

División celular

La supervivencia de una especie considerada como un todo, requiere que los individuos que la forman produzcan otros, para reemplazar a los que van desapareciendo con la muerte, lo cual se consigue mediante el proceso reproductor.

En 1856 se produjo el postulado de Virchow: *omnis cellula ex cellula*, es decir, toda célula procede de otra célula. La reproducción celular es por tanto un fenómeno imprescindible para que las células se perpetúen. Una vez han llegado a cierto momento de su vida, las células adquieren aptitud para multiplicarse generando otras semejantes a sus progenitoras.

Formas de multiplicación celular

La reproducción celular se reduce siempre a un proceso de división, mediante el cual la célula se parte en varios trozos (generalmente dos) cada uno de los cuales aumenta de tamaño hasta alcanzar el propio de la que le ha dado origen. Durante la multiplicación la célula que se divide llamada célula madre, desaparece como individuo y en su lugar aparecen dos o más células hijas. Esto mismo ocurre en los organismos unicelulares. No así en los pluricelulares en los que el proceso reproductor no supone su desaparición como tales individuos.

Según la forma de llevarse a cabo la división celular se distinguen tres modalidades: bipartición, gemación y división múltiple. La bipartición se caracteriza porque la célula madre da lugar a dos células hijas aproximadamente del mismo tamaño porque reciben cada una de ellas la misma cantidad de materia nuclear y citoplasmática. Es el procedimiento más corriente de división celular. La gemación se presenta cuando sobre la célula madre aparece una prominencia o "yema" que se desprende por estrangulación. Se originan así también dos células hijas, pero de diferente tamaño, si bien tal diferencia obedece a la desigual distribución del citoplasma, pero no del núcleo que queda por igual en ambas. La gemación se presenta con bastante frecuencia en algunos organismos unicelulares (levaduras por ejemplo). La división múltiple tiene lugar cuando una célula divide repetidamente su núcleo. Cada trozo nuclear se rodea de una porción de citoplasma que se aísla del resto por formación de una membrana, quedando así formadas dentro de la célula madre una serie de células hijas que son liberadas al romperse la membrana de aquella. La formación de esporas en los protozoos es un buen ejemplo de este tipo de reproducción celular.

Los diferentes tipos de multiplicación que acabamos de describir no son más que aspectos accesorios del proceso íntimo de la reproducción de la célula, que en el fondo es semejante para todas y que tiene como denominador común, de una parte, la división del núcleo y de otra la del citoplasma; fenómenos ambos independientes, como lo demuestra la existencia de células plurinucleadas.

Los fenómenos íntimos de la división celular pueden reducirse a dos modelos: la división directa o amitosis y la indirecta o mitosis.

La división directa o amitosis es la menos frecuente, teniendo una importancia secundaria, pues queda reducida a células muy especializadas. Consiste en que el núcleo sin modificar sensiblemente su estructura se alarga, se estrecha en el centro y por fin se parte en dos. En algunos casos el citoplasma sigue la misma suerte, formándose dos células hijas; en otros no se segmenta quedando así constituida una célula con dos o más núcleos formando un plasmodio.

La división indirecta o mitosis es el procedimiento más corriente de división celular y durante el mismo, a diferencia de lo que ocurre con la amitosis en el núcleo tienen lugar profundos y complicados cambios estructurales. El citoplasma aparentemente parece representar un papel pasivo, no obstante se observan

también en algunos signos de actividad y modificaciones en la estructura. El hecho fundamental de la mitosis es que las células hijas reciben el mismo número de cromosomas que poseía la célula madre que las ha originado. La mitosis logra mantener la constancia numérica de los cromosomas y las dos series haploides de los mismos completos. Con fines descriptivos se distinguen en la mitosis cuatro fases o etapas: profase, metafase, anafase y telofase.

