

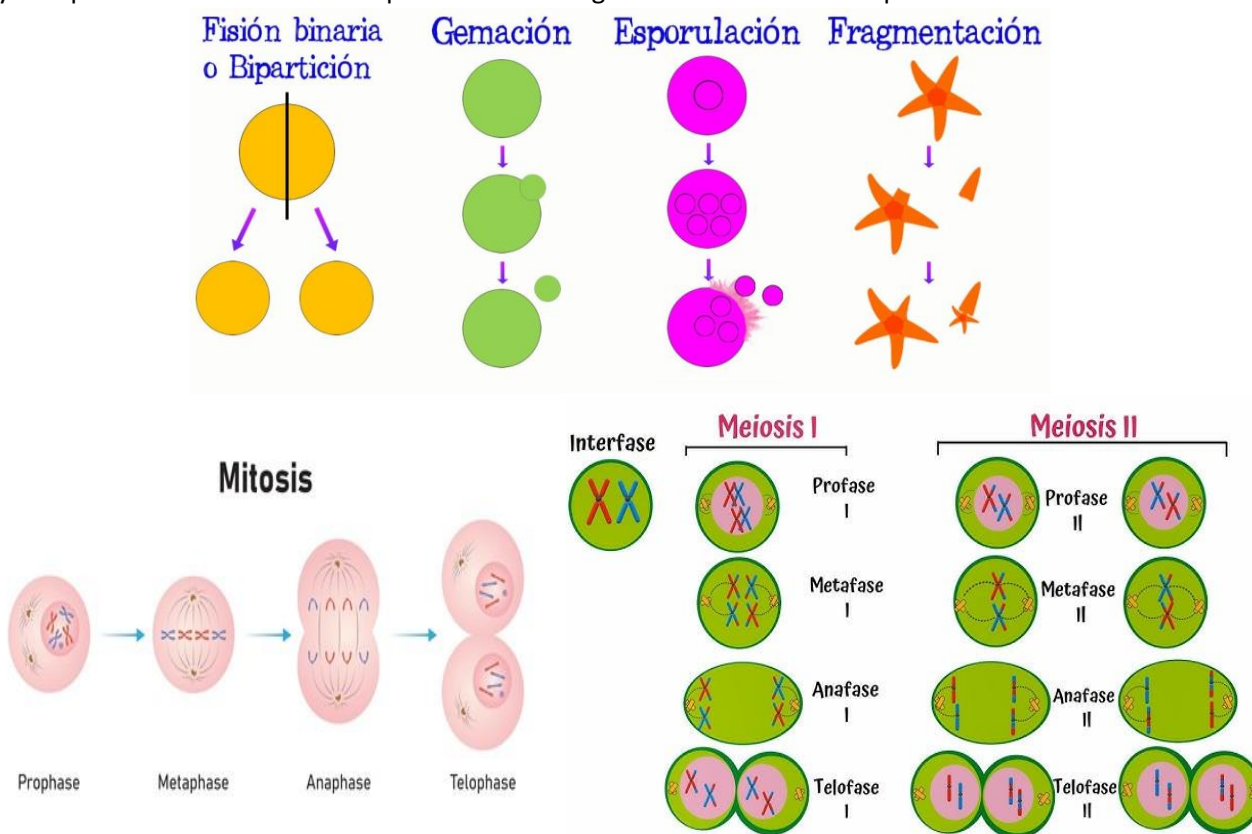
UNIDAD DOS: REPRODUCCIÓN CELULAR Y NIVELES DE ORGANIZACIÓN

REPRODUCCIÓN CELULAR

La reproducción celular es el proceso mediante el cual una célula madre se divide para formar nuevas células hijas, lo cual es esencial para la continuidad de la vida y la supervivencia de los organismos. Este proceso permite que los organismos crezcan, se desarrollen, se reparen y se reproduzcan. En los organismos unicelulares, la reproducción celular es el mecanismo principal de reproducción, mientras que en organismos multicelulares permite la formación de tejidos y la regeneración celular. La reproducción celular puede ocurrir de manera asexual o sexual, dependiendo del organismo y el tipo de célula.

