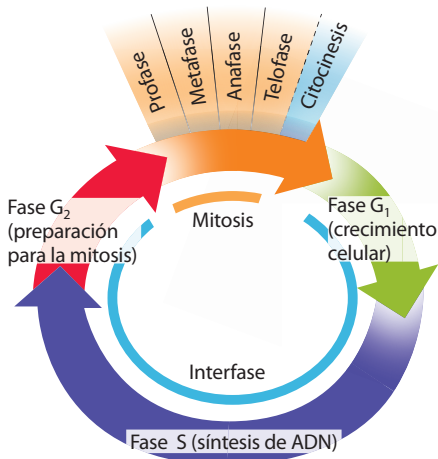
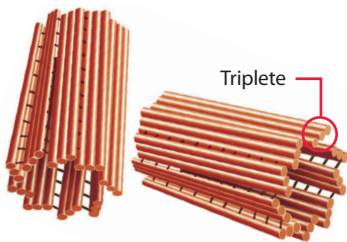


Ciclo celular: toda célula proviene de otra



▲ En la mayoría de las células, la interfase ocupa gran parte del ciclo, casi el 95%. Si un ciclo tuviera una duración de 24 horas, la mitosis demoraría solo 30 minutos.



▲ Esquematación de un par de centríolos.

El estado en que se encuentra una célula está determinado por una secuencia periódica de crecimiento y división durante la vida de un organismo. Estos procesos están representados en el **ciclo celular** en tres etapas fundamentales: la primera corresponde a la **interfase**, que es de preparación para su posterior división. Cuando se habla de preparación, se debe pensar que la célula requiere crecer para asegurar un volumen suficiente a las células hijas, copiar su material genético (proceso de replicación), ya que se necesitan dos copias para las nuevas células, y también multiplicar sus organelos. La segunda etapa corresponde a la **mitosis**, que, como tal, permitirá la división del material genético previamente replicado. Finalmente, se darán las condiciones para la división completa de la célula, proceso citoplasmático llamado **citocinesis**, que no forma parte de la mitosis.

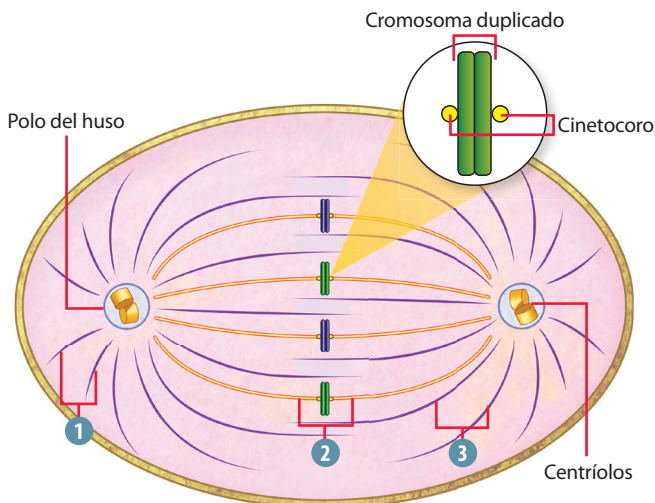
La mitosis y la citocinesis harán posible la formación de nuevas células idénticas a las originales. Gracias a esto, los organismos pluricelulares pueden crecer, desarrollarse, regenerar tejidos y, los unicelulares, reproducirse asexualmente.

En el caso humano, estamos hablando de una división de células diploides (2n) que darán origen a células diploides (2n).

Aparato mitótico: microtúbulos

En el proceso de división celular mitótico es fundamental la participación de **microtúbulos**, estructuras proteicas del citoesqueleto que dirigirán los movimientos propios de los cromosomas, lo que permite la separación de las cromátidas y la migración del material genético a cada polo celular.

Tipos de microtúbulos



- 1 Microtúbulos astrales.
- 2 Microtúbulos cinetocóricos.
- 3 Microtúbulos polares.

- **Centríolos**

Los centríolos son estructuras compuestas por nueve tripletes de microtúbulos acomodados en forma circular que se originan de los centros organizadores o centrosoma. Cuando la célula se va a dividir, este centro organizador también se divide y genera dos pares de centríolos, cada uno de los cuales migra a los polos de la célula. En las células vegetales no hay centríolos, pero sí se forman microtúbulos.

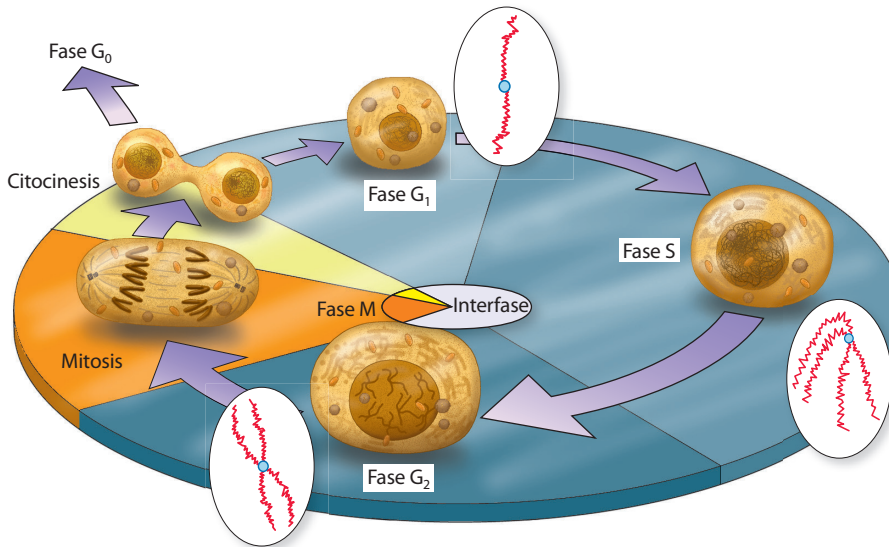
- **Huso**

Es el conjunto de microtúbulos que nacen de los centríolos. Hay tres tipos: los astrales 1, que corresponden a extensiones cortas y radiales; los cinetocóricos 2, que se extienden del polo a los cromosomas, específicamente a sus cinetocoros, y los polares 3, que se extienden de polo a polo.

