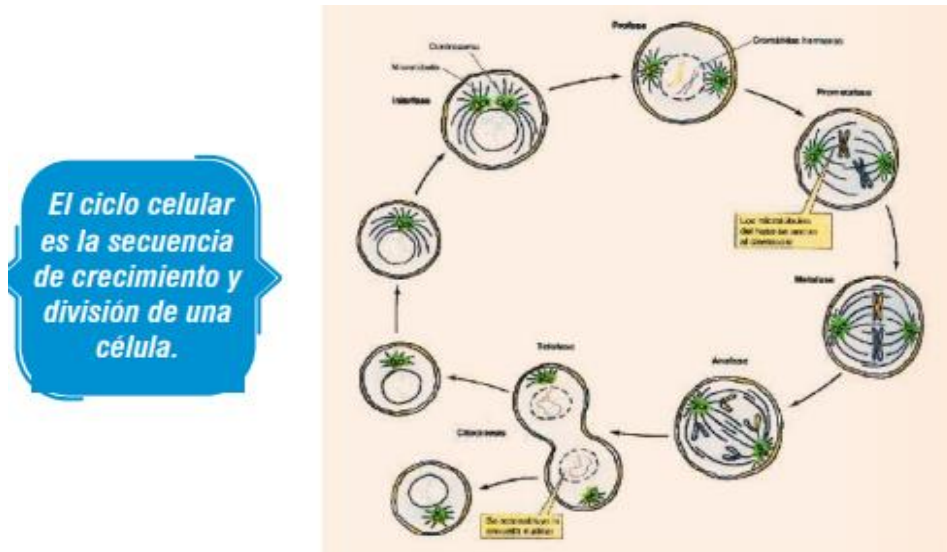


## REPRODUCCIÓN DE CÉLULAS EUCARIOTA

Numerosos eventos en la naturaleza siguen un patrón cíclico recurrente. Los organismos vivos no son una excepción; un ciclo común a la mayoría de los seres vivos es el ciclo celular. El ciclo celular es la secuencia de crecimiento y división de una célula, consta de una serie de actividades desde que la célula es formada hasta que se reproduce. En otras palabras, consiste en el crecimiento de una célula madre y su división en dos células hijas.

Las células eucariontes no pueden simplemente dividirse en dos porque su ADN está contenido en su núcleo individual. Ciertamente dividen su citoplasma en dos células hijas, pero sólo después que el ADN ha sido duplicado y empaquetado en más de un simple núcleo por medio de la mitosis o meiosis. En las células eucariotas, el problema de dividir exactamente el material genético es muy complejo por la serie de procesos que deben ocurrir para lograr este objetivo. La solución a este problema está dada por un conjunto de pasos llamado ciclo celular, el cual a su vez se divide en dos fases que son la interfase y la mitosis. A medida que la célula avanza en su ciclo, atraviesa estas etapas: La interfase y la división celular.



- La interfase o período de crecimiento del ciclo de la célula. La mayor parte de su vida, la célula lo ocupa en llevar a cabo las actividades de la interfase. Durante la interfase, la célula crece y realiza su metabolismo; también durante este período se duplican los cromosomas como preparación para el siguiente paso de división. Dado que el ADN contiene las instrucciones maestras para la célula, es importante que las células nuevas tengan copias completas de ADN provenientes de las células madre. La replicación fiel de los cromosomas de las células madre logra la exactitud en la copia de las moléculas de ADN. Durante la interfase la célula aumenta su masa, duplica aproximadamente la cantidad de componentes del citoplasma y duplica su ADN. En la mayoría de las células ésta es la etapa más larga del ciclo. Cronológicamente se puede dividir la interfase en tres etapas G1 (intervalo, gap en inglés), S y G2.

Durante la primera parte de la interfase (G1), la célula crece y la fabricación de proteínas es muy alta. La célula está preparándose para seguir adelante con su vida. Con esta finalidad comienza a fabricar elementos y mecanismos, para desarrollar la diferenciación y especialización. Tiene una duración variable: horas, días, incluso años, según sea la velocidad de reparación de tejidos y del grado de diferenciación celular. En este período, existen algunas células que pueden salir del ciclo hacia una etapa conocida como G0. Estas células alcanzan un grado de diferenciación máximo y ya no pueden volver al ciclo; su único destino es la muerte.