TIPOS DE REPRODUCCIÓN CELULAR

- **Reproducción Asexual:** En la reproducción asexual, la célula madre genera células hijas que son genéticamente idénticas entre sí y a la célula madre, lo cual ocurre sin la participación de células sexuales o gametos. Los tipos principales de reproducción asexual incluyen: Fisión Binaria, Mitosis, Gemación, Esporulación y Fragmentación.
- **Reproducción Sexual:** En la reproducción sexual, las células hijas se originan a partir de la combinación genética de dos células progenitoras, lo que permite la variabilidad genética y la adaptación de las especies en un ambiente cambiante. Este proceso se realiza mediante la meiosis, que da lugar a la formación de gametos (óvulos y espermatozoides) con la mitad del número de cromosomas de la célula madre. Cuando se produce la fecundación, el óvulo y el espermatozoide se fusionan para formar un cigoto con el número completo de cromosomas.





IMPORTANCIA DE LA REPRODUCCIÓN CELULAR

La reproducción celular es fundamental para varios procesos biológicos:

- **Crecimiento y Desarrollo:** Permite que los organismos multicelulares crezcan mediante la adición de células nuevas, especialmente a través de la mitosis.
- **Reparación y Mantenimiento de Tejidos:** La reproducción celular asegura la regeneración de tejidos dañados o envejecidos, esencial para la homeostasis de los organismos.
- **Reproducción de Especies:** En organismos multicelulares, la reproducción sexual mediante meiosis permite la producción de descendientes con material genético combinado de ambos progenitores, lo cual favorece la adaptación y la evolución.
- **Variabilidad Genética:** La meiosis y los procesos de recombinación genética generan diversidad genética en las poblaciones, lo cual es esencial para la supervivencia de las especies a largo plazo.

CICLO CELULAR

Las células de los distintos organismos pasan durante su vida por distintos periodos, cada uno característico y bien diferenciado. Cada tipo celular crece por asimilación de materiales y con ellos, sintetiza nuevas moléculas, procesos complejos regulados por su material genético. La célula aumenta su tamaño y cuando su eficiencia metabólica se torna crítica, se divide.

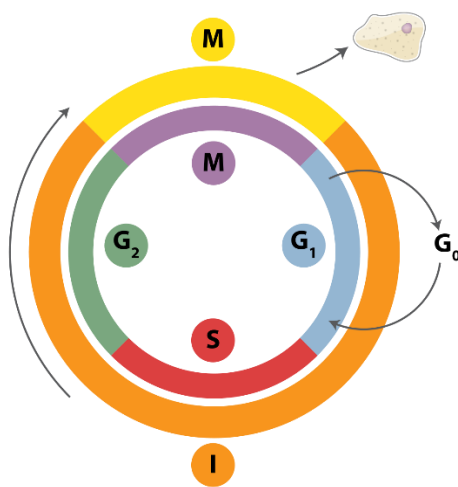
En los organismos pluricelulares se produce crecimiento a partir de una célula (huevo o cigota), también se aumenta la masa tisular, y se reparan tejidos, por aumento del número de células. Las nuevas células originadas, poseen estructura y función similares a las células progenitoras, o bien derivadas de ellas.

Como ya se expresó, en parte son similares porque cada célula nueva recibe la mitad de organoides y citoplasma de la célula madre y una réplica exacta durante la vida celular. Este ciclo regular de crecimiento y división es una secuencia de fases denominada CICLO CELULAR, y en general, consta de un periodo de crecimiento y aumento de organelas (INTERFASE) y un periodo de división celular (MITOSIS o MEIOSIS).

La interfase involucra periodos donde la célula realiza procesos vitales, propios de su función. Durante ella también se producen fenómenos nucleares, imprescindibles para la división posterior. Cronológicamente podemos dividir la interfase en tres etapas G1, S y G2. Existen excepciones a este ciclo en cuanto, a la duración de cada periodo, aún si se considera una población celular homogénea.