Interfase: estado de reposo aparente

Al observar el núcleo de una célula en interfase, da la impresión de que se encuentra en reposo. Lejos de ello, se está produciendo una gran cantidad de eventos fundamentales para la división celular. Se trata de un estado de preparación en cuanto al **crecimiento, generación de energía y replicación del material genético**.

A continuación se revisarán las tres etapas de la **interfase**: G_1 , S y G_2 .



- **G_1 (Gap o intervalo): crecimiento celular**

En esta etapa la célula crece hasta alcanzar su tamaño normal y se desarrollan los procesos vitales para su mantención, sobre todo los que respectan a la síntesis de ATP, molécula que fue utilizada en el ciclo anterior, durante la mitosis, para proporcionar energía a las reacciones metabólicas.

- **S: síntesis de ADN**

En esta etapa se copia el ADN, es decir, se da el proceso de "replicación" y se sintetiza un nuevo juego de histonas, lo que genera dos moléculas idénticas para ser repartidas en las dos células hijas durante la mitosis.

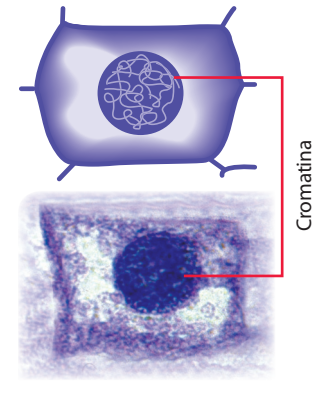
De esta manera, los cromosomas que se formarán una vez iniciada la mitosis tendrán dos cromátidas hermanas unidas a un centrómero, lo que se conoce como cromosoma duplicado o doble. En la etapa anterior (G_1), los cromosomas provenientes de la división celular, si estuvieran condensados, tendrían un centrómero y una cromátida (cromosoma simple).

- **G_2 (Gap o intervalo): preparación para la mitosis**

En esta etapa la célula se prepara antes de entrar en división, sobre todo en lo que respecta a la síntesis de proteínas relacionadas con el despliegue del aparato mitótico, donde comienzan a organizarse los microtúbulos. También se recupera la célula en términos energéticos, ya que en la síntesis de ADN se gastó gran cantidad de ATP.

Ayuda

Durante toda la interfase, el material genético se encuentra en estado de cromatina, ADN asociado a histonas que se encuentra desenrollado en forma de largas hebras, como se observa en el esquema y la fotografía.



Para profundizar

Los tipos celulares que no se dividen nuevamente, como las células del músculo esquelético o algunas neuronas, se retiran del ciclo celular. En estos casos, la interfase se "eterniza" (etapa G_0) y pasa a ser el estado natural de estas células.

Tema: Cuando falla el ciclo celular

¿Te imaginas qué sucedería si nuestras células se dividieran de forma descontrolada? Resuelve esta y otras interrogantes relacionadas, mediante el desafío que te proponemos a continuación:

↳ **Elaborar un documento** sobre las consecuencias producidas por anomalías en la transmisión del ADN y en el control de la división celular.

¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Te invitamos a promover, en tu comunidad educativa y en tu entorno cotidiano, el interés por el **cuidado de la salud e integridad de las personas**, considerando el origen de posibles alteraciones en nuestro organismo, factores de riesgo asociados y cómo la ciencia ha aportado a tratarlas y combatirlas.