Los cambios del ADN durante la mitosis

Una de las principales características del ADN es su poder de autoduplicación. Estrechamente relacionada con esta capacidad está la escisión longitudinal de los cromosomas durante la mitosis para formar cada uno de ellos dos cromátidas. Durante mucho tiempo se creyó que la formación de las cromátidas obedecía a una partición longitudinal de los cromosomas. Actualmente se sabe que no se trata de una partición, sino de una duplicación del cromosoma. De acuerdo con este punto de vista, la formación de las cromátidas no es más que el resultado del fenómeno de autoduplicación del ADN. Una molécula de ADN al autoduplicarse forma dos semejantes a ella. Cada una de tales moléculas corresponde a una cromátida. Esto explica que las cromátidas procedentes de la división tengan carácter de cromosomas completos, lo cual está de acuerdo con la integridad de la molécula de ADN a través de sucesivas generaciones.

Cabe ahora preguntarse, ¿en qué momento se autoduplica el ADN para que un cromosoma de lugar a dos cromátidas? Las investigaciones llevadas a cabo parecen demostrar que dicho fenómeno tiene lugar durante el período de reposo celular, es decir, antes de iniciarse la profase. Como consecuencia de todo cuanto acabamos de decir, durante la mitosis no solamente se consigue mantener la constancia numérica de los cromosomas, sino también que en las células hijas se conserve idéntica la estructura molecular del ADN de la célula madre. De esta manera dicha estructura se transmite completa de una generación celular a la siguiente.

Meiosis

En la reproducción sexual, todo ser vivo que se forma como consecuencia de ella tiene su origen en la fusión de dos células reproductoras o gametos, una procedente del padre y otra de la madre. Si tales células poseyesen el número diploide ($2n$) de cromosomas propio a la especie a la que pertenecen, resulta obvio que al reunirse y formar un nuevo ser, éste tendría en sus células un número doble de cromosomas que sus progenitores. Se deduce de ello, que al formarse en un organismo las células reproductoras o gametos, no pueden hacerlo por una mitosis normal, sino que debe existir algún mecanismo que permita que dichas células solamente reciban la mitad de los cromosomas, pero no una mitad cualquiera, sino precisamente una serie haploide (n). Esto se consigue merced a un tipo de división celular que se conoce con el nombre de meiosis o división reduccional.

La transmisión de la herencia

La herencia biológica es estudiada por la Genética, que es aquella parte de la Biología que se ocupa del estudio de la herencia biológica e intenta explicar los mecanismos y circunstancias que rigen la transmisión de caracteres de generación en generación.

Los caracteres de un individuo dependen del genotipo, que es el conjunto de los factores hereditarios que posee un individuo por haberlos recibido de sus progenitores y del fenotipo, que es el aspecto observable producido como consecuencia del genotipo que posee y de la acción del medio ambiente. Lo único heredable es el genotipo.

El genotipo está constituido por los genes, que son los factores que controlan la herencia de los caracteres. Los genes se hallan en los cromosomas; cada gen ocupa un lugar concreto del cromosoma denominado locus. De acuerdo con los conocimientos actuales el gen puede definirse como aquella secuencia de nucleótidos de la molécula de ADN, capaz de lanzar un mensaje genético completo para la codificación de una cadena

polipeptídica o de una proteína completa. Es importante tener presente que los genes en sí no tienen el carácter que rigen, sino que lo que hacen es dirigir ciertas reacciones metabólicas que son las que logran que aparezca dicho carácter en el individuo.

En cada célula hay siempre dos series, una aportada por el gameto masculino y otra por el femenino. Cada cromosoma de una serie tiene su homólogo en la otra. Los cromosomas homólogos tienen los mismos genes, de tal manera, que se corresponden exactamente punto por punto; por tanto, cada célula contiene no uno sino dos genes para regir un carácter determinado. A este par de genes se les denomina par de alelos y se representan por las letras del alfabeto, concretamente dos; una por cada gen.