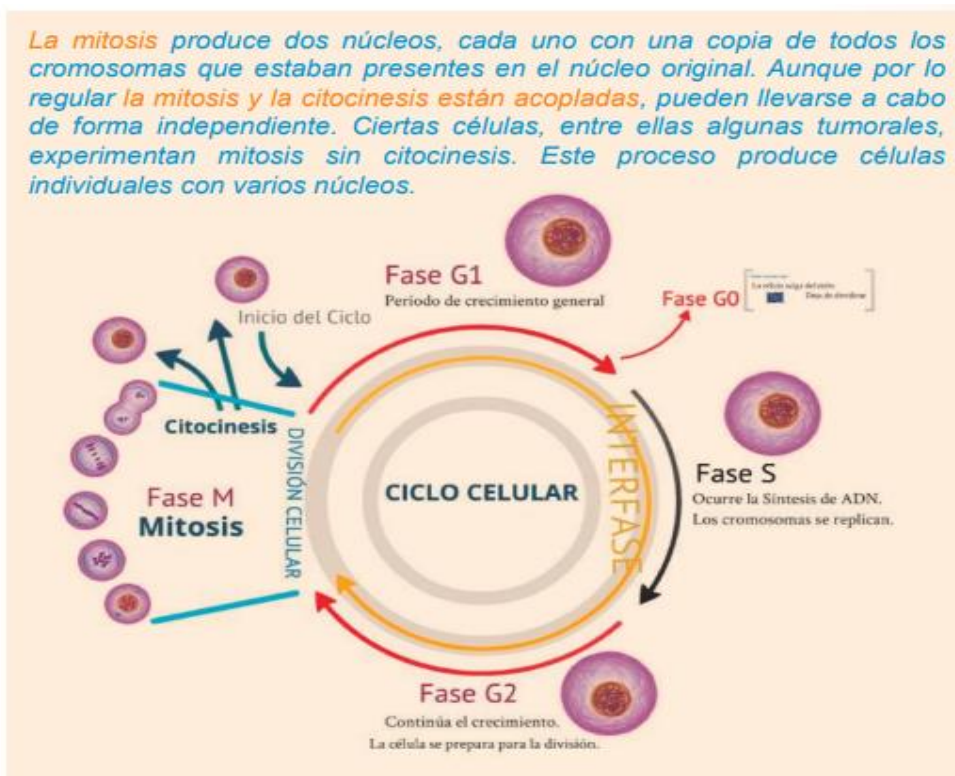
En la siguiente etapa (S), la célula copia sus cromosomas. La síntesis de ADN no ocurre durante toda la interfase, sino que está confinada a esta etapa. Sólo se presenta en células que van a entrar en división, durante este período también se sintetizan las proteínas nucleares. La duración de esta etapa depende del contenido de ADN de la célula.

En la etapa conocida como **G2** se producen los preparativos para la división celular. Luego de que los cromosomas se han duplicado, la célula entra en otro período (intervalo) corto de crecimiento, en el cual se fabrican mitocondrias y otros organelos, así como partes celulares que serán necesarias para la división de la célula. En esta etapa, algunas poblaciones celulares salen del ciclo y permanecen un tiempo realizando funciones específicas fuera de este. Durante esta etapa, que se llama **G02**, a diferencia de **G01** y bajo determinadas circunstancias, pueden reintegrarse al ciclo entrando en división, como las células hepáticas y las células óseas.

- La división celular. Después de la interfase, la célula entra en su período de división en el cual su núcleo, y luego su citoplasma, se dividen para formar dos células hijas, cada una con un conjunto completo de cromosomas. La división del núcleo (cariocinesis) es exacta, se reparte equitativamente el material hereditario mientras que la división del citoplasma (citocinesis o citoquinesis) puede no serlo, es decir el reparto de organelos citoplásmicos y el tamaño de las dos células puede no ser equitativo.

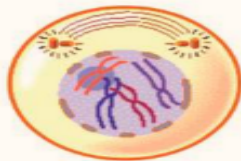
Cada división mitótica es un proceso continuo. Sin embargo, con fines descriptivos la mitosis se ha dividido en etapas, tomando en cuenta el aspecto y comportamiento de los cromosomas. Estas etapas son: Profase, metafase, anafase y telofase.

Una vez completados los procesos de la interfase **G1**, **S** y **G2**, la célula está en condiciones de sufrir la mitosis. Al iniciar la mitosis la célula llega con el material genético duplicado (en la etapa S de la interfase). La división celular mitótica tiene dos partes principales: la mitosis (división nuclear o cariocinesis) y la división citoplásmica (citocinesis).



Las dos células hijas producidas por división celular mitótica son genéticamente idénticas una a la otra y a la célula progenitora. Esta observación tiene profundas implicaciones para el desarrollo de los organismos multicelulares. Si se rastrea el linaje de cada célula presente en nuestro organismo, llegaremos en último término a un único óvulo fecundado. Esta célula sufrió una división mitótica para producir dos células hijas genéticamente idénticas. Las divisiones continuaron, hasta producir finalmente los billones de células genéticamente idénticas que constituyen nuestro cuerpo. La mitosis es la división que realizan todas las células durante el crecimiento de un individuo, es decir, para aumentar el número, o para reponer las células que mueren. En organismos eucarióticos unicelulares representa además su reproducción. La división celular mitótica también constituye la base de la reproducción asexual, en la que se forman hijos a partir de un solo progenitor, sin la unión de gametos.