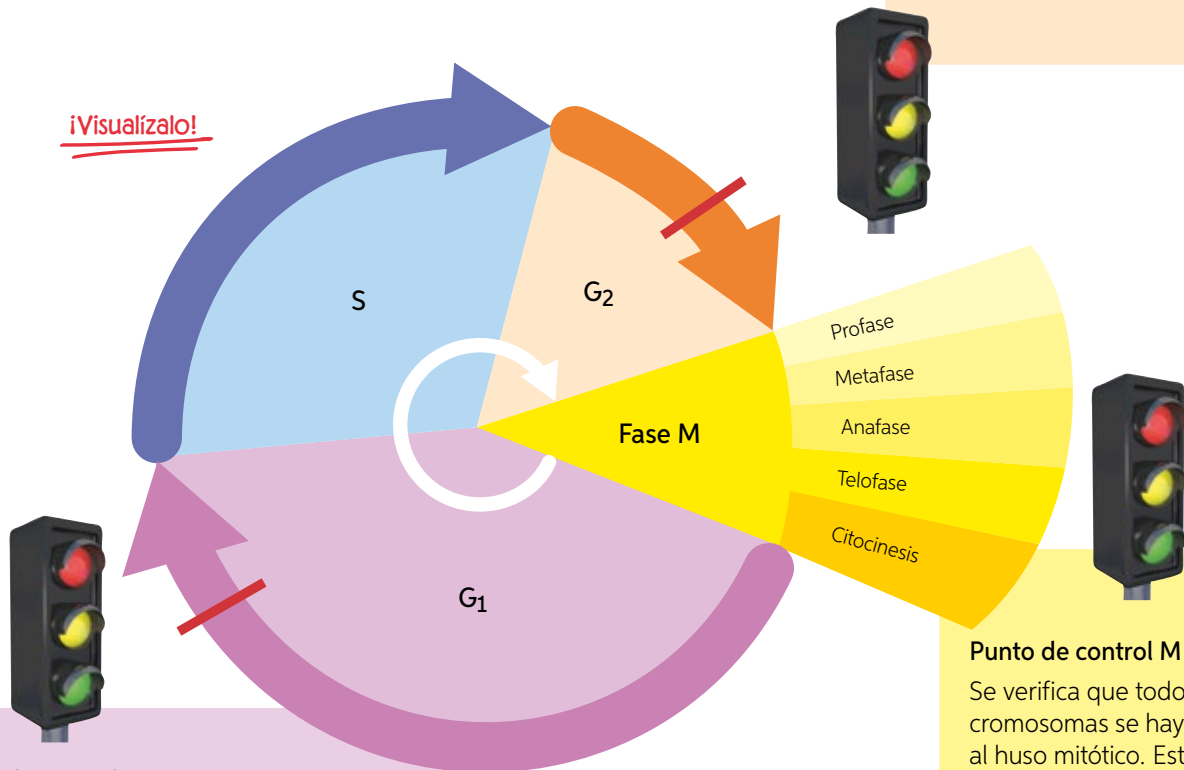
El control del ciclo celular

¿Cómo una célula “sabrà” en qué momento se debe dividir y cuándo debe dejar de hacerlo? La división celular es un proceso muy preciso en el inicio y término de cada una de las etapas y en la distribución igualitaria y equitativa del material genético, pues posee mecanismos de regulación denominados **puntos de control**. En ellos, se hace una “revisión” de las condiciones celulares, lo que detiene o activa procesos involucrados en la replicación del ADN, el crecimiento de la célula y su división. Imagina que los puntos de control funcionan como semáforos que regulan el tráfico vehicular en una ciudad.

Punto de control G2

Se revisa que el material genético no presente errores después de su duplicación en la fase S. De igual manera, se verifica que el medio extracelular sea favorable para la división. De ser así, la célula puede iniciar la fase M.

¡Visualízalo!



Punto de control G1

Se verifica que el tamaño de la célula sea adecuado, que las condiciones del medio sean óptimas y que el ADN no presente daños o alteraciones. Si se cumplen estas condiciones, la célula seguirá con las otras etapas. De lo contrario, quedará detenida en la etapa G1.

Punto de control M

Se verifica que todos los cromosomas se hayan unido al huso mitótico. Esto posibilita que la mitosis finalice, específicamente que se lleve a cabo el paso de metafase a anafase.

¿Qué es y cómo se produce el cáncer?

Ya estudiaste que, en condiciones normales, las células crecen, se reproducen y mueren. Sin embargo, existen condiciones que pueden alterar el ciclo celular. Si una célula se divide rápidamente y sin control, provoca que las nuevas células se acumulen en el tejido formando masas de células denominadas **tumores**, lo que podría originar un cáncer. Ahora bien, ¿cuál es el origen del cáncer? En ocasiones el material genético experimenta alteraciones denominadas **mutaciones**. Si la mutación se produce a nivel de los genes que participan en la regulación del ciclo celular, es probable que se desarrolle un cáncer. Los genes involucrados se especifican a continuación.

Protooncogenes

Codifican proteínas, como las Cdk y las ciclinas, que estimulan la división celular. Estos genes, al experimentar mutaciones, se pueden transformar en **oncogenes**, lo que puede ocasionar el aumento de la síntesis de estas proteínas, activando o aumentando la división de algunas células.

Genes supresores de tumores

Codifican proteínas que regulan negativamente el ciclo celular y se encargan de que la mitosis no continúe debido a que la replicación del ADN ha ocurrido en forma incorrecta. Si el daño en el ADN es severo, una proteína denominada **p53** induce a apoptosis. Cualquier mutación que disminuya la actividad normal de una proteína supresora de tumores puede contribuir a la aparición de cáncer.

●●● Actividad colaborativa

Argumenta utilizando vocabulario científico

Reúnanse en duplas de trabajo y elaboren un modelo para presentar la información del siguiente documento. Luego, reflexionen en torno a la pregunta propuesta.

Nanomedicamentos para tratar el cáncer

El cáncer es una enfermedad que afecta a millones de personas de todas las edades. Muchos de los fármacos utilizados como tratamiento para este trastorno, presentan graves efectos secundarios. Este aspecto ha sido mejorado mediante la incorporación de la nanotecnología aplicada a la medicina, la que consiste en la asociación de fármacos con estructuras biodegradables de tamaño nanométrico (un millón de veces menor que un milímetro), las cuales funcionan como “vehículos” que transportan el medicamento, con lo que se logra una “quimioterapia dirigida” que alcanza preferentemente a las células tumorales. Lo anterior constituye un progreso con respecto a la quimioterapia tradicional, ya que aumenta la eficacia de los tratamientos y reduce su toxicidad, lo que mejora la calidad de vida de los pacientes.

Fuente: Lozano, M., Alonso, et al. (2014). Nanomedicamentos contra el cáncer. *Investigación y ciencia*, (250). (Adaptación).

Sintetiza tus aprendizajes

Reúnanse en duplas de trabajo y creen una estrategia de síntesis, como un mapa mental, un esquema de ideas principales o un cuadro sinóptico, que les posibilite resumir y representar los principales contenidos abordados en las **páginas 164 a 167**.



^ La identificación de moléculas características de las células tumorales ha permitido diseñar nanosistemas capaces de reconocerlas y destruirlas.

¿Por qué creen que las personas que padecen cáncer se pueden ver beneficiadas por el desarrollo de los nanomedicamentos? Expliquen.

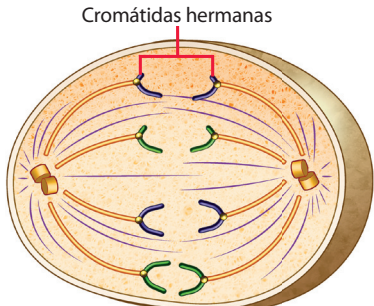
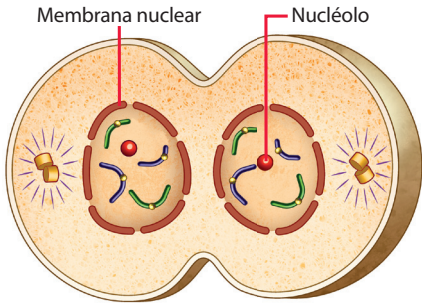
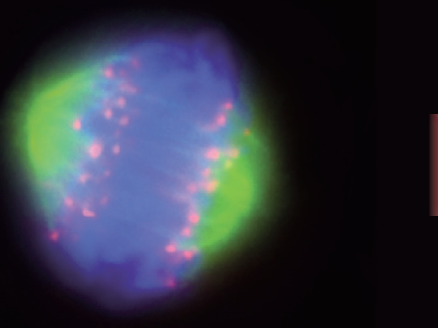
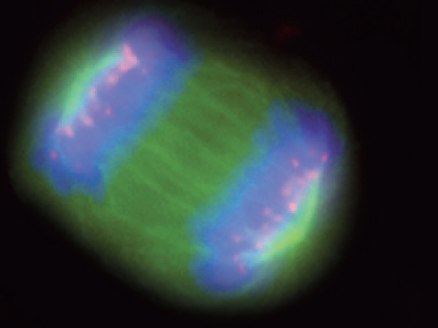
Mitosis

