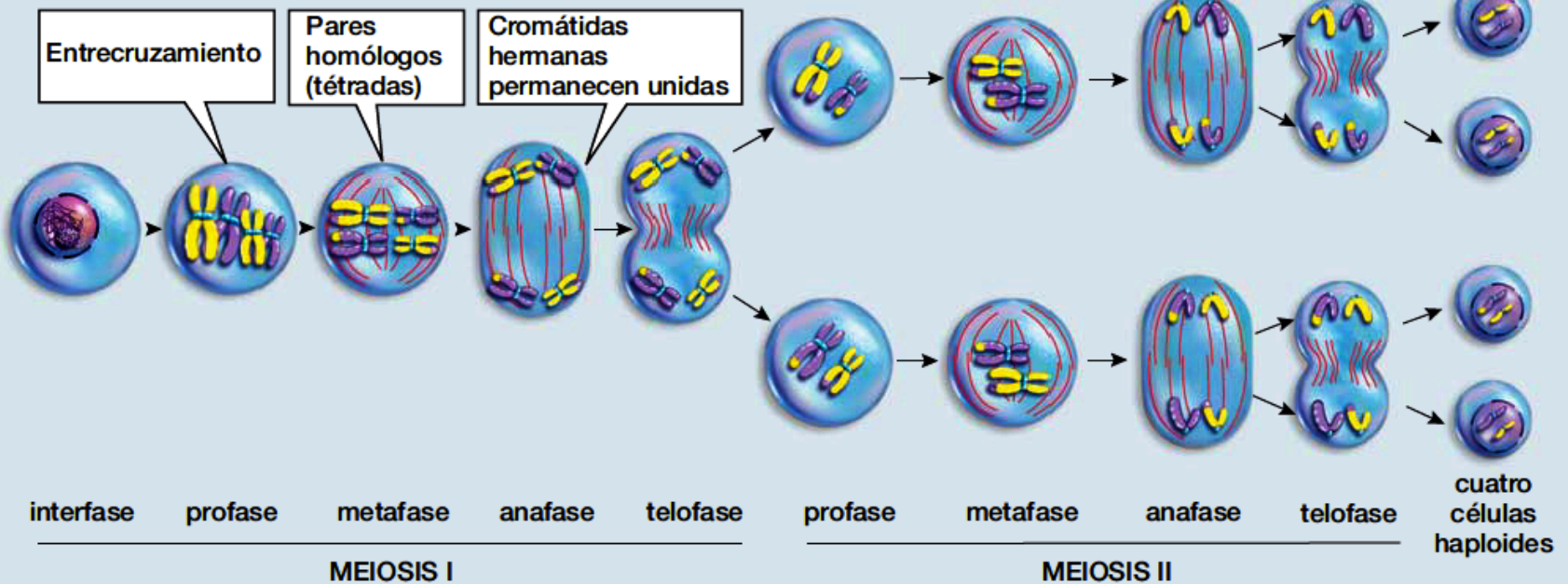
Dos

Formación de gametos para la reproducción sexual

MITOSIS



MEIOSIS



MITOSIS

Células Somáticas

Duplicación de ADN seguida por una división

Células hijas con número diploide de cromosomas

Cada cromosoma se comporta independientemente

