

UNTDF
NEXOS
Biología
Módulo 3:
Ciclo celular

Ciclo celular

¿De qué manera logran crecer los organismos multicelulares? ¿Cómo pasan de ser una sola célula a billones? ¿De qué manera se regeneran los tejidos dañados?

La respuesta a estas preguntas es: **ciclo celular**.

El ciclo celular es un proceso mediante el cual las células crecen, se dividen y se diferencian. Inicia con la generación de una célula (originada de otra célula existente) y finaliza cuando ésta se divide en dos células hijas.

El ciclo celular consta de dos fases: la **Interfase**, que se puede subdividir en fases G_1 , S y G_2 ; y la **fase M** que, como veremos más adelante, involucra a la mitosis y se divide en 5 fases (aunque es un proceso continuo).

Interfase

La interfase es el tiempo en el cual la célula pasa la mayor parte de su vida y se puede resumir como su preparación para dividirse. El principal acontecimiento ocurrido en este momento es su crecimiento y la duplicación del material hereditario o ADN, pasando de un juego de cromosomas a dos juegos exactamente iguales al original. Además, se duplica el resto del material que se va a repartir a las dos células hijas.

La interfase se divide en las fases G_1 , S y G_2 . La fase G_1 es el momento entre el final de la mitosis y la fase S de la interfase. Esta fase es la etapa más larga de la interfase y de todo el ciclo celular. Aquí la célula crece mediante la incorporación de nutrientes del entorno (a veces hasta el doble de su tamaño original), se especializa para realizar una función específica y se prepara para la duplicación y división.

No todas las células se dividen, algunas solo lo hacen cuando reciben alguna señal, otras lo hacen una sola vez luego de diferenciarse y otras no se dividen nunca. Si la célula no se duplica entra en un estado que se denomina G_0 . Las células que no se duplican nunca, como en el caso de las neuronas o las células musculares cardíacas, permanecen en un estado G_0 constantemente.

Durante la fase S se lleva a cabo la duplicación del ADN y muchas proteínas asociadas a él como las histonas. Aquí, la célula pasa de tener un solo juego de moléculas de ADN a dos, con el objetivo de que, al final de la mitosis, las dos células hijas hereden solo una copia del ADN de la célula original.

La fase G_2 en general es la más corta de las tres. En ella se sintetizan proteínas y la célula crece y se termina de preparar para realizar la mitosis y dividirse.

Fase M

La fase M del ciclo celular consiste en la **mitosis** y en la **citocinesis**. Durante esta fase se generarán dos células hijas idénticas entre sí e idénticas a la célula original, cada una con uno de los juegos de cromosomas duplicados durante la interfase.

La mitosis es un proceso continuo que se suele dividir en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase (a veces se considera también la prometafase). La citocinesis ocurre luego de la telofase y consiste en la división de la célula en dos células hijas.

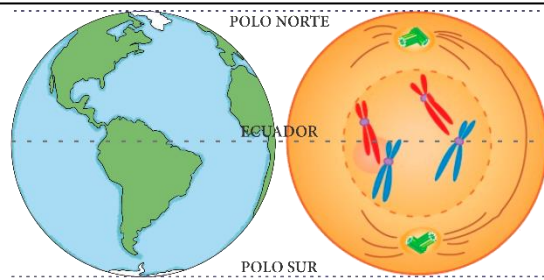
Veamos cada una de ella en detalle:

Mitosis

La mitosis se inicia con la **profase** en el momento de la condensación de los cromosomas (que en este momento son un duplicado, por lo que se denominan cromátidas hermanas). La condensación involucra un proceso de enrollamiento, mediado por proteínas como las histonas, de las largas fibras de cromatina. Esto les permite a los cromosomas ocupar menos espacio y ser más manejables. En la profase, la envoltura nuclear comienza a desaparecer y empieza a formarse en *huso mitótico*. Como es un proceso continuo, se puede distinguir una etapa intermedia entre la profase y la metafase, la prometafase. En ella, la envoltura nuclear se degrada completamente y el huso mitótico se forma en su totalidad uniéndose a las cromátidas hermanas.

¡Una cuestión de latitud!

