

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende el capítulo 24 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia detenidamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto del capítulo 24 del presente libro, la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

CAPÍTULO XXIV.

TRANSMISIÓN GENÉTICA.

En 1865 Gregor Mendel publica sus investigaciones, aunque no se le reconocen hasta 1900, el fue un Abad austriaco que crió guisantes en el huerto de su monasterio de Brunn; logró descubrir las leyes de la Genética donde hibridadores anteriores habían fracasado. Estudió la herencia de caracteres constantes, contó y registró los padres y descendencia de cada uno de sus cruzamientos. Su conocimiento de los principios de las matemáticas le permitieron interpretar sus datos y le indujeron a formular la hipótesis de que cada rasgo es determinado por dos factores genéticos.

24-1 FACTORES GENÉTICOS.

Mendel tenía varios tipos de plantas de guisantes en su huerto y llevó registro de la herencia de siete pares de rasgos claramente contrastantes, como semillas amarillas frente a semillas verdes; semillas redondas frente a semillas arrugadas; vainas verdes, frente a vainas amarillas, flores axiales, frente a flores terminales; flores rojas frente a flores amarillas; tallos cortos frente a tallos largos; etc. Cruzando y contando los tipos de descendencia, pudo Mendel descubrir irregularidades en el patrón de herencia que habían escapado a criadores anteriores. Cuando cruzó plantas con dos caracteres diferentes, como semillas amarillas y verdes, las plantas de la siguiente generación. La Generación F₁, fueron parecidas a uno de los dos padres, la segunda generación o Generación F₂, contenía individuos de ambos tipos de los padres, cuando contó éstos, halló que los dos tipos de individuos (de los padres) estaban en la generación F₂ en una razón aproximada de 3:1, por ejemplo, cuando cruzó plantas altas con plan--

tas bajas, todos los miembros de la generación F_1 fueron altos. Cuando se cruzaron dos de estas plantas de la primera generación, la generación F_2 contenía algunas plantas altas y otras bajas. Sin duda, en la primera generación el factor genético (gen) de la poca altura estaba oculto o había sido anulado por el gen de la gran altura.

Mendel denominó a este Gen de la gran altura "Dominante" y al gen de la poca altura "Recesivo".

Al descubrir que el cruce de dos plantas de la primera Generación producía descendencia en la segunda generación en una razón de tres con el carácter Dominante a una con el carácter Recesivo, se le ocurrió a Mendel que cada planta debe tener dos factores genéticos; mientras que cada óvulo y espermatozoo sólo tienen uno. La primera generación de plantas altas tenía también dos factores genéticos (uno para las plantas altas y otro para las bajas) pero el gen alto era "Dominante" y estas plantas eran altas.

No obstante, cuando estas plantas F_1 formaron óvulos o espermatozooos el gen de la gran altura se separaba del gen de la poca altura, por lo que la mitad de los óvulos y la mitad de los espermatozooos contenían un gen "alto" y la mitad un gen "bajo" (los genes no son altos o bajos, hacen que las plantas crezcan con diferentes alturas).

La fecundación al azar de óvulos por espermatozooos condujo a cuatro posibles combinaciones, una con dos altos (TT); una con dos bajos (tt); y dos con uno alto y uno bajo (Tt) y (tT), el gen alto (T) es dominante del bajo (t) y, por consiguiente, tres de las cuatro clases de descendencia fueron plantas altas (fenotipo) y sólo una baja, pero con una diferencia en el contenido genético una (TT), dos (Tt) (genotipo).

Se conviene ahora en usar letras mayúsculas T, para los genes Dominantes y t para el recesivo o sea de las plantas bajas.

Los conocimientos matemáticos de Mendel le permitieron reconocer que una razón de 3:1 para su fenotipo y que 1:2:1 para su genotipo sería de esperar entre la descendencia si cada planta tuviera dos factores de cualquier carácter dado, en vez de uno solo de ellos. Este brillante razonamiento fue confirmado cuando se descubrieron los cromosomas y se conocieron los detalles de la mitosis y la fecundación.

¿Cuál es la razón por la que la proporción en la altura de las plantas sea de 3:1 ?

24-2 CROMOSOMAS Y GENES.

Cuando se examina una célula en trance de división con el microscopio de contraste de fases, e incluso si se observa con el microscopio ordinario, después de fijada y teñida, podrán distinguirse en el núcleo unos cuerpos alargados teñidos de oscuro llamados cromosomas. Cada cromosoma consta de un filamento central, el cromonema al que acompañan a lo largo de una sugestión de gránulos a los que se ha dado el nombre de cromómeros; cada cromosoma posee un punto fijo a lo largo de su trayecto una pequeña zona circular clara, llamada centrómero, el cual regula el movimiento de los cromosomas durante la división celular. A medida que el cromosoma se acorta y se engruesa, inmediatamente antes de la división celular, la región del centrómero se acentúa y aparece como una constricción. Los cromosomas solo son claramente visibles en el momento de la división celular.