Existen también células que dejan de dividirse por largos periodos o permanentemente. Las neuronas permanecen luego de la maduración del tejido nervioso en una etapa G0, donde las células entrarían como alternativa a G1. Es común referirse a este tipo de células como “no cíclicas” o detenidas en G1, ya que no es seguro que las células que no se dividen pasen por un solo estadio.

ETAPAS DEL CICLO CELULAR



Una célula tipo pasa a lo largo de su vida por etapas (G₁, S, G₂) llamadas colectivamente Interfase, luego le continúa la etapa de división celular que también es llamada etapa M.

En cada célula la realización del ciclo requiere de periodos variables; desde pocas horas hasta varios días dependiendo ello del tipo celular o de factores externos tales como: temperatura, PH, disponibilidad de nutrientes, etc.

ETAPA G₁:

Esta etapa, que sucede a la división celular, es la más variable en duración. Las células hijas recientemente originadas presentan una gran actividad metabólica produciéndose un aumento acelerado del tamaño celular.

Las organelas de la célula precursora han sido repartidas de manera más o menos equitativa entre las células hijas, deben entonces aumentar de tamaño y también, en número para mantener las características de su tipo celular.

Se sintetizan así ribosomas y microtúbulos a partir de las proteínas y otras moléculas que la conforman. Las organelas del sistema de endomembranas, aumentan de tamaño, ya que ambas células hijas han recibido parte de estos materiales. Sin embargo, pueden ser sintetizadas de nuevo en caso de no existir precursores.

Esto no ocurre con mitocondrias y cloroplastos que se originan por división de estas estructuras preexistentes. Como se recordará, ambas organelas contienen ADN y ribosomas que les permite dividirse de, forma relativamente independiente del núcleo celular.

Todos los procesos de síntesis de nuevas organelas o aumento de tamaño de las existentes, son regulados mediante activación de complejos enzimáticos en un momento determinado.

En este periodo se observa una gran síntesis de proteínas de ARNm como así también ARNt y ARNr. Estos ácidos serán utilizados para la síntesis de proteínas estructurales, para la construcción, y/o aumento de organelas, como así también la producción de enzimas necesarias para dicha síntesis.

Cabe destacar que, durante este periodo, también se sintetizan las enzimas que serán utilizadas en la etapa siguiente, es decir en la duplicación del ADN, como así también moléculas precursoras de los ácidos nucleicos.



Cuando las células dejan de crecer (si se agotan los nutrientes o por inhibición por contacto) lo hacen en G1. Esto implica que también se sintetizan las sustancias que estimulan o inhiben distintas fases del ciclo celular.

ETAPA S

El periodo S, o de síntesis de ADN, tiene como característica fundamental la síntesis de nuevo material genético, para que las células hijas tengan la misma dotación.

Sin embargo, persisten los altos índices de síntesis de ARN para obtener enzimas requeridas en la síntesis de histonas, que formarán parte de la macroestructura del ADN y tubulinas, relacionadas con el proceso de división celular.

ETAPA G2

En esta etapa ocurren los preparativos finales para la división celular.

Los cromosomas, ya duplicados y dispersos en el núcleo en forma de filamentos de cromatina, comienzan a condensarse en, forma compacta.

Esta forma será necesaria, para los movimientos y separación de los cromosomas

que ocurrirá en la siguiente etapa. La duplicación de los centriolos, iniciada en la etapa G1; se completa y las dos fases de centriolos maduros, ubicados por fuera de la envoltura nuclear están separados uno de otro.

La célula entonces ensambla las estructuras necesarias para la separación de las células hijas durante la división celular y la citocinesis.

ETAPA M: (división celular)

Durante M, la envoltura nuclear se desintegra, la cromatina se condensa en forma intensiva hasta ser visibles los cromosomas al microscopio óptico.

Estos cromosomas formados cada uno por dos cromátidas (cromosomas duplicados) pasarán por cada una de las fases de la división celular, para concluir con la formación de las células hijas, cada una con una única copia de su ADN (cromosomas sin replicar) que marcarían el inicio de un nuevo ciclo.