Completado el proceso de interfase, la célula se encuentra preparada para dividirse por **mitosis** y repartir su material genético duplicado en dos células hijas a través de la separación de las cromátidas hermanas. Para su mejor comprensión, en el siguiente esquema este proceso dinámico fue segmentado en cuatro etapas o fases, cada una caracterizada por el comportamiento de los cromosomas.

A continuación se representa la división mitótica de una célula animal de cuatro cromosomas. En una célula somática humana se lleva a cabo este mismo proceso, pero con 46 cromosomas en vez de cuatro.

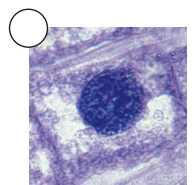
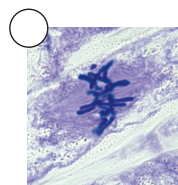
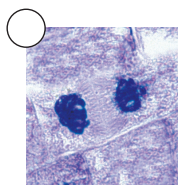
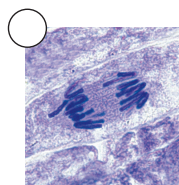
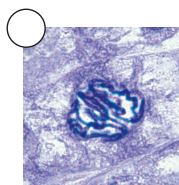
Etapa	Profase	Metafase
Principales acontecimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Condensación de los cromosomas duplicados. • Formación de los microtúbulos del huso. • El huso captura a los cromosomas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alineación de los cromosomas duplicados en el plano central o ecuatorial.
Esquemización		
Imagen de microscopio: mitosis de una célula humana		
Descripción	<p>La cromatina ya duplicada en la etapa S de la interfase comienza a condensarse y se visualizan los cromosomas. Recuerda que las histonas cumplen un papel fundamental en esta condensación.</p> <p>Los centriolos migran hacia los polos, donde empiezan a ensamblarse los microtúbulos del huso desde cada par de centriolos hacia los cromosomas. Acompañando a estos cambios, se desintegran la membrana nuclear y el nucléolo. El inicio de estos cambios se visualiza en la profase temprana, y la consolidación de ellos, en la profase tardía.</p>	<p>En esta etapa se visualiza claramente la desaparición de la membrana nuclear y del nucléolo, al igual que la posición de los centriolos en los polos y la conexión de los cromosomas con el huso.</p> <p>Además, el huso experimenta movimientos de “tira y afloja” hasta que los cromosomas quedan alineados, labor que los cinetocoros regulan a partir de la longitud de los microtúbulos del huso.</p>

La separación de las cromátidas hermanas es fundamental en el proceso de división del material genético, ya que de esta manera se asegura que la información genética se traspase en forma completa a las células resultantes de la división. Veamos cómo se produce:

Etapa	Anafase	Telofase
Principales acontecimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de las cromátidas hermanas. • Migración de los cromosomas simples hacia los polos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de la membrana nuclear y el nucléolo. • Desintegración del huso.
Esquematación		
Imagen de microscopio: mitosis de una célula humana		
Descripción	<p>Los cinetocoros migran hacia los polos producto del "acortamiento" de los microtúbulos del huso, lo que provoca que los cromosomas dobles se separen, es decir, se produce un alejamiento de las cromátidas hermanas.</p> <p>Los cromosomas simples (con una cromátida) migran hacia los polos. En tanto que los "husos astrales" interactúan presionando los extremos, lo que provoca que la célula adopte una forma ovalada y se incremente así la separación entre los polos.</p>	<p>Esta etapa se inicia cuando los cromosomas han llegado a los polos. De ahí en adelante, la célula comienza a recuperar las condiciones anteriores a la división: los microtúbulos del huso se desintegran y se vuelven a formar la membrana nuclear y el nucléolo.</p> <p>En gran parte de las células comienza la división del citoplasma (citocinesis), lo que permitirá la generación de dos células independientes.</p>

Actividad

1. Observa las siguientes células que se encuentran en distintas etapas de la mitosis. **Determina** en qué etapa está cada una, ordénalas secuencialmente y **argumenta** cada elección.



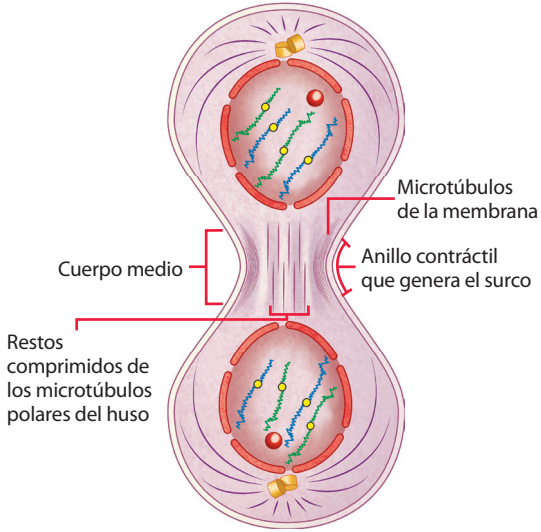
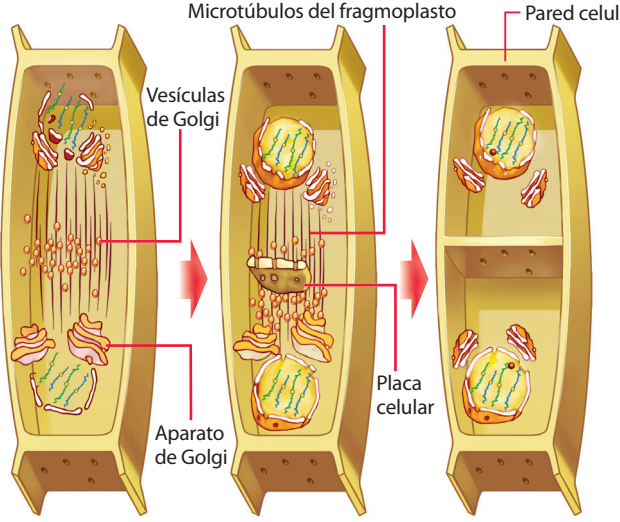
Citocinesis o citodiéresis: división final