Al ser descritos los cromómeros por primera vez, muchos biólogos creyeron que podían ser los Genes factores hereditarios, que en experimentos previos de reproducción se daba por sentado que se disponían dentro del cromosoma en formación alineada.

Sin embargo, no hay correspondencia de uno a uno entre cromómeros. Algunos cromómeros contienen varios genes, en tanto ciertos genes parecen residir fuera de ellos.

En resumen, no se sabe con exactitud el significado de los cromómeros, estas tumefacciones a lo largo del cromonema.

Cada célula de cualquier organismo de todas las especies contiene un número y tipo característico de cromosomas. Cada célula del hombre posee exactamente 46 cromosomas. Pero no es su número lo que diferencia a las diferentes especies de animales. Sino la naturaleza de los factores hereditarios dentro de los cromosomas. (Fig. 24-1)

Describe la estructura de un cromosoma.

24-3 MITOSIS.

Es la división regular de una célula, en tal forma que cada una de las dos células hijas, reciba exactamente el mismo número y tipo de cromosomas que poseía la célula progenitora.

En el momento de la mitosis humana, por consiguiente, cada uno de los 46 cromosomas ha elaborado otro idéntico, con lo cual hay 92. Al completarse la división celular 46 cromosomas se dirigen a una célula hija y 46 a la otra.

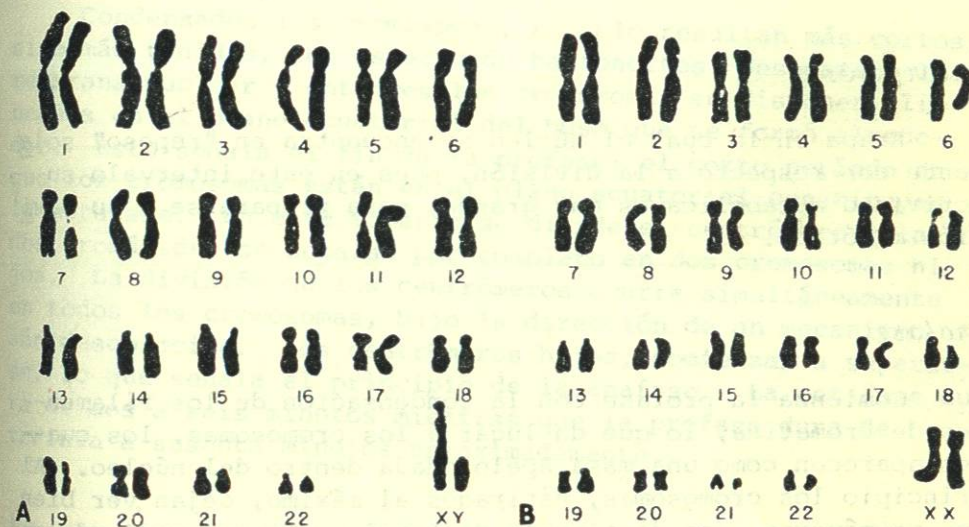


Fig. 24-1.- Cromosomas en la especie humana en un hombre (A) y una mujer (B) normal.

El término mitosis en sentido estricto, se refiere a la división del núcleo en dos núcleos hijos, y se aplica el término citocinesis a la división del citoplasma para formar dos células hijas, cada una de las cuales contiene uno de los núcleos. La división nuclear y la división citoplásmica, aunque casi siempre bien sincronizadas y coordinadas, son procesos separados y netamente distintos.

Sin embargo, para fines descriptivos, la mitosis se divide en las siguientes fases: interfase, profase, metafase, anafase y telofase.

Interfase.

Etapa en la cual el núcleo se encuentra en "reposo" solamente con respecto a la división, pues en este intervalo su actividad metabólica es muy grande, para prepararse a su división mitótica.

Profase.

Comienza la profase con la condensación de los filamentos de cromatina, lo que da lugar a los cromosomas, los cuales aparecen como una masa apelotonada dentro del núcleo. Al principio los cromosomas, estirados al máximo, dejan ver bien los cromómeros, con distinción de tamaño y forma, pudiendo en condiciones favorables, identificarse cada uno de ellos. Cuando los cromosomas se contraen subsecuentemente, los cromómeros se superponen y ya no es posible diferenciarlos entre sí. Cada cromosoma se ha duplicado. Cada mitad del cromosoma doble se llama Cromátide; los dos cromátides quedan unidos al centrómero que permanece único hasta la metafase.

