



DIVISIÓN CELULAR MITÓTICA 3D

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA

A comienzos de la segunda mitad del siglo XIX, los investigadores alemanes, Rudolf Virchow y Robert Remarck plantearon que “toda célula proviene de una célula preexistente” (*omnis cellula ex cellula*). Esta afirmación permitió establecer una clara relación entre la división celular y la continuidad de la vida.

En el caso de los organismos eucariotas unicelulares la división celular mitótica determina la reproducción del propio organismo y la perpetuación de su especie. Así, una célula se divide originando dos células hijas genéticamente idénticas entre ellas e idénticas a aquella de la cual se originaron, lo cual hace posible mantener la identidad genética de la especie.

En los organismos multicelulares, la división celular mitótica, además de relacionarse con sus procesos reproductivos, es responsable de su crecimiento y también de la renovación y reparación de sus diferentes tejidos.

Se ha calculado que un humano promedio de 1,70 m. de altura y 70 kg. de peso, tiene aproximadamente 37 billones de células (Bianconi et al., 2013), todas originadas por divisiones celulares sucesivas a partir de una única célula inicial, el Cigoto. En los humanos, al igual que en todos los organismos multicelulares, existen diversas poblaciones celulares que están sometidas a distintos grados de desgaste, razón por la que deben renovarse continuamente. Un ejemplo son los aproximadamente $2,5 \times 10^{10}$ glóbulos rojos que existen en un humano adulto y que tienen una vida media de 120 días. Para mantener constante este número, deben originarse, por división celular mitótica de las células madre pluripotenciales del tejido hematopoyético, casi dos millones de eritrocitos por segundo. Si a lo anterior se agregan las células epiteliales del intestino delgado, que tienen una vida media de 2 a 4 días, más las de todas las otras poblaciones celulares que se renuevan

Por: **Prof. Francisco López, Claudio Palma y Lic. Camilo Ibacache**

Para descargar la aplicación que
acompaña a este e-book



en un humano adulto, se estima que para su mantención, se requieren aproximadamente 20 millones de divisiones celulares mitóticas por segundo.

CICLO CELULAR EUCARIOTA

Las células que hacen posible la renovación de los distintos tejidos se dividen por mitosis y originan dos células hijas genéticamente idénticas, luego de lo cual, una o ambas pueden volver a dividirse, estableciéndose de esta forma un ciclo de división celular o ciclo celular. Este ciclo celular se define como el período que va desde el principio de una división hasta el inicio de la siguiente y durante el cual se reconocen cuatro Fases o etapas discretas que son G_1 , S, G_2 , que constituyen la Interfase y M o Mitosis.

Cuando se observan al microscopio células en división, los procesos más relevantes del Ciclo celular son la división del núcleo, denominada Mitosis, la cual usualmente se continúa con la división de la célula en dos, denominada Citocinesis. En conjunto, estos dos procesos constituyen la Fase M del ciclo celular. El período entre una Fase M y la siguiente se denomina Interfase y en él están incluidas las Fases G_1 , S y G_2 .



INTERFASE

Fase G₁

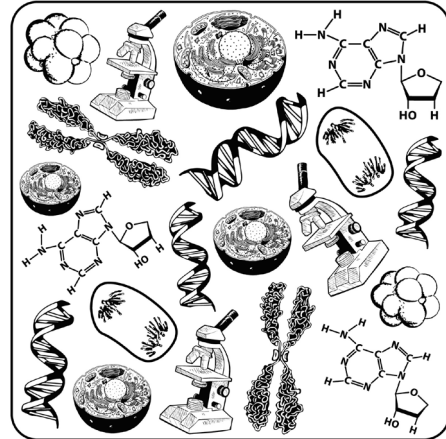
Es la etapa que sigue a la citocinesis y constituye una etapa de intensa actividad bioquímica. La célula aumenta de tamaño y sintetiza todas las proteínas y enzimas necesarias para la futura duplicación de su material genético.

Fase S

Es la etapa posterior que sigue a G₁, durante la cual se duplica el DNA y las fibras de cromatina que lo contienen.