A menudo en este módulo, y en los textos de ciclo celular en general, se habla de “ecuador de la célula” o “polos de la célula”. Se denominan de esta manera ya que son una analogía al planeta Tierra.



Inmediatamente después, en la **metafase**, los cromosomas (las dos cromátidas hermanas unidas) se ubican en la porción ecuatorial de la célula o plano medio.

Luego inicia la **anafase**, en este momento las cromátidas hermanas se separan (con la intervención del huso mitótico), yendo cada una a un polo opuesto de la célula (aquí cada cromátida se puede denominar cromosoma nuevamente).

La **telofase** es la etapa final de la mitosis, en ella se forman dos envolturas nucleares nuevas englobando a los dos juegos de cromosomas ubicados en los polos de la célula. Además, los cromosomas comienzan a relajarse y extenderse.

Citocinesis

Finalmente se produce la **citocinesis**, es decir la separación completa del citoplasma con la posterior formación de las dos células hijas. Las células multinucleadas (con muchos núcleos) como en algunas algas rojas o algunos hongos, se producen porque en ellas no ocurre la citocinesis, es decir, no hay división del citoplasma.

¡Mitosis al rescate!

Mediante mitosis los organismos multicelulares crecen o reparan tejidos. Eso quiere decir que, si nos cortamos o perdemos parte de los glóbulos rojos, la mitosis está ahí para salvarnos (¡ojo que todo tiene un límite!). Por ejemplo, en el humano se producen unas 25 millones (2 millones son glóbulos rojos) de células nuevas por segundo. De hecho, sin contar las células que no se dividen como las neuronas o las del músculo cardíaco, la totalidad de las células del cuerpo se renueva cada 10 años aproximadamente.

En el caso de los organismos procariotas (bacterias y arqueas) la división celular es bastante más sencilla. La mayoría de estos organismos presenta un solo cromosoma circular mucho más corto que los eucariotas y que no se encuentra separado del citoplasma mediante una envoltura. La división celular, en la mayoría de los casos, es mediante fisión binaria e inicia con la duplicación del cromosoma y su posterior separación hacia los polos opuestos de la célula. Una vez que los cromosomas terminan de separarse, se produce la citocinesis generando dos células hijas idénticas. Este proceso es mediante el cual la mayoría de bacterias y arqueas se reproducen.

Reproducción sexual y meiosis

Hasta ahora vimos como logran las células replicarse en dos células hijas exactamente iguales mediante la mitosis. Sin embargo, no todas las células se dividen de esta manera. Las células sexuales o gametos de la mayoría de los animales y plantas (como los espermatozoides y óvulos) se originan a partir de células específicas mediante un proceso llamado **meiosis** que consta de dos divisiones sucesivas para dar lugar a cuatro células hijas, pero esta vez, con la mitad del material genético presente en la célula original.

¿Qué objetivo tiene generar células con la mitad del material hereditario? Antes de responder a esta pregunta, vamos a ver qué significan los términos *haploide*, *diploide* y *homólogo*.

El término **homólogo** hace referencia a los pares de cromosomas que son similares en forma y tamaño. Normalmente cada par de homólogos proviene de un progenitor, uno del progenitor masculino y el otro del femenino. Si consideramos a las células humanas como ejemplo, cada una consta de 46 cromosomas (¡excepto las sexuales!) o, lo que es lo mismo,

23 pares de cromosomas **homólogos**, su número **diploide**. El número **haploide** humano, entonces, sería de 23 cromosomas (uno solo de cada par de homólogos) es decir, la mitad.

Entonces, mediante la meiosis, las células sexuales obtienen la mitad del número de cromosomas que las células somáticas (corporales). Esto permite que al fusionarse den como resultado una célula (cigoto) con la misma cantidad de cromosomas que sus progenitores. En el caso de los humanos, por ejemplo, cada espermatozoide y cada óvulo tienen 23 cromosomas (el número *haploide* de cromosomas en el humano) y el cigoto tiene 46 o 23 pares de homólogos (el número *diploide*). Si la meiosis no produjera células con la mitad de la información genética, cada generación tendría el doble de cromosomas que sus progenitores.

