



DIVISION CELLULAIRE MITOTIQUE 3D

UNE EXPÉRIENCE D'APPRENTISSAGE EN RÉALITÉ AUGMENTÉE

Au début de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les chercheurs allemands Rudolf Virchow et Robert Remarck établirent que « toute cellule naît d'une cellule préexistante » (omnis cellula ex cellula). Cette découverte a permis d'établir une véritable relation entre la division cellulaire et la continuité de la vie.

Dans le cas des organismes eucaryotes unicellulaires, la division cellulaire mitotique détermine la reproduction de l'organisme et la perpétuation de son espèce. Ainsi, une cellule se divise en donnant origine à deux cellules génétiquement identiques entre elles et identiques à celle qui leur ont donné origine, ce qui permet de maintenir l'identité génétique de l'espèce.

Dans le cas des organismes multicellulaires, la division cellulaire mitotique, outre sa relation avec les processus reproductifs, est à l'origine de la croissance des organismes ainsi que de la rénovation et la réparation des tissus.

Un humain moyen d'une taille d'un mètre soixante-dix et d'un poids de soixante-dix kilos, possède approximativement trente sept milliards de cellules (Bianconi et al., 2013), provenant toutes de divisions cellulaires successives à partir d'une unique cellule initiale, le zygote. Les êtres humains, comme tous les organismes multicellulaires, présentent diverses populations de cellules soumises à différents niveaux de détérioration, ce pourquoi elles doivent être renouvelées périodiquement. Les globules rouges en sont un exemple. Dans un humaine adulte, ils sont approximativement $2,5 \cdot 10^{10}$ et leur vie moyenne est de 120 jours. Pour maintenir cette quantité de globules rouges, il est nécessaire que les cellules mères pluripotentes du tissu hématopoïétique produisent au moins deux millions d'érythrocytes par seconde. Si on y ajoute les cellules épithéliales de l'intestin grêle, dont la vie moyenne

Par: **Profs. Francisco López, Claudio Palma y Lic. Camilo Ibacache**

Pour télécharger l'application, suivez les instructions suivantes



est de 2 à 4 jours, outre toutes les autres populations cellulaires qui se régénèrent chez un humain adulte, on estime que pour entretenir ce dernier, environ 20 millions de divisions cellulaires mitotiques par seconde sont nécessaires.

CYCLE CELLULAIRE EUCARYOTE

Les cellules qui permettent la rénovation des tissus se divisent par mitose et donnent naissance à deux cellules filles génétiquement identiques, qui vont se diviser à leur tour, établissant ainsi un nouveau cycle de division cellulaire ou cycle cellulaire. Ce cycle cellulaire correspond à la période qui va du début d'une division cellulaire jusqu'au commencement de la suivante, et qui se décompose en quatre phases ou étapes différentes qui sont G_1 , S, G_2 , (interphase) et M qui correspond à la mitose.

A l'observation au microscope des cellules en cours de division, les processus les plus importants du cycle cellulaire sont la division du noyau, appelée mitose, qui normalement se poursuit avec la division de la cellule en deux, appelée cytokinèse. Ces processus constituent la phase M du cycle cellulaire. La période entre une phase M et la suivante constitue l'interphase, qui comprend les phases G_1 , S et G_2 .



DIVISION CELLULAIRE MITOTIQUE 3D

UNE EXPÉRIENCE D'APPRENTISSAGE EN RÉALITÉ AUGMENTÉE

L'INTERPHASE

Phase G₁

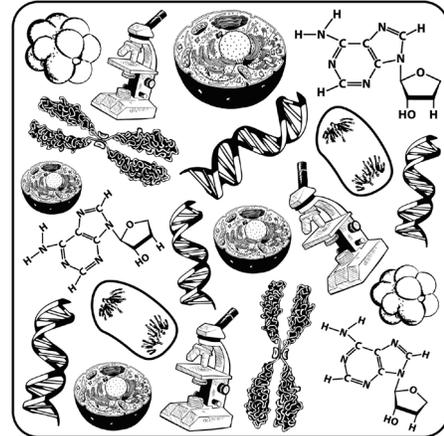
Correspond à l'étape qui suit la cytokinèse et constitue une étape intense en activité biochimique. La cellule augmente sa taille et synthétise toutes les protéines et enzymes dont elle a besoin pour la duplication suivante de son matériel génétique.

Phase S

Étape suivant G₁, pendant laquelle le DNA et les filaments de chromatine se dupliquent.