**Corta duración
Material genético constante**

Resultado: 2 células hijas con la misma cantidad de ADN que la célula madre

MEIOSIS

Células germinales o sexuales

Duplicación de ADN seguida por dos divisiones

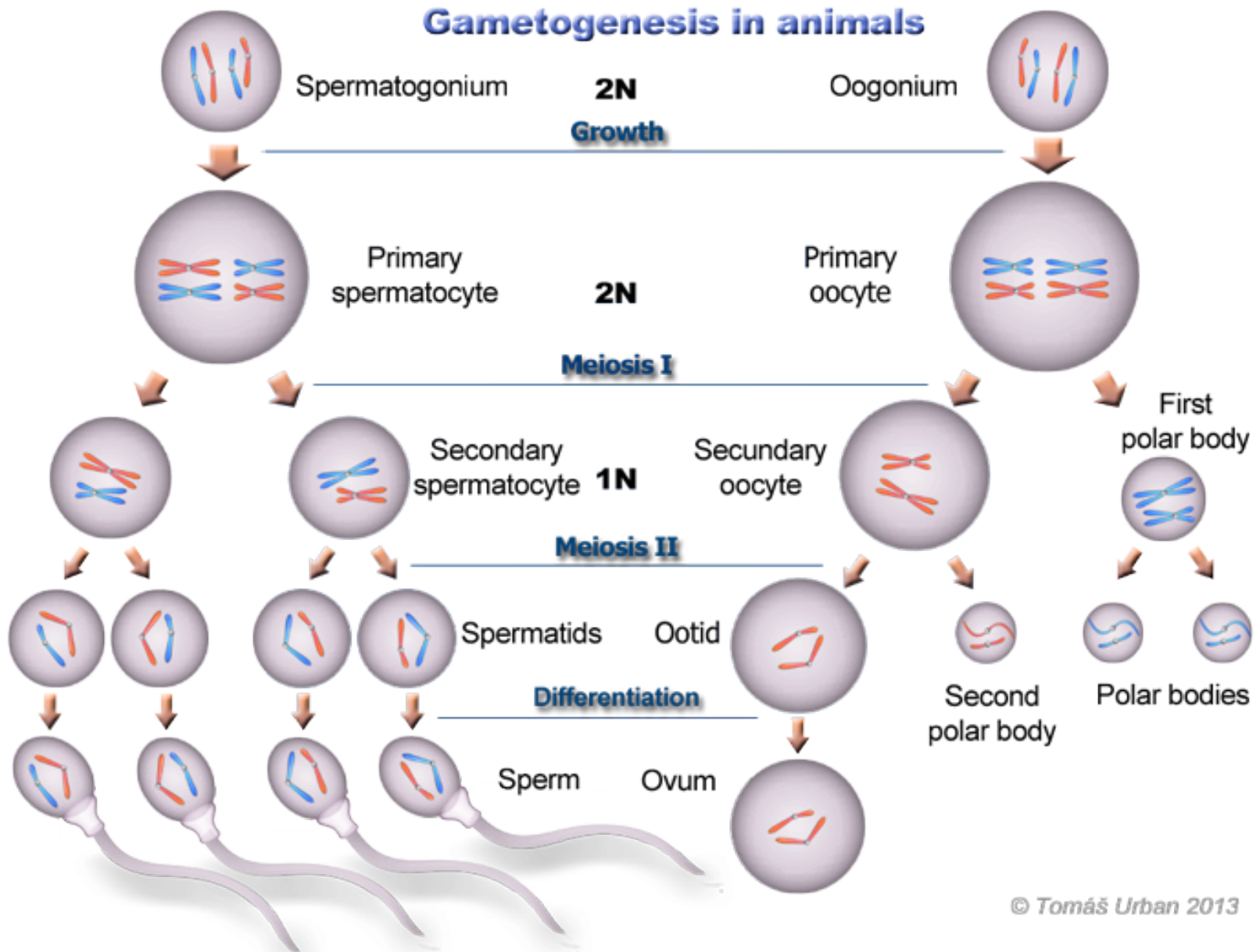
Células hijas con número haploide de cromosomas