MITOSIS

La mitosis es un tipo de división celular en el cual una célula (la madre) se divide para producir dos nuevas células (las hijas) que son genéticamente idénticas entre sí. En el contexto del ciclo celular, la mitosis es la parte donde el ADN del núcleo de la célula se divide en dos grupos iguales de cromosomas.

La gran mayoría de las divisiones celulares que suceden en tu cuerpo implica mitosis. Durante el desarrollo y el crecimiento, la mitosis llena el cuerpo de un organismo con células, y durante la vida de un organismo, sustituye células viejas y gastadas con células nuevas. Para los organismos eucariontes de una sola célula, como la levadura, las divisiones mitóticas en realidad son una forma de reproducción que agrega nuevos individuos a la población.

En todos estos casos, la “meta” de la mitosis es asegurarse de que cada célula hija obtenga un juego completo y perfecto de cromosomas. Las células con demasiados cromosomas o cromosomas insuficientes generalmente no funcionan bien: tal vez sean incapaces de sobrevivir o incluso causen cáncer. Así, cuando las células experimentan mitosis, no dividen su ADN al azar y lo echan en montones para las dos células hijas. Al contrario, reparten sus cromosomas duplicados en una serie de pasos cuidadosamente organizada.

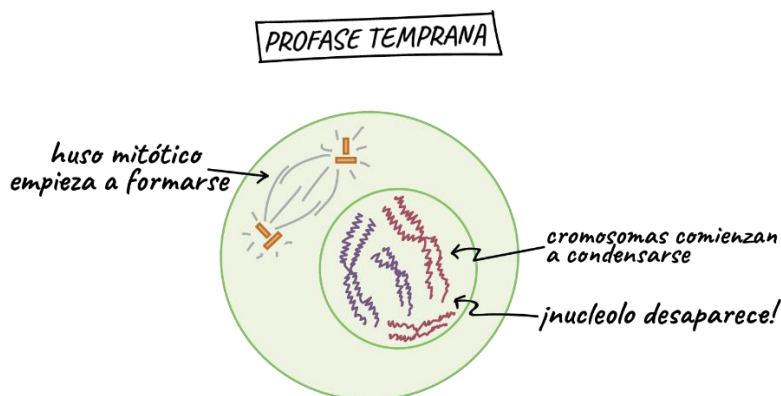
FASES DE LA MITOSIS

La mitosis consiste en cuatro fases básicas: profase, metafase, anafase y telofase. Algunos libros de textos mencionan cinco porque separan la profase en una fase temprana (llamada profase) y una fase tardía (llamada prometafase). Estas fases ocurren en orden estrictamente secuencial y la citocinesis —el proceso de dividir el contenido de la célula para hacer dos nuevas células— comienza en la anafase o telofase.



En la profase temprana, la célula comienza a deshacer algunas estructuras y construir otras, y así prepara el escenario para la división de los cromosomas.

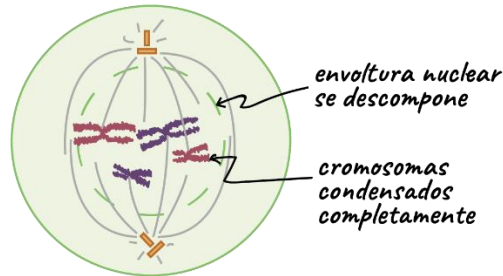
- Los cromosomas comienzan a condensarse (lo que hace que sea más fácil separarlos después).
- El huso mitótico comienza a formarse. El huso es una estructura hecha de microtúbulos, fibras fuertes que son parte del “esqueleto” de la célula. Su función es organizar los cromosomas y moverlos durante la mitosis. El huso crece entre los centrosomas a medida que se separan.
- El nucléolo, que es una parte del núcleo donde se hacen los ribosomas, desaparece. Esto es una señal de que el núcleo se está alistando para descomponerse.



En la profase tardía (a veces también llamada prometafase), el huso mitótico comienza a capturar y a organizar los cromosomas.