Ahora bien, podrán ocurrir dos casos:

- Que el gen paterno y el materno sean idénticos (por ejemplo color azul de los ojos), diciéndose entonces que el individuo es homocigótico o puro para este carácter. Los genes se representan con dos letras iguales mayúsculas (AA) o minúsculas (aa).
- Que los dos genes de la pareja sean diferentes, siendo en este caso el individuo heterocigótico o híbrido para este carácter. Los genes se representan con dos letras iguales, una mayúscula y otra minúscula (Aa).

En los casos de heterocigosis pueden ocurrir dos casos:

- Que los dos genes tengan la misma fuerza (por ejemplo, gen rojo y gen blanco, darán un carácter de color rosa). En este caso se dice que la herencia es intermedia.
- Que de los dos genes que rigen el carácter, solo uno de ellos se manifieste en el fenotipo, mientras que el otro queda oculto. En este caso se dice que hay herencia dominante. El gen que se manifiesta se llama dominante; el que queda oculto se denomina recesivo.

Desde muy antiguo se intentó encontrar qué reglas o principios rigen la transmisión de los caracteres de generación en generación. En 1865 el agustino GREGORIO MENDEL tuvo la genial idea de limitar el estudio de cada uno de los caracteres por separado. Para ello cruzó plantas de la misma especie, pero de diferente raza, que se distinguían perfectamente por algún carácter bien acusado (por ejemplo, guisantes con semillas de superficie lisa y rugosa) analizando cómo se transmitía este carácter.

De esta forma el citado investigador logró descubrir unas leyes que rigen la herencia biológica y que se conocen con el nombre de Leyes de Mendel.

Primera ley. Llamada también ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación, dice que: cuando se realiza el cruzamiento entre dos individuos de la misma especie pertenecientes a dos variedades o razas puras (homocigóticos) todos los híbridos de la primera generación filial son iguales.

Segunda ley. Es llamada ley de la separación o disyunción de los genes que forman la pareja de alelomorfos, es decir, que los dos genes que han formado pareja en los individuos de la F1 (primera generación filial) se separan nuevamente al formarse las células reproductoras de estos, lo que demuestra que dicho emparejamiento no es definitivo. Esto conduce a que los individuos de la F2 (segunda generación filial) aparezcan parejas de alelos distintos de los de la F1, y en consecuencia, dicha generación ya no es de genotipo uniforme.

Tercera ley. Llamada ley de la herencia independiente de los caracteres, porque expresa el hecho de que cada uno de los caracteres hereditarios se transmite a la descendencia con absoluta independencia de los demás. No se debe confundir con la segunda ley que hace referencia a que los genes que forman la pareja de alelos gozan de independencia. En la tercera ley se refiere a los caracteres. El carácter "color de ojos" se transmite a la descendencia por su cuenta, con independencia de otro carácter, por ejemplo "longitud de pelo".

Las mutaciones

Se pueden definir las mutaciones como aquellos cambios bruscos que se presentan en el fenotipo, dando lugar a una variación discontinua y que son heredables porque obedecen a una modificación en el genotipo.

La aparición de estos cambios había sido observada por los biólogos desde hacía muchos años, pero su interpretación correcta se debe al botánico DE VRIES, que en 1901 les dio el nombre de mutaciones. DE VRIES que estudió las mutaciones en la planta *Oenothera lamarckiana*, consideró que consistían siempre en cambios bruscos del fenotipo, pero posteriormente las detalladas investigaciones de MORGAN y su escuela en *Drosophilla melanogaster* demostraron que existen mutaciones de muy diversos grados, ya que los cambios provocados por ellas pueden incluso ser tan pequeños que no resulta fácil descubrirlos. El estudio de las mutaciones es de gran importancia porque constituyen una de las bases fundamentales del proceso evolutivo.