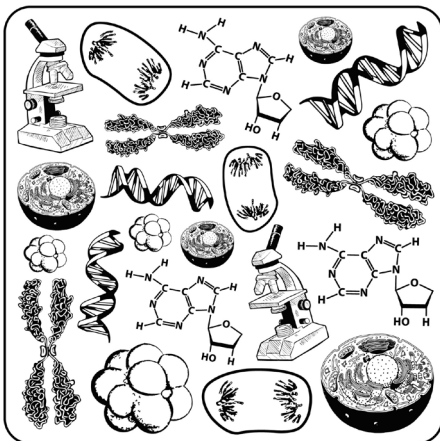
Fase G₂

Es la etapa que precede a la Fase M. Durante esta etapa se repara el DNA eventualmente mal replicado y se sintetizan las proteínas necesarias para la mitosis. En esta etapa las fibras de cromatina, que constituirán los futuros cromosomas, están duplicadas y unidas entre sí por el centrómero.



FASE M o MITOSIS

Durante la mitosis el material genético, previamente duplicado, se reparte equitativamente en dos conjuntos cromosómicos idénticos entre sí y al de la célula progenitora. El proceso divisional que se desarrolla en la mitosis es continuo, pero convencionalmente se lo divide en cuatro etapas discretas: Profase, Metafase, Anafase y Telofase.



Profase

En el núcleo, las fibras de cromatina, ya duplicadas, comienzan a condensarse haciéndose cada vez más cortas y gruesas hasta transformarse en cromosomas, que en un comienzo aparecen como finos y largos filamentos formados por dos cromátidas unidas por el centrómero. En las células animales los centriolos, ya duplicados, forman los centrosomas, los cuales se separan al comienzo de la Profase y migran hacia los polos de la célula. A medida que se mueven se van generando los microtúbulos que constituirán el huso mitótico. Las células vegetales forman husos sin la intervención de centriolos ya que carecen de ellos. Al término de la Profase dejan de observarse el o los nucléolos y se desorganiza la envoltura nuclear.

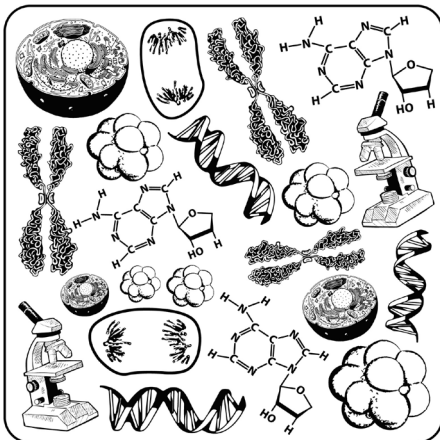
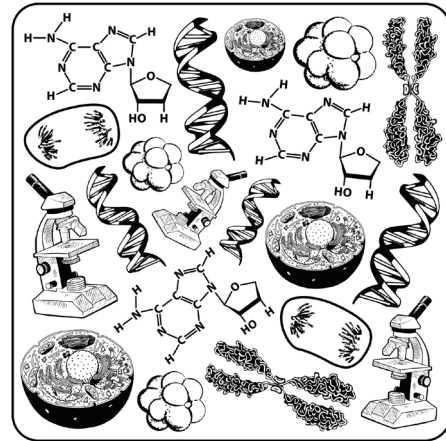


DIVISIÓN CELULAR MITÓTICA 3D

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA

Metafase

En esta etapa los cromosomas alcanzan su máximo grado de condensación e inician una serie de movimientos direccionados por las fibras del huso mitótico unidas al cinetocoro de cada cromosoma, lo que finalmente determina la ubicación de éstos en el plano ecuatorial de la célula.

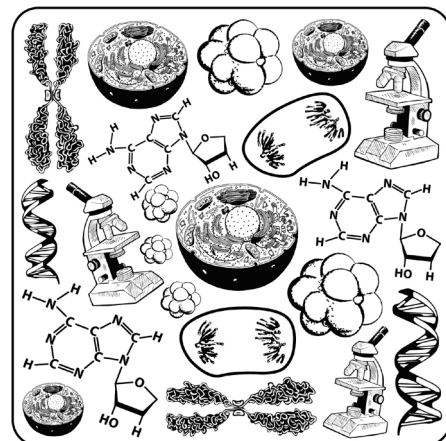


Anafase

En esta etapa se separan las cromátidas hermanas de cada cromosoma, transformándose cada cromátida en un nuevo cromosoma, cada uno de los cuales por intervención del huso, es traccionado y comienza a migrar hacia polos opuestos de la célula. En este movimiento participan los microtúbulos unidos a los cinetocoros, los que se van acortando y arrastrando a los cromosomas hacia los polos.