- Los cromosomas terminan la condensación, por lo que están muy compactos.
- La envoltura nuclear se descompone y los cromosomas se liberan.
- El huso mitótico crece más y algunos de los microtúbulos empiezan a “capturar” cromosomas.

PROFASE TARDÍA (PROMETAFASE)

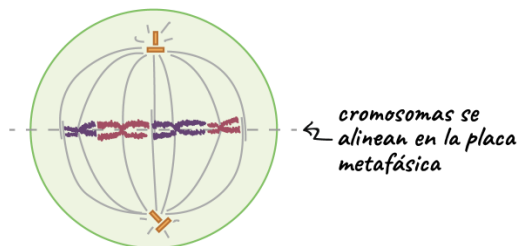


En la metafase, el huso ha capturado todos los cromosomas y los ha alineado en el centro de la célula, listos para dividirse.

- Todos los cromosomas se alinean en la placa metafásica (no una estructura física, solo un término para el plano donde se alinean los cromosomas).
- En esta etapa, los dos cinetocoros de cada cromosoma deben unirse a los microtúbulos de los polos opuestos del huso.

Antes de proceder a la anafase, la célula comprobará que todos los cromosomas estén en la placa metafásica con sus cinetocoros unidos correctamente a los microtúbulos. Esto se llama punto de control del huso y ayuda a asegurar que las cromátidas hermanas se dividan uniformemente entre las dos células hijas cuando se separan en el paso siguiente. Si un cromosoma no está correctamente alineado o unido, la célula detendrá la división hasta que se resuelva el problema.

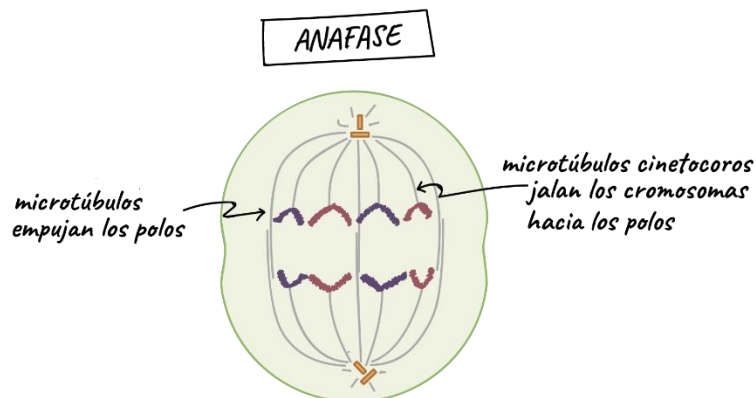
METAFASE



En la anafase, las cromátidas hermanas se separan una de la otra y son jaladas hacia los polos opuestos de la célula.

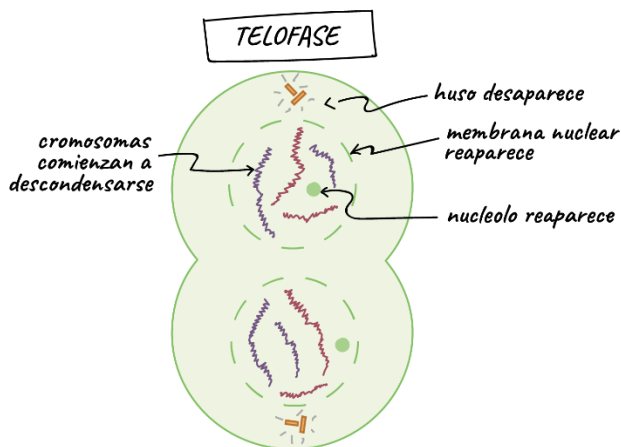
- El “pegamento” proteico que mantiene juntas a las cromátidas hermanas se degrada, lo que permite que se separen. Cada una ahora es su propio cromosoma. Los cromosomas de cada par son jalados hacia extremos opuestos de la célula.
- Los microtúbulos no unidos a los cromosomas se elongan y empujan para separar los polos y hacer más larga a la célula.