Clásicamente se han venido distinguiendo varios tipos de mutaciones de acuerdo con la forma de sufrir cambios el material genético. Así, según TIMOFÉEFF-RESOVSKY, se pueden establecer los siguientes tipos:

- Mutaciones cromosómicas, caracterizadas por cambios en la estructura de los cromosomas, las cuales lógicamente son observables microscópicamente. Tales cambios pueden consistir en la pérdida de un trozo (delección), o en su adición, con lo cual existe un segmento repetido (duplicación) o bien en el traslado de una porción de un cromosoma a otro no homólogo (traslocación), e incluso que un trozo de cromosoma invierta su posición (inversión).
- Mutaciones cariotípicas o genómicas, que afectan al cariotipo o dotación cromosómica en su conjunto y se deben a la aparición de un número de series haploides distinto del normal (triploide, tetraploide, heteroploide, etc.) o aumento o disminución de algún cromosoma.
- Mutaciones génicas, en las cuales el cambio afecta a la constitución química de los genes. Lógicamente por tratarse de cambios moleculares, este tipo de mutaciones a diferencia de las anteriores no son observables ni aun con el microscopio electrónico. Actualmente sólo se consideran verdaderas mutaciones las génicas.

Mitosis

División celular indirecta o nuclear, llamada también cariocinesis. Empieza en la cromatina del núcleo, precediendo, por lo tanto, la división de éste a la del cuerpo celular.

Es una etapa de la división celular que implica la división del núcleo, el cuál sufre una duplicación exacta originando dos núcleos hijos cada uno de los cuáles lleva un complemento cromosómico idéntico al del núcleo padre.

La mitosis (división del núcleo) es el primer proceso de la división real de la célula y va seguida de la citocinesis o división del citoplasma.

División celular ; Citocinesis.

En la mitosis, los cromosomas replicados se disponen de manera que cada célula nueva recibe un complemento completo.

Por convención, se han establecido cuatro fases en el proceso de la mitosis: profase, metafase, anafase y telofase, siendo la profase la de mayor duración; de manera que si el tiempo requerido para una división mitótica es más o menos 10 minutos, la profase dura unos 6 minutos.

Durante la interfase el material cromosómico se halla disperso formando unos finísimos filamentos o cordones denominados cromatina, es lo único que puede verse en el núcleo en esta etapa.

Ciclo celular.

Profase

Al comienzo de la profase los cordones de cromatina se arrollan lentamente y se condensan adoptando una forma compacta; esta condensación es necesaria para que posteriormente tengan lugar los complejos movimientos y la separación de los cromosomas durante las fases siguientes de la mitosis. Cuando los cromosomas condensados se tornan visibles con el microscopio óptico, cada uno consiste en dos réplicas llamadas cromátidas. Las dos cromátidas permanecen unidas por un área estrecha común a ambas, denominado centrómero. Dentro de este área estrecha existen unas estructuras discoidales llamadas cinetocoros, que contienen proteínas, donde se insertan las fibras del huso.

De manera que en esta fase los cromosomas están agrupados por parejas llamándose a cada uno de los dos que conforman el par, cromosoma homólogo, y cada cromosoma del par está a su vez constituido por dos cromátidas unidas por el centrómero.

En las células de la mayoría de los organismos, exceptuando las plantas superiores se ven dos pares de centriolos a un lado del núcleo, fuera de la envoltura nuclear. Cada par consiste en un centriolo maduro y en un centriolo más pequeño recién formado, perpendicular al primero.

Durante la profase los pares de centriolos empiezan a alejarse el uno del otro, y a medida que éstos se separan aparecen entre ambos pares de centriolos las fibras del huso acromático, consistentes en microtúbulos y otras proteínas. Desde los centriolos radian otras fibras adicionales, conocidas en conjunto como áster. Para entonces, los nucléolos por lo general han dejado de ser visibles. La envoltura nuclear se disgrega a medida que los cromosomas se condensan. Al final de la profase, los cromosomas se han condensado por completo y ya no se encuentran separados del citoplasma.