Recuerda

La **mitosis** es un tipo de división nuclear que permite obtener células idénticas a la original. Esto se consigue con la separación de las cromátidas hermanas de cada cromosoma duplicado y luego la posterior citocinesis.

Luego de la división del material genético a partir de la separación de las cromátidas hermanas, es necesaria la división de la célula, tanto del citoplasma como del límite celular (membrana y/o pared celular), para la obtención de dos células independientes que entrarán a la etapa G_1 de la interfase.

La presencia de pared celular en organismos como los vegetales y la rigidez de su estructura diferencian el proceso de división citoplasmática respecto de las células animales, que solo poseen membrana. A continuación se presenta un recuadro donde se explica el proceso de **citocinesis** o **citodiéresis** para ambos tipos celulares.

Célula eucarionte animal	Célula eucarionte vegetal
 <p>Microtúbulos de la membrana</p> <p>Anillo contráctil que genera el surco</p> <p>Cuerpo medio</p> <p>Restos comprimidos de los microtúbulos polares del huso</p>	 <p>Microtúbulos del fragmoplasto</p> <p>Pared celular</p> <p>Vesículas de Golgi</p> <p>Aparato de Golgi</p> <p>Placa celular</p>
<p>Como mencionamos anteriormente, las células animales presentan como límite solo la membrana plasmática.</p> <p>Durante la citocinesis (muchas veces ya durante la telofase), unos microfilamentos que se encuentran fijados a la membrana y restos de microtúbulos polares se ubican en la zona media de la célula en división, en forma de anillo, y comienzan a contraerse y a constreñir o estrangular el ecuador celular. Al principio aparecen pequeños surcos en la superficie, que luego se profundizan hasta que la célula se divide por completo.</p>	<p>Las células vegetales, a diferencia de las células animales, presentan dos límites: la membrana plasmática y la pared celular que la recubre. Cuando la célula está en anafase, se forma en la línea media una estructura denominada fragmoplasto, compuesta por microtúbulos y vesículas derivadas del aparato de Golgi.</p> <p>Ya en citocinesis, la cantidad de vesículas formadas permite que se fusionen y formen la placa celular, que está rodeada de membrana plasmática y deja un espacio de separación entre las células resultantes. Luego, cada célula va adicionando polisacáridos que constituirán la nueva pared celular.</p>

Actividad

1. **Confecciona** una tabla comparativa entre la citocinesis animal y vegetal. En la primera columna explicita el criterio de comparación.
2. ¿Qué sucedería si una célula vegetal se divide por mitosis, pero carece de aparato de Golgi? **Analiza** el caso considerando lo que resultaría de esta división celular.

Importancia de la división celular

La división celular mitótica permite obtener células idénticas a la célula original y de esta manera conservar el material genético de un organismo. Por ello, tiene un papel fundamental para los organismos pluricelulares, principalmente en los siguientes procesos.

Desarrollo



Como estudiaste en la **Unidad 2**, el proceso de fecundación da origen al cigoto, el cual constituye el primer estado de desarrollo de un ser vivo. En los organismos pluricelulares, esta célula comienza a experimentar sucesivas divisiones. Las células resultantes migran hacia diferentes zonas, dando origen a los distintos tipos celulares que formarán los tejidos y las estructuras del nuevo organismo.

Crecimiento

La división celular cumple un papel fundamental en el crecimiento de organismos pluricelulares, puesto que permite la proliferación controlada del número de células. Por ejemplo, una planta que ha germinado comienza un proceso de crecimiento de sus raíces, tallos y hojas, lo cual se debe a la activación de genes que estimulan y regulan la reproducción de las células.



Reparación de tejidos

En ocasiones, nuestro cuerpo, al igual que el de otros organismos pluricelulares, pierde un importante número de células. Algunas de ellas tienen un tiempo de vida limitado, como es el caso de los eritrocitos, mientras que otras se pierden producto de daños a los tejidos. En los casos anteriores, la división celular posibilita la reconstitución de muchas de las células que se pierden diariamente.



Analiza, procesa información y crea: ciclo celular y mitosis

No todas nuestras células se dividen con la misma rapidez. Al respecto, observa la siguiente tabla, realiza lo solicitado y responde las preguntas.