Todos estos procesos son impulsados por proteínas motoras, máquinas moleculares que pueden “caminar” a lo largo de circuitos de microtúbulos y llevar una carga. En la mitosis, las proteínas motoras llevan cromosomas u otros microtúbulos mientras caminan.



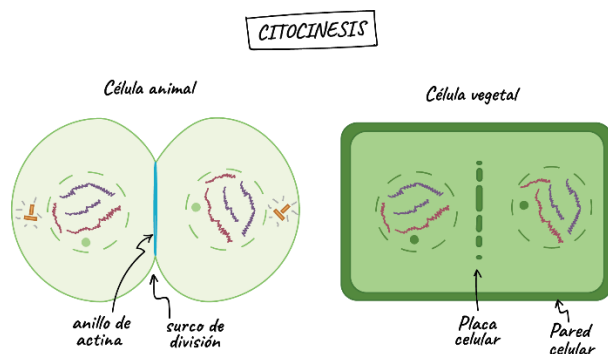
En la telofase, la célula casi ha terminado de dividirse y comienza a restablecer sus estructuras normales mientras ocurre la citocinesis (división del contenido de la célula).

- El huso mitótico se descompone en sus componentes básicos.
- Se forman dos nuevos núcleos, uno para cada conjunto de cromosomas. Las membranas nucleares y los nucléolos reaparecen.
- Los cromosomas comienzan a descondensarse y vuelven a su forma "fibrosa".



La citocinesis, la división del citoplasma para formar dos nuevas células, se superpone con las etapas finales de la mitosis. Puede comenzar en la anafase o telofase, según la célula, y finaliza poco después de la telofase.

En las células animales, la citocinesis es contráctil, pellizca la célula en dos como un monedero con un cordón ajustable. El "cordón" es una banda de filamentos hechos de una proteína llamada actina y el pliegue del cordón se conoce como surco de división. Las células vegetales no pueden dividirse de esta forma porque tienen una pared celular y son demasiado rígidas. En vez de eso, se forma una estructura llamada placa celular en el centro de la célula que la divide en dos células hijas separadas por una nueva pared.



MEIOSIS

La mitosis se utiliza para casi todas las necesidades de división celular de tu cuerpo. Agrega nuevas células durante el desarrollo y sustituye las células viejas y gastadas a lo largo de tu vida. El objetivo de la mitosis es producir células hijas que sean genéticamente idénticas a sus madres, sin un solo cromosoma de más o de menos.

La meiosis, por otra parte, solo se utiliza con un propósito en el cuerpo humano: la producción de gametos o células sexuales, es decir espermatozoides y óvulos. Su objetivo es hacer células hijas con exactamente la mitad de los cromosomas que la célula inicial.

Por definición, la meiosis en los humanos es un proceso de división celular que nos lleva de una célula diploide, una con dos juegos de cromosomas, a células haploides, que tienen un solo juego de cromosomas. En los seres humanos, las células haploides producidas por meiosis son los espermatozoides y los óvulos. Cuando un espermatozoide y un óvulo se unen en la fecundación, sus dos juegos haploides de cromosomas se combinan para formar un conjunto diploide completo: un genoma nuevo.

FASES DE LA MEIOSIS

En muchas formas, la meiosis es muy similar a la mitosis. La célula experimenta etapas similares y utiliza estrategias similares para organizar y separar los cromosomas. En la meiosis, sin embargo, la célula tiene una tarea más compleja. Al igual que en la mitosis, necesita separar las cromátidas hermanas (las dos mitades de un cromosoma duplicado). Pero también debe separar los cromosomas homólogos, los pares de cromosomas similares, pero no idénticos que un organismo recibe de sus dos padres.

Estos objetivos se logran en la meiosis mediante un proceso de división de dos etapas. Los pares homólogos se separan durante una primera ronda de división celular, llamada meiosis I. Las cromátidas hermanas se separan durante una segunda ronda, llamada meiosis II.

Puesto que la división celular ocurre dos veces durante la meiosis, una célula inicial puede producir cuatro gametos (espermatozoides u óvulos). En cada ronda de división, las células experimentan cuatro etapas: profase, metafase, anafase y telofase.