Al terminar la profase, los pares de centriolos están en extremos opuestos de la célula y los miembros de cada par tienen el mismo tamaño. El huso se ha formado por completo. Es una estructura tridimensional que tiene la forma de una pelota de rugby y consiste al menos en dos grupos de microtúbulos: fibras polares, o fibras continuas que van desde cada polo del huso hasta una región central a mitad de camino entre los polos, y las fibras del cinetocoro, que son más cortas y están unidas a los cinetocoros del centrómero de cada par de cromátidas. Estos dos grupos de fibras participan en la separación de las cromátidas hermanas durante la mitosis. En aquellas células que contienen centriolos se distinguen además un tercer tipo de fibras, las fibras astrales o áster, más cortas, que se extienden desde los centriolos hacia afuera.

Metafase

Al comienzo de la metafase, los pares de cromátidas se desplazan en vaivén dentro del huso, parece ser que impulsados por las fibras de éste, siendo primero atraídos hacia un polo de la célula y después hacia el otro, hasta que, finalmente, se disponen con exactitud en el plano medio de la célula (ecuador de la célula o plano ecuatorial) unidos por el centrómero. Esto señala el final de la metafase.

Anafase

Al comienzo de la anafase, los centrómeros se separan simultáneamente en sus pares de cromátidas. Las cromátidas de cada par se separan entonces y cada cromátida se convierte en un cromosoma aparte, que al parecer es arrastrado hacia el polo opuesto por las fibras del huso. Los centrómeros inician el movimiento. En la mayoría de las células, el huso en conjunto también se alarga mientras que los polos de la célula se alejan el uno del otro. A medida que la anafase continúa, los dos juegos idénticos de cromosomas recién separados se desplazan cada uno hacia un polo opuesto del huso. La anafase es la parte más rápida de la mitosis.

Detalle de la anafase en la mitosis de la cebolla.

Las cromátidas se separan a cada polo celular a través de las fibras del huso acromático.

Telofase

Cuando comienza la telofase, los cromosomas han llegado a los polos opuestos. El huso se dispersa en dímeros de tubulina (subunidades de las proteínas globulares que constituyen los microtúbulos). Al final de la telofase se forman las envolturas nucleares en torno de los dos juegos de cromosomas, que una vez más se tornan difusos (ya no tienen aspecto de cromosomas). En cada núcleo reaparecen los nucléolos. A menudo empieza a formarse un nuevo centriolo junto a cada uno de los anteriores. La replicación de los centriolos continúa durante el resto del ciclo celular, de modo que cada célula tiene dos pares de centriolos en la profase de la división mitótica siguiente.

Citocinesis

Etapas de la división celular que consiste en la división del citoplasma.

Suele acompañar a la mitosis, división del núcleo, pero no siempre. El proceso visible de la citocinesis suele empezar en la telofase de la mitosis y por lo general divide la célula en dos partes más o menos iguales.

Mitosis.

La citocinesis difiere en ciertos aspectos en células animales y vegetales. En las células animales, durante la telofase, la membrana celular empieza a estrecharse en la zona donde estaba el ecuador del huso. Al principio se forma en la superficie una depresión que poco a poco se va profundizando para convertirse en un surco hasta que la conexión entre las células hijas queda reducida a un hilo fino que no tarda en romperse. Cerca de los surcos se ven grandes cantidades de microfilamentos de actina y se cree que intervienen en la constricción, congregándose en la línea media de la membrana de la célula madre, para así separar las dos células hijas.

En las células vegetales, el citoplasma es dividido en la línea media por una serie de vesículas producidas en el complejo de Golgi. Estas vesículas eventualmente se fusionan para formar un espacio membranoso plano, la placa celular. A medida que se fusionan más vesículas, los bordes de la placa en crecimiento se fusionan con la membrana de la célula, y de esta manera se establece un espacio entre las dos células hijas completándose la separación de éstas. En última instancia, este espacio se impregna de pectinas que forman la laminilla media. Cada célula nueva construye luego su pared celular, depositando celulosa y otros polisacáridos en la superficie externa de su membrana celular.