Hay apareamiento de cromosomas homólogos

**Larga duración
Variabilidad genética**

Resultado: 4 células hijas con la mitad de ADN que la célula madre

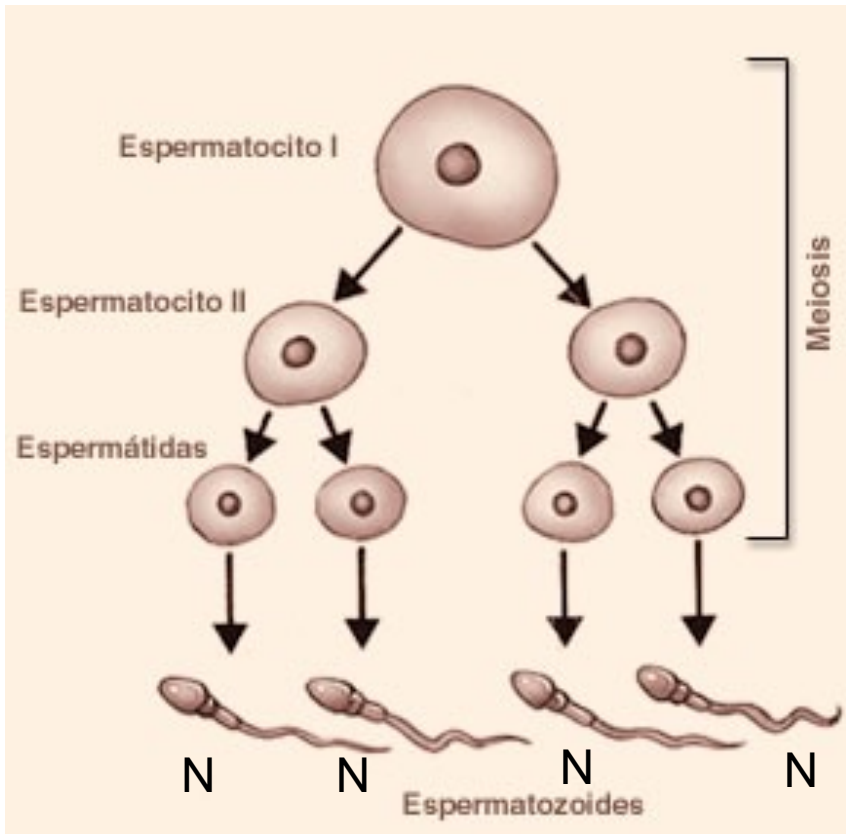
GAMETOGENESIS



GAMETOGENESIS

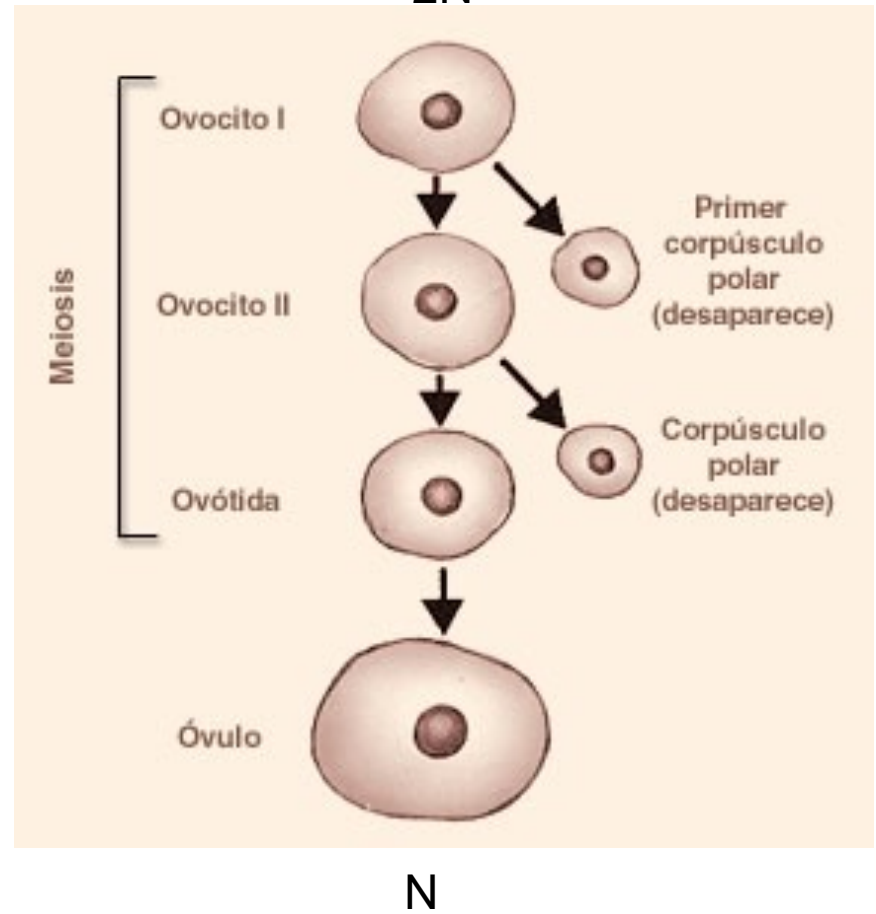