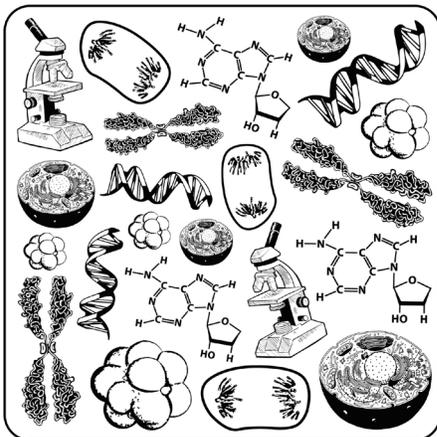
Phase G₂

Étape précédant la phase M. Au cours de cette étape le DNA qui aurait été mal répliqué est réparé et les protéines nécessaires pour la mitose sont synthétisées. Les filaments de chromatine, qui constitueront les futurs chromosomes, sont dupliqués et unis entre eux par le centromère.



PHASE M ou MITOSE

Pendant la mitose le matériel génétique, déjà dupliqué, forme deux groupes chromosomiques identiques entre eux et à ceux de la cellule mère. Le processus de division de la phase mitotique est continu, mais on y identifie quatre étapes différentes : prophase, métaphase, anaphase et télophase.



Prophase

Dans le noyau, les filaments de chromatine, déjà dupliqués, commencent à se condenser, se faisant plus courts et plus épais jusqu'à se transformer en chromosomes qui, au début se présentent comme des filaments fins et longs, formés par deux chromatides réunis par le centromère. Dans les cellules animales, les centrioles, déjà dupliqués, forment les centrosomes, lesquels se sont séparés au début de la prophase et migrent vers les pôles de la cellule. Au fur et à mesure qu'ils se déplacent, ils génèrent les microtubules qui constitueront le filament mitotique. Les cellules végétales forment des filaments sans l'intervention des centrioles, qui n'y existent pas. A la fin de la prophase, on n'observe plus le ou les nucléoles, et l'enveloppe nucléaire disparaît.

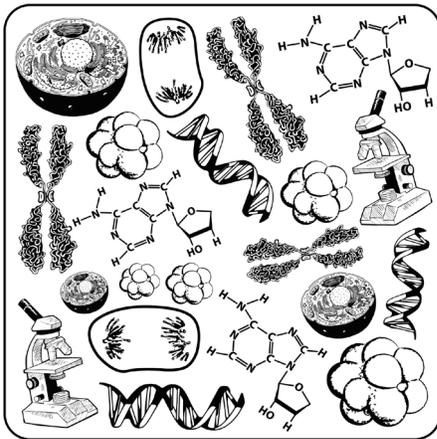
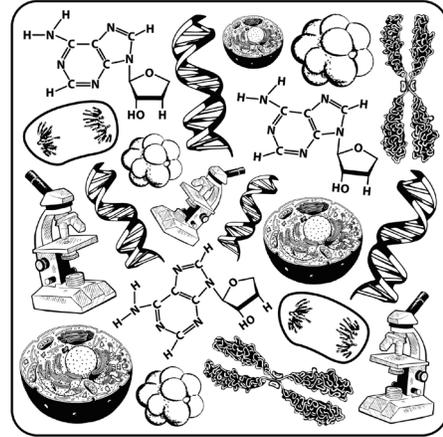


DIVISION CELLULAIRE MITOTIQUE 3D

UNE EXPÉRIENCE D'APPRENTISSAGE EN RÉALITÉ AUGMENTÉE

Métaphase

Au cours de cette étape, les chromosomes atteignent leur niveau maximal de condensation et commencent une série de mouvements guidés par les fibres du filament mitotique unies au kinétochore de chaque chromosome, ce qui détermine finalement la position de ceux-ci dans le plan équatorial de la cellule.

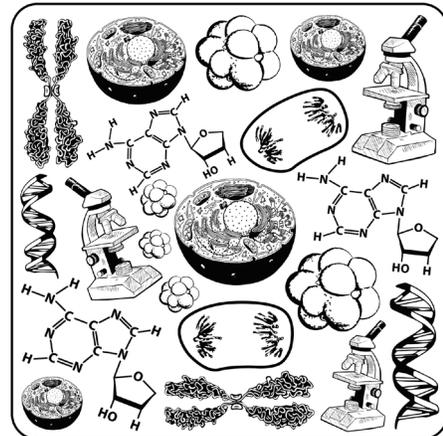


Anaphase

Les chromatides-sœurs de chaque chromosome se séparent, chaque chromatide se transformant en un nouveau chromosome, chacun tiré par le fuseau et qui commence à migrer vers les pôles opposés de la cellule. Les microtubules unis aux kinétochores font partie de ce mouvement, se raccourcissent et entraînent les chromosomes vers les pôles.

Télophase

Les chromosomes atteignent les pôles de la cellule et commencent leur décondensation. Le fuseau se désunit, les enveloppes nucléaires des deux nouveaux noyaux se réorganisent, ainsi que le ou les nucléoles. Ceci marque la fin du processus mitotique.