La meiosis solo ocurre en los órganos sexuales y consta de dos etapas sucesivas de división llamadas meiosis I y meiosis II, las que, a su vez, constan de cuatro fases cada una: profase, metafase, anafase y telofase I y II.

Meiosis

La meiosis inicia con la **profase I**, luego de la duplicación de los cromosomas durante la interfase. En esta fase, los pares de cromosomas homólogos se aparean e intercambian segmentos de material hereditario, en un proceso que se denomina *entrecruzamiento*. Esto aumenta la variabilidad genética de las células hijas. Al final de la profase I la envoltura nuclear se degrada y desaparece.

Luego de que la envoltura nuclear se degrada completamente la célula entra en **metafase I**, aquí los cromosomas duplicados y apareados se ubican en el ecuador de la célula.

Una vez ubicados allí cada cromosoma homólogo se separa hacia los polos de la célula en la **anafase I**. Y, a diferencia de la mitosis, aquí las cromátidas hermanas permanecen unidas, ubicándose en el mismo polo.

En la **telofase I**, en general se forma la envoltura nuclear, y se produce la citocinesis generando dos células hijas con el número haploide de cromosomas (aunque duplicados).

La meiosis II es muy similar a la mitosis, la **profase II** involucra la recondensación de los cromosomas (o cromátidas hermanas) y la formación del huso. En la **metafase II** las cromátidas se ubican en el plano ecuatorial de las células. En la **anafase II** las cromátidas se separan hacia los polos. Y en la **telofase II** se forman dos envolturas nucleares alrededor de cada grupo de cromosomas en cada una de las células.

¡Aptitud ante todo!

La reproducción sexual implica un enorme gasto energético para un organismo, sin embargo, es la forma de reproducción más ampliamente extendida entre los eucariotas. Entonces, ¿cuál es la ventaja evolutiva que proporciona la reproducción sexual sobre la asexual?

Finalmente se produce la citocinesis en cada célula, dando como resultado cuatro células hijas con el número haploide de cromosomas sin duplicar.

Tabla 1. Principales diferencias entre la mitosis y la meiosis en animales. (Fuente: Audesirk y col., 2013).

CARACTERÍSTICA	MITOSIS	MEIOSIS
Células en las que ocurre	Células somáticas	Células que producen gametos
Número final de cromosomas	Diploide: $2n$; dos copias de cada tipo de cromosoma (pares homólogos)	Haploide: $1n$; un miembro de cada par homólogo
Número de células hijas	Dos, idénticas entre sí y a la célula original	Cuatro, que contienen cromosomas recombinados por entrecruzamiento
Número de divisiones celulares por duplicación del ADN	Una	Dos
Función en los animales	Desarrollo, crecimiento, reparación y mantenimiento de los tejidos; reproducción asexual	Formación de gametos para la reproducción sexual

Actividades

- Redacta un texto argumentando porque no se produce la meiosis en organismos unicelulares con reproducción asexual.
- ¿Por qué razones crees que se dividen las células?
- La mitosis produce dos células hijas con la misma información genética que la original. Por qué crees que esta estrategia no es apta en la reproducción sexual. ¿Cuál sería el efecto si estas células fueran parte de la reproducción sexual?
- ¿De qué manera los organismos unicelulares se reproducen asexualmente?
- ¿Qué diferencia principal existe entre la metafase de la mitosis y la metafase I de la meiosis?
- Enumera diferencias entre la reproducción sexual y la asexual.

Bibliografía

Allott, Andrew; Mindorff, David y Azcue, José. (2015) Biología, libro del alumno. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.

Audesirk, Teresa; Audesirk, Gerald y Byers, Bruce E. (2013) Biología. La vida en la Tierra con fisiología. Novena edición. Pearson Educación de México, S.A de C.V., México.

Curtis, Helena; Barnes, N. Sue; Schnek, Adriana y Massarini, Alicia. (2008) Biología. Séptima edición. Editorial Médica Panamericana.

Solomon, Eldra; Berg, Linda y Martin, Diana. (2013) Biología. Novena edición. Cengage Learning.

<http://www.biologia.edu.ar/index.htm>

<https://www.sebbm.es/web/es/divulgacion/rincon-profesor-ciencias/articulos-divulgacion-cientifica>