Promedio de vida de diferentes tipos de células	
Tipo de célula	Tiempo de vida aproximado
Células de la piel	19 – 34 días
Células del colon	3 – 4 días
Células óseas	25 – 30 años
Células hepáticas	500 días
Células del estómago	2 días

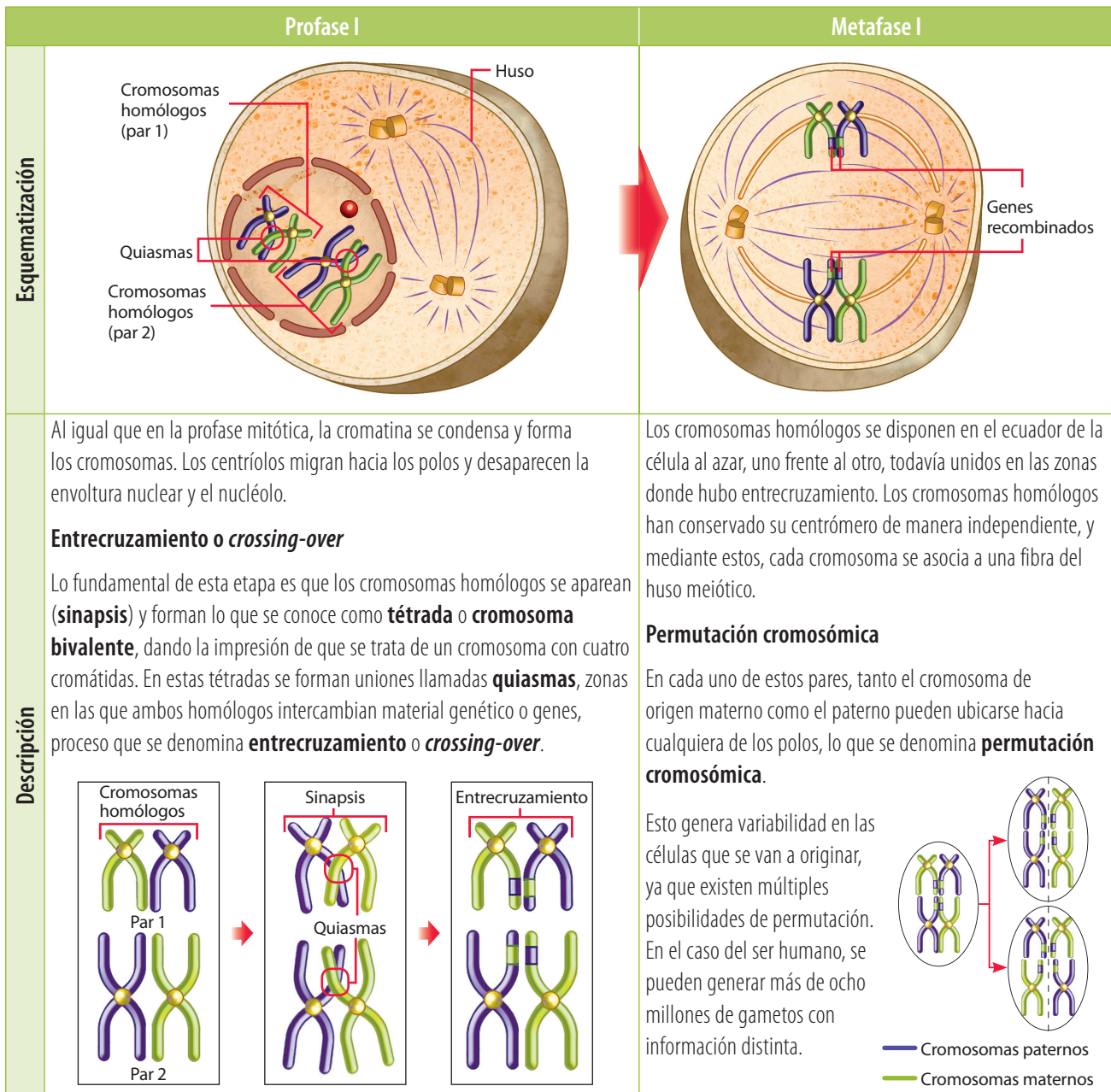
Fuente: Barnes-Svarney, P. y Svarney, T. (2016). *The Handy Anatomy Answer Book*. Detroit: Visible Ink. (Adaptación).

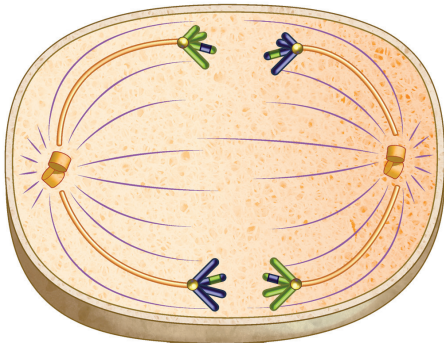
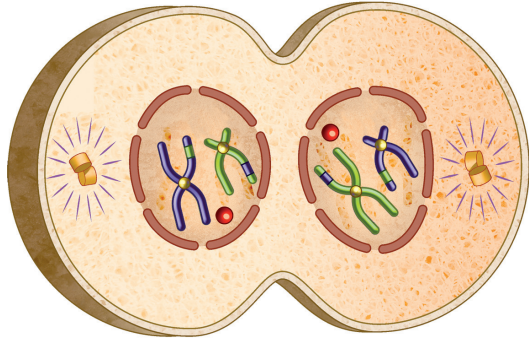
1. Realiza un gráfico tipo pictograma que te permita presentar los datos de la tabla.
2. Propón un modelo para representar y relacionar los conceptos: ADN, cromosomas, ciclo celular, desarrollo y crecimiento corporal, y reparación de tejidos.
 - a. ¿Cómo interpretarías la información del gráfico que elaboraste? Explica en tu cuaderno.
 - b. ¿Qué errores cometiste al crear y explicar tu modelo?, ¿cómo los solucionaste? Reflexiona.

Meiosis I: reducción del material genético y base de la variabilidad

A continuación se presenta otra forma de división celular, la **meiosis**, que permite la formación de células con la mitad de la información genética de la célula que se divide. A partir de una célula diploide se obtienen cuatro células haploides, gracias a dos divisiones sucesivas (meiosis I y meiosis II) con una sola duplicación de material genético.

En el siguiente esquema se representa la primera parte de la división meiótica de una célula animal de cuatro cromosomas: la **meiosis I**.



	Anafase I	Telofase I
Esquemización		
Descripción	Cada uno de los cromosomas homólogos recombinados es arrastrado por el huso y conducido hacia los respectivos polos. Este proceso se denomina segregación o disyunción de los cromosomas homólogos.	Los cromosomas ya se disponen en los polos y comienza la reorganización de la envoltura nuclear y del nucléolo. Luego ocurre la citodiéresis y se forman dos células con la mitad de los cromosomas de la célula original: células haploides .