Una vez completada la división celular, se producen dos células hijas más pequeñas que la célula madre, pero en otros aspectos indistinguibles de ella e iguales entre sí.

Ciclo celular.

Consiste en una secuencia de fenómenos de crecimiento y divisiones en los que el material celular se divide entre dos nuevas células hijas.

En las células eucarióticas, el ciclo consta de cinco fases principales: G1, S, G2, mitosis y citocinesis. Puede tardar en completarse desde pocas horas a varios días, según el tipo de célula y factores externos, como temperatura o principios nutritivos disponibles.

Para que una célula pueda iniciar la mitosis y se divida, debe replicar primero sus cromosomas, producir una cantidad de orgánulos adecuados para las dos células hijas y sintetizar las estructuras necesarias para realizar

la mitosis y la citocinesis. Estos procesos preparatorios ocurren en las fases G₁, S y G₂ del ciclo celular, que en conjunto se conocen como interfase.

El proceso clave de la replicación cromosómica ocurre durante la fase S (síntesis) del ciclo celular. En esta fase se sintetizan histonas y proteínas que se unen al ADN. Sin embargo, en las fases G, que siguen y preceden a las S, no hay síntesis de ADN.

La fase G₁, posterior a la citocinesis y previa a la fase S, es un período de intensa actividad bioquímica. La célula duplica su tamaño y sus enzimas, ribosomas, mitocondrias, y estructuras citoplasmáticas se doblan en número. Algunas estructuras celulares pueden sintetizarse por completo de nuevo, como microtúbulos, microfilamentos y ribosomas. Las estructuras membranosas, como cuerpos de Golgi, lisosomas, vacuolas y vesículas, derivan todas del retículo endoplasmático, que se renueva y aumenta de tamaño mediante la acción de moléculas de fosfolípidos y proteínas. Las mitocondrias y cloroplastos sólo se producen a partir de mitocondrias y cloroplastos preexistentes, ya que cada uno de ellos tiene su propio cromosoma y se replican autónomamente.

En esta misma fase ocurre que las células dejan de crecer, un ejemplo de ello, es cuando se agotan los principios nutritivos. Se piensa que es, en esta fase, cuando se sintetizan las sustancias que inhiben o estimulan la fase S y el resto del ciclo celular, determinando de esta manera, si habrá de ocurrir o no la división celular.

El conocimiento de los mecanismos de control que intervienen en estos procesos, no sólo sería interesante desde el punto de vista biológico, sino que sería muy importante en el control del cáncer, ya que las células cancerosas difieren de las células normales, en gran medida, porque continúan dividiéndose a expensas de los tejidos del huésped.

Una vez que se ha iniciado la replicación de los cromosomas en la fase S, la célula pasa ininterrumpidamente por las fases remanentes del ciclo celular.

En la fase G₂, que sigue a la fase S y precede a la mitosis, la célula ensambla las estructuras especiales que se requieren para destinar un juego completo de cromosomas a cada célula hija durante la mitosis y para separar las dos células hijas durante la citocinesis.

Por otra parte, la división celular en las células procarióticas es mucho más simple. El cromosoma de la célula suele consistir en una única hebra larga y circular de ADN, a la que se asocian ciertas proteínas. Cuando se ha duplicado, los cromosomas hijos se unen, cada uno, a un punto diferente de la membrana interna de la célula; así se asegura que, cuando la membrana se alarga y se invagina, los cromosomas se separan y se distribuyen a cada célula hija.

Objetivo:

La división celular es el mecanismo por el cual una célula se divide dando origen a dos nuevas células.

El ciclo celular incluye el proceso de preparación llamado interfase y el proceso de división celular llamado mitosis.

Justificación:

El estudio de las células tienen la capacidad de reproducirse, con lo cual se garantiza la continuidad de la vida.

Conclusión:

Es importante el estudio de las células por la vida de un ser humano que empieza en la única célula, la cual por sus divisiones sucesivas origina millones de ellas hasta configurar todo el organismo.