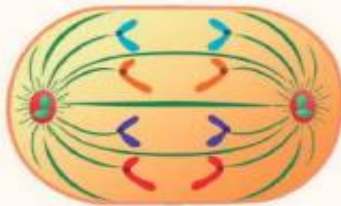
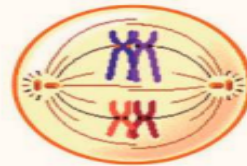
## Fases de la mitosis



**Profase.** Al inicio de la profase dentro del núcleo se hacen visibles las fibras de cromatina (ADN), las cuales se acortan y engruesan. Se puede observar que estas fibras son dobles, formadas por dos hilos de cromatina llamados cromátidas. Cada cromátida está formada a su vez por dos filamentos. Conforme el proceso continúa, las cromátidas se hacen más cortas y gruesas. Al final de la profase las cromátidas se han diferenciado como cromosomas. Estas cromátidas están unidas en el centro del cromosoma por los centrómeros.

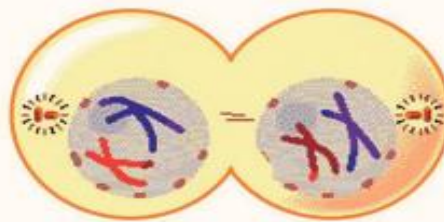
Durante la profase el nucléolo desaparece. En las células animales, el centrosoma se divide en dos y se separan los centríolos. Estos centríolos emigran a los polos de la célula desde donde se emiten fibras que forman el huso acromático. En las células vegetales, a pesar de que carecen de centríolos, se forma un aparato similar. Se trata de una estructura de fibras llamada casquete polar.

**Metafase.** Durante esta fase los cromosomas se localizan en el ecuador de la célula, distribuidos en un solo plano. Recordemos que estos cromosomas están formados, cada uno, por dos cromátidas que constituirán los cromosomas hijos; estos se adhieren a las fibras del huso por medio del centrómero.



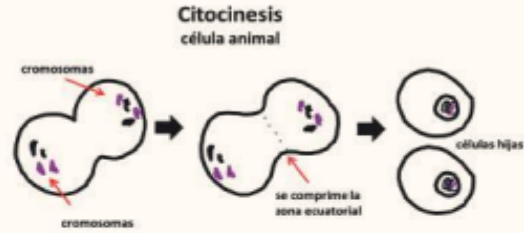
**Anafase.** Cuando los centrómeros se dividen y los cromosomas hijos comienzan a separarse, se ha iniciado la anafase. Los cromosomas emigran hacia los polos de la célula. Por la forma de "V" que toman los cromosomas mientras emigran, se supone que la fibra del huso de la cual están adheridos se va contrayendo y los hala hasta el polo celular.

**Telofase.** Durante la telofase, los cromosomas se encuentran en los polos e inician un proceso inverso de diferenciación, concluyendo con la formación de los núcleos hijos. Reaparecen el nucléolo y una nueva membrana nuclear. El huso desaparece. Se tiene al final dos núcleos con idéntica constitución genética originados por la duplicación cromosómica.



**Citocinesis.** Una vez repartido el material hereditario (al final de la telofase), se divide el citoplasma. Este proceso difiere en animales y vegetales. En los primeros, se origina el llamado surco de segmentación, como resultado del desplazamiento hacia dentro de la membrana celular de la zona central. Este surco, que es perpendicular al eje del huso y que está situado entre los núcleos hijos se va volviendo gradualmente más profundo hasta contactar con los restos del huso mitótico.

Esta especie de puente puede permanecer durante un tiempo antes de que ocurra su ruptura final. De esta forma se obtendrán dos células hijas complejas y separadas. En los vegetales, debido a que la pared celular no permite el estrangulamiento, la citocinesis ocurre mediante la formación de un tabique de separación entre las dos células hijas que procede de la fusión de vesículas del aparato de Golgi.



### Actividad

En los siguientes dibujos aparecen etapas de la división mitótica y dibujos que representan los eventos en cada una. Relaciona las columnas correctamente. En la primera columna escribe la etapa (profase, metafase, anafase, telofase); en la segunda columna la letra de la imagen que representa los eventos de esta etapa.

ETAPA	IMAGEN QUE REPRESENTA EVENTO(S)	DESCRIPCIÓN DE EVENTO(S)
	( )	La cromatina se condensa y se hacen visibles los cromosomas. En los polos comienza a aparecer el huso mitótico, que une ambos centriolos. Comienza a desaparecer la envoltura nuclear.
	( )	Desaparece la envoltura nuclear. Las fibras del huso se unen al cinetocoro, a cada lado del centrómero de los cromosomas, los cuales están condensados. Se disponen en el plano central de la célula.
	( )	Las cromátidas hermanas se separan gracias a la duplicación de los centrómeros. Una de las cromátidas de cada cromosoma se desplaza hacia un polo de la célula y la otra hacia el polo contrario gracias a las fibras del huso.
	( )	Cuando los cromosomas alcanzan los polos, se forma la envoltura nuclear sobre los cromosomas.