Telofase

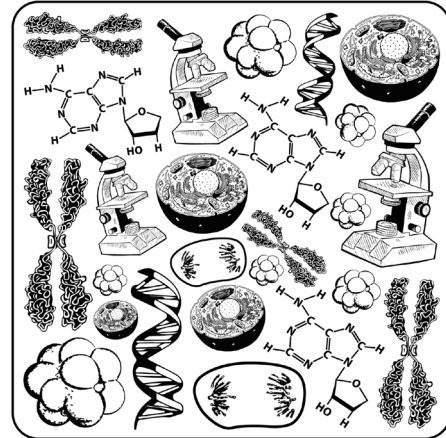
Los cromosomas alcanzan los polos de la célula y comienza su descondensación, el huso se desensambla y se reorganizan las envolturas nucleares de los dos nuevos núcleos como también él o los nucléolos. Estos hechos marcan el término del proceso mitótico.





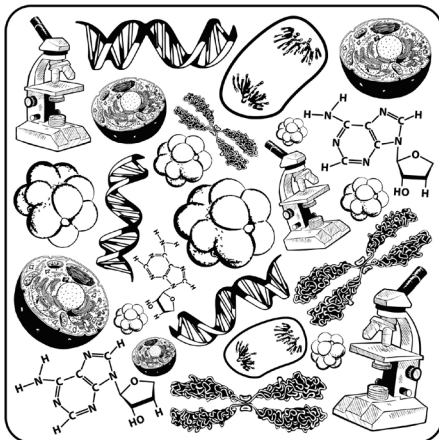
CITOCINESIS O CITODIÉRESIS

Corresponde a la división del citoplasma, la cual generalmente comienza en la Telofase y divide a la célula en dos partes aproximadamente iguales. En las células animales, se inicia con la aparición de un surco de segmentación que rodea la célula, el cual se va profundizando hasta dividirla en dos células. En las células vegetales, por poseer una pared celular rígida, la cual genera una limitación a la segmentación, la citocinesis se produce por la formación de un fragmoplasto derivado del sistema de Golgi, que se ubica entre los dos nuevos núcleos. El resultado son dos células hijas genéticamente iguales a la progenitora.



MORFOLOGÍA CROMOSÓMICA

Los cromosomas observables al microscopio y que son producto de la duplicación y condensación de la cromatina presentan una morfología característica.



Cromátida

En la Metafase mitótica cada cromosoma está formado por dos componentes simétricos, las cromátidas (llamadas cromátidas hermanas) que se encuentran unidas a nivel del centrómero. Por lo tanto, a diferencia de lo que ocurre en la Metafase, en la Anafase los cromosomas tienen solo una cromátida.

Centrómero y Cinetocoro

El centrómero es la región más delgada del cromosoma denominada constricción primaria. A ambos lados de esta zona se forma una estructura proteica llamada cinetocoro, a la cual se unirán los microtúbulos del huso.

Telómero

Esta denominación se refiere a la porción terminal de las cromátidas de los cromosomas. Los telómeros proporcionan estabilidad a los cromosomas.



EVALÚA LO QUÉ HAS APRENDIDO CON ESTA EXPERIENCIA

- 1.- ¿Qué diferencia existe entre los cromosomas que se observan en la Metafase con respecto a los que se observan en Anafase?
- 2.- Considerando lo observado en esta app. ¿Cuál es el número de cromosomas que tendrá cada una de las células que se originan al finalizar este proceso divisional?
- 3.- Si se bloqueara el desarrollo de la Anafase, pero no la separación de las cromátidas hermanas ¿Con que número de cromosomas quedaría la célula resultante?
- 4.- Si suponemos que la célula inicial que se presenta en la App tiene una cantidad de DNA de 12 picogramos.
 - ¿Cuántos picogramos de DNA tendrá la célula en Profase?
 - ¿Cuántos picogramos de DNA tendrá la célula en Metafase?
 - ¿Cuántos picogramos de DNA tendrá la célula en Anafase?
 - ¿Cuántos picogramos de DNA tendrán las células que se originan al finalizar este proceso divisional?
- 5.- ¿De qué etapa del proceso de división mitótica es característico el cromosoma que se muestra aislado en esta App?



- 1) Imprime esta hoja, te recomendamos imprimirla en un material rígido (Cartulina, opalina).
- 2) Recorta el cubo solo por las líneas discontinuas.
- 3) Ingresa a la aplicación División Celular 3D y enfoca el cubo con tu dispositivo móvil.