MEIOSIS I

Antes de entrar en la meiosis I, una célula primero debe pasar por la interfase. Al igual que en la mitosis, la célula crece durante la fase G1 copia todos sus cromosomas durante la fase S y se prepara para la división durante la fase G2.

Durante la profase I, comienzan a aparecer las diferencias con la mitosis. Como en la mitosis, los cromosomas comienzan a condensarse, pero en la meiosis I, también forman pares. Cada cromosoma se alinea cuidadosamente con su pareja homóloga de modo que los dos se emparejan en posiciones correspondientes a todo su largo.

Por ejemplo, en la imagen siguiente, las letras A, B y C representan genes que se encuentran en puntos particulares del cromosoma, con letras mayúsculas y minúsculas para las diferentes formas, o alelos, de cada gen. El ADN se rompe en el mismo lugar en cada homólogo, en este caso entre los genes B y C, y se reconecta en un patrón entrecruzado de modo que los homólogos intercambian parte de su ADN.

Este proceso, donde los cromosomas homólogos intercambian partes, se llama entrecruzamiento. Es ayudado por una estructura de proteína llamada complejo sinaptonémico que mantiene juntos a los homólogos. Los cromosomas en realidad estarían colocados uno encima de otro, como en la imagen siguiente, a lo largo del entrecruzamiento; solamente se muestran uno junto al otro en la imagen anterior para que sea más fácil ver el intercambio de material genético.

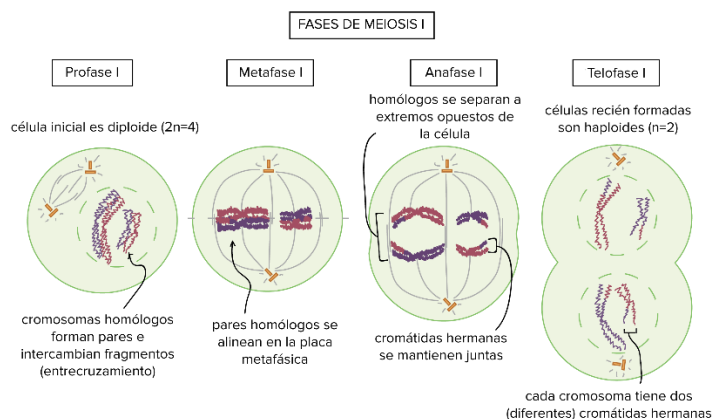
Los puntos donde suceden los entrecruzamientos son más o menos al azar, lo que conduce a la formación de cromosomas nuevos “remezclados” con combinaciones únicas de alelos.

Después del entrecruzamiento, el huso comienza a capturar los cromosomas y moverlos hacia el centro de la célula (placa metafásica). Esto se puede parecer a la mitosis, pero hay una diferencia. Cada cromosoma se une a los microtúbulos de solo uno de los polos del huso, y los dos homólogos de un par se unen a los microtúbulos de polos opuestos. Por lo tanto, durante la metafase I, son los pares homólogos —no los cromosomas individuales— los que se alinean en la placa metafásica para la separación.

Cuando los pares homólogos se alinean en la placa metafásica, la orientación de cada par es al azar. Por ejemplo, en el diagrama anterior, la versión rosa del cromosoma grande y la versión púrpura del cromosoma pequeño están colocadas hacia el mismo polo y entran a la misma célula. Pero la orientación podría igualmente ser inversa, de modo que ambos cromosomas púrpuras entraran juntos a la célula. Esto permite la formación de gametos con diferentes grupos de homólogos.

En la anafase I, los homólogos son separados y se mueven a los extremos opuestos de la célula. Las cromátidas hermanas de cada cromosoma, sin embargo, permanecen unidas una con la otra y no se separan.

Finalmente, en la telofase I, los cromosomas llegan a polos opuestos de la célula. En algunos organismos, la membrana nuclear se vuelve a formar y los cromosomas se descondensan, aunque en otros se omite este paso, puesto que las células pronto experimentan otra ronda de división, la meiosis II. La citocinesis por lo general se produce al mismo tiempo que la telofase I y forma dos células hijas haploides.