Características de las células resultantes de la meiosis I

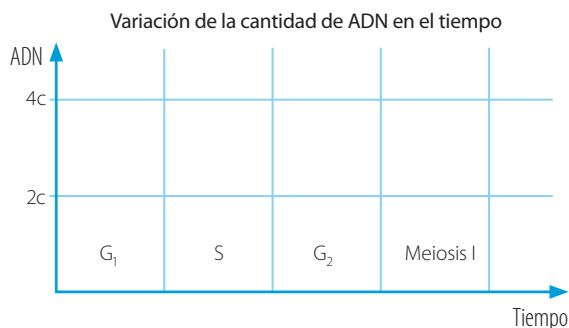
Luego de la meiosis I se obtienen dos células. Cada una contiene un cromosoma doble de cada par de cromosomas homólogos, con porciones de ADN intercambiadas.

En la tabla se resume el estado del material genético de una célula humana al final de cada una de las etapas, tanto en interfase como en meiosis I. Ten presente que antes de iniciada la primera división meiótica, la célula se encontraba en interfase, etapa durante la cual se duplica el material genético (en S).

Estado del ciclo celular	Cantidad de ADN	Nº de cromosomas	Nº de cromátidas	Diploidía (2n) o haploidía (n)
G ₁	2c	46	46	2n
S	2c → 4c	46	92	2n
G ₂	4c	46	92	2n
Profase I	4c	46	92	2n
Metafase I	4c	46	92	2n
Anafase I	4c	46	92	2n
Telofase I	2c (x2)	23 (x2)	46 (x2)	n (x2)
Células resultantes.	2c	23	46	n

Actividad

1. Considerando los datos de la tabla anterior, **completa** el siguiente gráfico según la cantidad de ADN al final de cada una de las etapas, tanto en interfase como en meiosis I.



◀ En este gráfico no está considerado el tiempo real que dura cada etapa.

Meiosis II

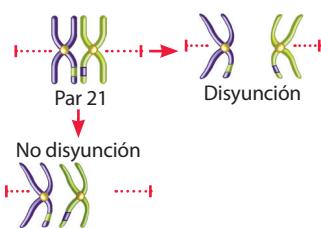
A continuación se presenta la segunda parte del proceso de división meiótica a partir de las células resultantes de la meiosis I que vimos en las páginas anteriores. Recordemos que cada una de estas células son haploides, con 2c de ADN. Anterior al desarrollo de la meiosis II, estas células pasan por una interfase corta, ya que en este caso no hay duplicación del material genético.

En el siguiente esquema se representa la segunda parte de la división meiótica (**meiosis II**) a partir de las dos células resultantes de la meiosis I, cada una con sus cromosomas duplicados.

	Profase II	Metafase II
Esquematación		
Descripción	A medida que la cromatina comienza a condensarse, se pueden visualizar los cromosomas dobles. Los centríolos, por su parte, migran hacia los polos y se forma el huso meiótico. Además, comienzan a desintegrarse la envoltura nuclear y el nucléolo.	En esta etapa ya no es posible visualizar la envoltura nuclear ni el nucléolo. En tanto, los cromosomas dobles con porciones de material genético intercambiado se disponen en el ecuador de la célula, sostenidos por las fibras del huso meiótico que se ha unido a los cinetocoros.

Para profundizar

La trisomía 21 o síndrome de Down se caracteriza por la no disyunción del par homólogo 21. Se forma un gameto de 24 cromosomas, ya que los homólogos migran para un mismo polo. Este gameto puede ser fecundado por uno de 23 cromosomas, lo que dará como resultado un individuo de 47 cromosomas, con uno extra en el par 21.



Aneuploidías: problemas en la separación de los cromosomas homólogos

Las aneuploidías corresponden a anomalías que se evidencian en el número de cromosomas de un individuo y se producen por la no disyunción (separación) de los cromosomas homólogos durante la etapa de anafase I. Las más comunes y viables son las monosomías y trisomías.

- **Monosomías**

Por la falta de un cromosoma en el cariotipo, provocada por la no disyunción de los homólogos, se forma un gameto con 22 cromosomas en vez de 23. En el ser humano existe una monosomía que es viable, el **síndrome de Turner**, cuyo cariotipo es **45(XO)**, es decir, las células presentan solo 45 cromosomas debido a la ausencia (O) de un cromosoma sexual.

- **Trisomías**

En estos casos, hay un cromosoma extra debido a la formación de un gameto de 24 cromosomas por la no disyunción de uno de los pares homólogos. En seres humanos se da la no disyunción en el par sexual, derivándose en síndromes tales como: **síndrome de Klinefelter**, 47(XXY); **síndrome del XYY**, 47(XYY), y **síndrome del XXX**, 47(XXX). También pueden producirse trisomías por la no disyunción en los cromosomas autosómicos: **síndrome de Down**, **47(21)**, condición que presenta una trisomía en el par 21.

	Anafase II	Telofase II
Esquemmatización		
Descripción	<p>Al igual que en la mitosis, los cromosomas son arrastrados por el huso hacia los polos, por lo que se acercan hacia los centriolos, y el cromosoma doble se divide, lo que se conoce como separación de las cromátidas hermanas.</p>	<p>Los cromosomas simples, generados a partir de la separación de las cromátidas hermanas, se agrupan en ambos polos. Se comienzan a reorganizar la envoltura nuclear y el nucléolo.</p> <p>Ocurre la citodiéresis, y por cada célula que se divide por meiosis II, se obtienen dos células haploides con 1c de ADN.</p>

Características de las células resultantes de la meiosis II

Finalizada la **meiosis completa** de una célula diploide, se forman cuatro células haploides. En el caso del ser humano, una célula germinal de 46 cromosomas dobles ubicada en una gónada femenina o masculina forma cuatro células de 23 cromosomas simples cada una. Ahora bien, estas células reproductivas no solo tienen la mitad del material genético de la especie, sino también son distintas unas de otras debido a procesos de variabilidad propios de esta división: el **entrecruzamiento** y la **permutación cromosómica**.