Espermatogénesis

2N



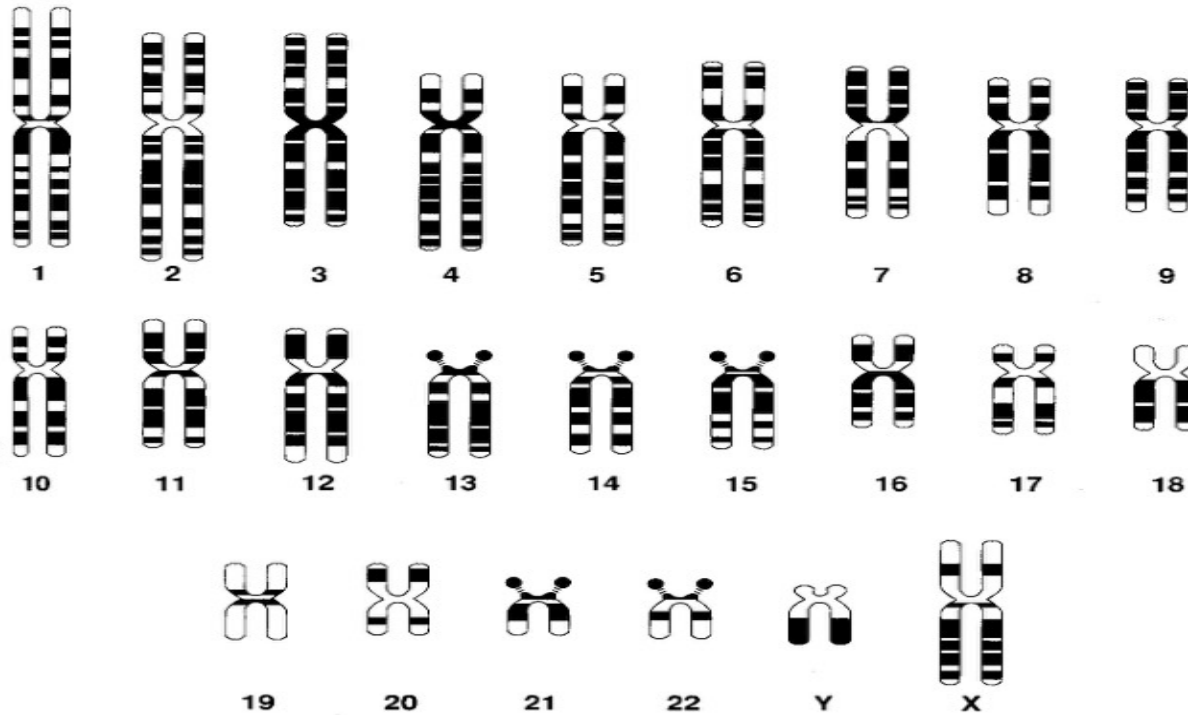
Ovogénesis

2N



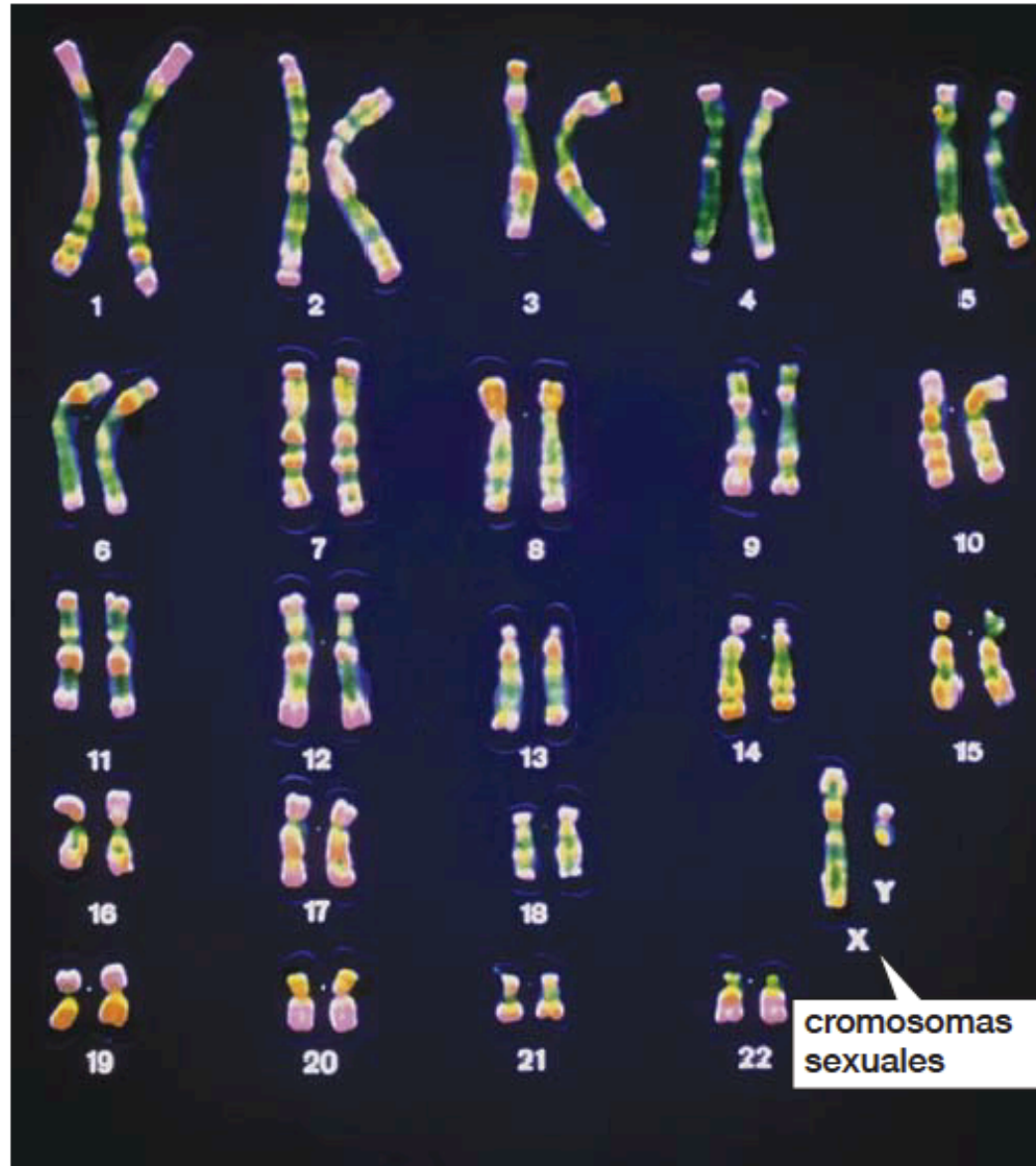
CARIOTIPO

- Es el ordenamiento de los cromosomas de una célula metafásica de acuerdo a su morfología, tales como forma, tamaño, etc.



Cariotipo Humano

Los cromosomas eucariontes se presentan en pares con información genética similar



Cariotipo Humano

Los cromosomas eucariontes se presentan en pares con información genética similar



Cariotipo Humano