MEIOSIS II

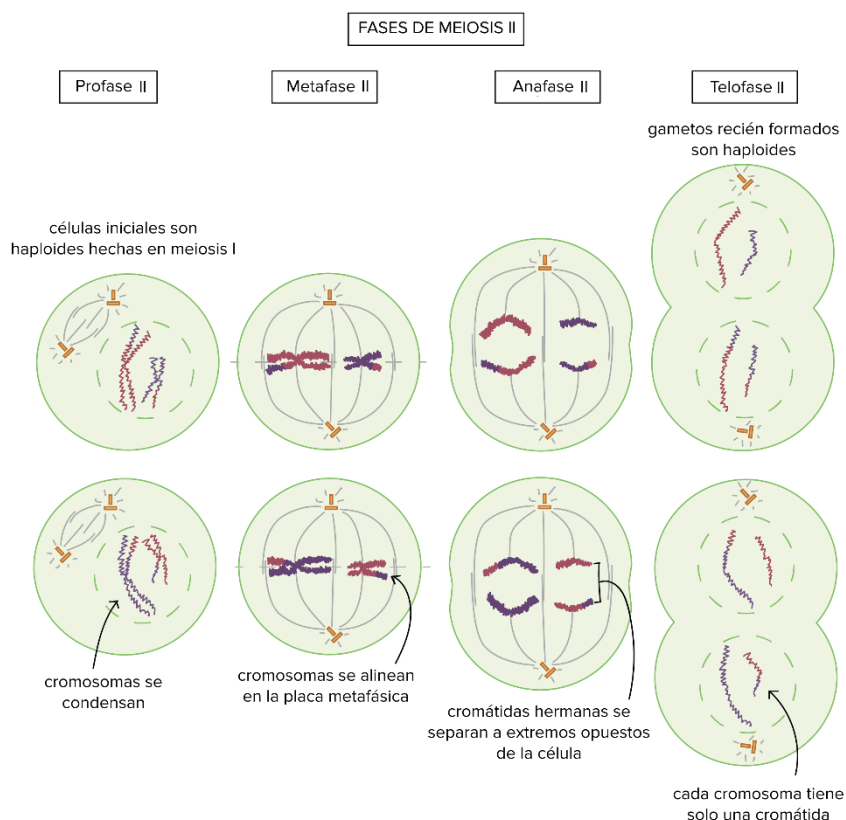
Las células se mueven de la meiosis I a la meiosis II sin copiar su ADN. La meiosis II es un proceso más corto y simple que la meiosis I, y podría resultarte útil pensar en la meiosis II como “mitosis para células haploides.”

Las células que entran en meiosis II son aquellas creadas en la meiosis I. Estas células son haploides, tienen un cromosoma de cada par homólogo, pero sus cromosomas todavía están formados por dos cromátidas hermanas. En la meiosis II, las cromátidas hermanas se separan y producen cuatro células haploides con cromosomas no duplicados.

Durante la profase II, los cromosomas se condensan y la envoltura nuclear se rompe, si es necesario. Los centrosomas se separan, el huso se forma entre ellos y los microtúbulos del huso comienzan a capturar los cromosomas.

Las dos cromátidas hermanas de cada cromosoma son capturadas por los microtúbulos de polos opuestos del huso. En la metafase II los cromosomas se alinean individualmente a lo largo de la placa metafásica. En la anafase II, las cromátidas hermanas se separan y son arrastradas hacia polos opuestos de la célula.

En la telofase II, las membranas nucleares se forman alrededor de cada juego de cromosomas y los cromosomas se descondensan. La citocinesis divide los juegos de cromosomas en células nuevas, y se forman los productos finales de la meiosis: cuatro células haploides en las que cada cromosoma tiene una sola cromátida. En los seres humanos, los productos de la meiosis son los espermatozoides y los óvulos.



FIN DE LA SEMANA CUATRO