Recuerda

La **meiosis** es un proceso de división celular fundamental para la formación de gametos en los individuos que se reproducen sexualmente, ya que permite la reducción del material genético y es una fuente de variabilidad para los descendientes.

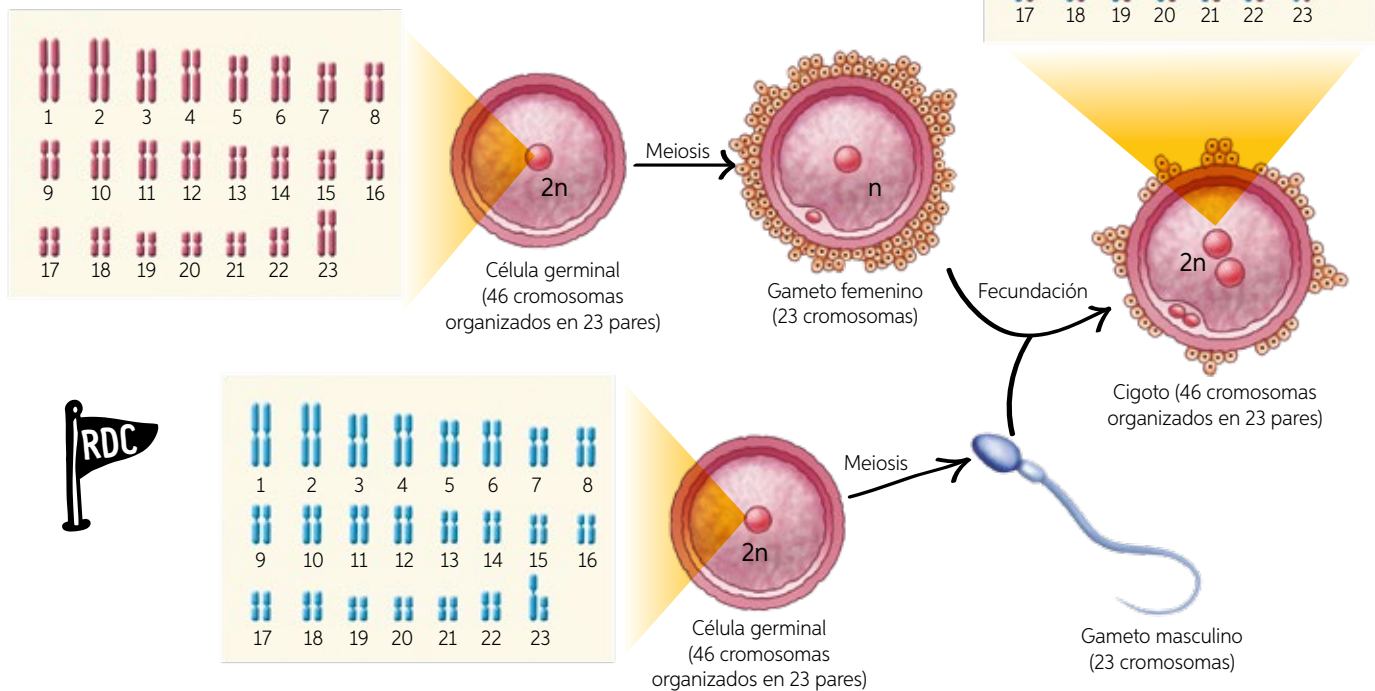
Actividad

- Completa** la siguiente tabla respecto de la cantidad y organización del material genético en la especie humana durante la meiosis II. Recuerda que previo al inicio de la segunda división meiótica, la célula se encontraba en interfase, sin duplicación del material genético.

Estado del ciclo celular	Cantidad de ADN	Nº de cromosomas	Nº de cromátidas	Diploidía (2n) o haploidía (n)
G ₁				
S	2c	23	46	n
G ₂				
Profase II	2c	23	46	n
Metafase II				
Anafase II	2c	46	46	2n
Telofase II	c (x2)	23 (x2)	23 (x2)	n (x2)
Células resultantes.				

¿Cuál es la importancia de la meiosis?

Como ya se mencionó, la meiosis permite la formación de gametos a partir de una célula diploide, llamadas **células germinales** las que, al experimentar dos divisiones sucesivas, reducen su número de cromosomas. De esta forma, cuando los gametos fusionan sus núcleos, mediante el proceso de fecundación, cada uno aporta un **juego de cromosomas**, proveniente de cada progenitor, que está compuesto por la mitad del número total de cromosomas de la especie. Proceso representado en el siguiente esquema.

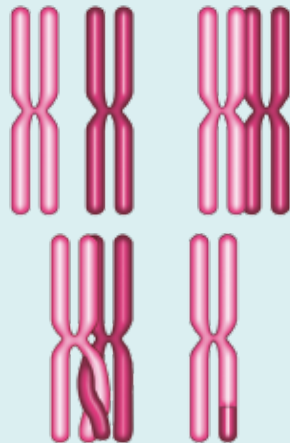


La meiosis, junto con la fecundación, es un proceso que permite aumentar la **variabilidad de características** de una especie. Esto, gracias a los mecanismos de **entrecruzamiento** y **permutación cromosómica**.

Tanto el entrecruzamiento como la permutación cromosómica, posibilitan que los gametos de un individuo contengan diversas combinaciones de genes. De esta manera, los progenitores darán origen a una progenie genéticamente diferente.

Representación del entrecruzamiento

En el entrecruzamiento o *crossing over*, los cromosomas homólogos (paterno y materno) se acercan y se unen en ciertas zonas específicas. Esto permite que intercambien segmentos de material genético.



Representación de la permutación cromosómica

En este esquema se explica la permutación cromosómica en una célula que posee cuatro cromosomas, se muestran las dos posibles disposiciones de los cromosomas paternos y maternos en el ecuador de la célula durante la metafase I.