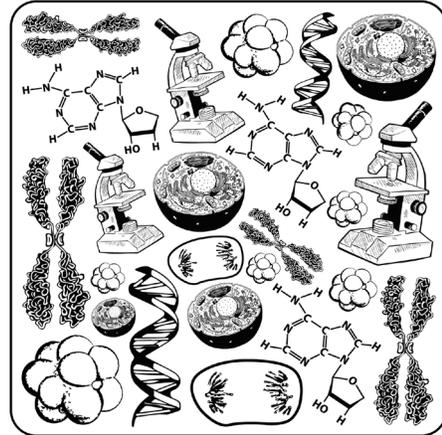


DIVISION CELLULAIRE MITOTIQUE 3D

UNE EXPÉRIENCE D'APPRENTISSAGE EN RÉALITÉ AUGMENTÉE

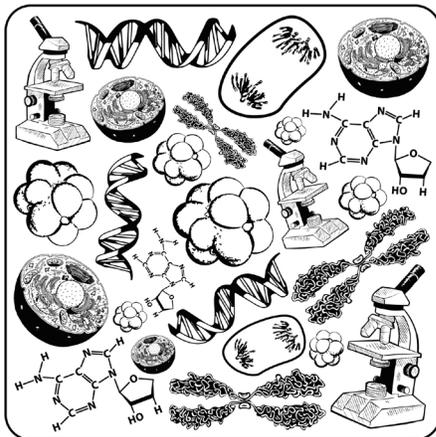
CYTOKINESE OU CYTODIERESE

Elle correspond à la division du cytoplasme, laquelle commence généralement à la télophase et divise la cellule en deux parties approximativement égales. Dans les cellules animales, ce processus commence avec l'apparition d'une rainure de segmentation qui entoure la cellule et qui va en s'élargissant jusqu'à la division en deux cellules. Dans les cellules végétales, dont la membrane cellulaire est rigide, ce qui limite la segmentation, la cytokinèse se produit par formation d'un phragmoplaste dérivé du système de Golgi, situé entre les deux nouveaux noyaux. Le processus constitue deux cellules filles génétiquement identiques à leur mère.



MORPHOLOGIE CHROMOSOMIQUE

Les chromosomes visibles au microscope, résultats de la duplication et de la condensation de la chromatine, présentent une morphologie typique.



Chromatide

Dans la métaphase mitotique chaque chromosome est formé par deux composantes symétriques que sont les chromatides (nommées chromatides sœurs) qui se trouvent unies au niveau du centromère. Contrairement à ce qui se produit au cours de la métaphase, dans l'anaphase les chromosomes ont une seule chromatide.

Centromère et kinétochore

Le centromère est la région la plus mince du chromosome, nommée constriction primaire. De chaque côté de cette zone se forme une structure protéique nommée kinétochore, à laquelle vont se fixer les microtubules du filament.

Télomère

Cette dénomination correspond à la partie terminale des chromatides des chromosomes. Les télomères donnent leur stabilité aux chromosomes.



DIVISION CELLULAIRE MITOTIQUE 3D

UNE EXPÉRIENCE D'APPRENTISSAGE EN RÉALITÉ AUGMENTÉE

ÉVALUEZ CE QUE VOUS AVEZ APPRIS DE CETTE EXPÉRIENCE

1.- Quelle est la différence entre les chromosomes que l'on observe dans la Métaphase par rapport à ceux qu'on observe dans l'Anaphase ?

2.- D'après tout ce qui a été traité dans cette appli, quel serait le nombre de chromosomes de chacune des cellules engendrées à la fin du ce processus de division ?

3.- Si on arrête le développement de l'Anaphase, mais pas la séparation des chromatides-sœurs, quel serait le nombre de chromosomes de la cellule résultante?

4.- En supposant que la cellule initiale présentée ici a une quantité d'ADN de 12 picogrammes :

Combien de picogrammes d'ADN aura la cellule en Prophase ?

Combien de picogrammes d'ADN aura la cellule en Métaphase ?

Combien de picogrammes d'ADN aura la cellule en Anaphase ?

Combien de picogrammes d'ADN auront les cellules qui résulteront à la fin de ce processus ?

5.- De quelle étape du processus de division mitotique le chromosome qui se montre isolé dans cette appli est-il caractéristique ?



- 1) Imprimez cet feuille. Nous vous conseillons de l'imprimer sur papier épais ou sur du bristol.
- 2) Coupez le cube en suivant la zone marquée.
- 3) Accédez à l'application Division Cellulaire 3D et faites le point sur le cube avec votre appareil mobile.