En el citoplasma adyacente al núcleo hay dos pequeños centriolos oscuros y cilíndricos. Al comienzo de la profase, el centriolo se divide en dos centriolos hijos, cada uno de los cuales emigra a extremos opuestos de la célula. Desde cada centriolo se proyectan unos filamentos y los centriolos se forma un huso compuesto de hilos, de proteínas contráctiles

de las fibrillas musculares. Las fibras del huso se extienden del ecuador al polo y constituyen una estructura bien definida.

En el tiempo en que se separaron los centriolos y se formó el huso, se contrajeron los cromosomas del núcleo, de modo que quedaron más cortos y gruesos.

Metafase.

Condensados los cromosomas, no solo resultan más cortos, sino más teñidos, con aspecto de bastoncitos; desaparece la membrana nuclear y entonces los cromosomas se disponen alineados en el plano ecuatorial del huso que se formó alrededor. Esto señala el fin de la profase; el corto período en que los cromosomas están en el plano ecuatorial constituyen la metafase. En este momento se divide el centrómero y los dos cromátides se separan por completo en dos cromosomas hijos. La división de los centrómeros ocurre simultáneamente en todos los cromosomas, bajo la dirección de un mecanismo aún desconocido. Los centrómeros hijos, comienzan a separarse, lo que señala el principio de la anafase. La metafase dura de dos a seis minutos mientras que la profase dura de treinta a sesenta minutos aproximadamente.

Anafase.

Los cromosomas se separan y cada grupo de cromosomas hijos se dirigen a un polo. Los acontecimientos que ocurren desde que los cromosomas comienzan a separarse hasta que alcanzan los polos, constituyen la anafase que dura de tres a quince minutos.

Telofase.

Llegados los cromosomas a los polos comienza la telofase, de duración igual a la profase. Los cromosomas se alargan y vuelven a la posición de reposo, solo con filamentos de cromatina y gránulos visibles, además de la formación de

membrana alrededor de los núcleos hijos. Esto termina la división nuclear, también llamada cariocinesis, a la que sigue la división del cuerpo de la célula, citocinesis.

¿Cuál es la importancia de la Mitosis?

24-4 MEIOSIS.

La constancia en el número de cromosomas en cada generación de células se garantiza por el proceso de *meiosis* que ocurre durante la formación de los gametos, masculinos o femeninos.

La meiosis es esencialmente un par de divisiones celulares durante las cuales el número de cromosomas disminuye a la mitad, de manera que los gametos reciben únicamente la mitad en relación con las otras células del organismo. En el acto de unirse dos gametos durante la fecundación, la fusión de sus núcleos reconstituye el número diploide de cromosomas. En la meiosis los miembros de cada par de cromosomas se separan y pasan a cada una de las células hijas; como resultado cada gameto contiene uno de cada tipo de cromosomas, de modo que, aún con la reducción, la serie es completa. Esto se logra por el emparejamiento o *sinapsis* de los cromosomas iguales; con separación de los miembros de los pares, dirigidos respectivamente a cada polo. Estos cromosomas iguales que se forman durante la meiosis se llaman *cromosomas homólogos*. Son idénticos en forma y tamaño, poseen cromómeros también idénticos a lo largo de su longitud, y sus factores hereditarios o

genes son, así mismo, similares. Una serie de cada tipo de cromosomas; se llama número *haploide*; si es de los dos se llama *diploide*.

En el ser humano el número haploide es 23, y el diploide 46. Los gametos, óvulos y espermatozoos llevan el número haploide, en tanto el óvulo fecundado y todas las células del organismo derivadas del cigoto llevan el número diploide. Un óvulo fecundado recibe exactamente la mitad de los genes de su madre y la otra mitad de su padre. Sólo las dos últimas divisiones celulares productoras de óvulos o espermatozoos maduros son meióticas, todas las demás son mitóticas.

El proceso de la meiosis consiste en dos divisiones celulares, en sucesión, llamadas primera y segunda divisiones meióticas, cada una de ellas incluye profase, metafase, anafase y telofase, aunque hay importantes diferencias entre mitosis y meiosis, especialmente en la profase aparecen como filamentos largos y finos; lo mismo que en la mitosis. Los cromosomas homólogos se agrupan en pares longitudinalmente, se encuentran muy juntos de lado a lado, en toda su longitud y se retuercen uno alrededor de otro. Después de la sinapsis o de agruparse los cromosomas en pares, continúan acortándose y engrosando. Cada uno se duplica visiblemente, constandingo ahora de dos cromátides como en la mitosis. Esta duplicación se ha producido cierto tiempo antes de comenzar la meiosis.

Al terminar la primera profase meiótica los cromosomas se han duplicado y formado sinapsis para dar lugar a un conglomerado de cuatro cromátides homólogos llamado *tétrada*. Cada par de cromosomas forma una tétrada de modo que hay tantas como el número haploide de cromosomas.

En esta fase del proceso; en el hombre hay 23 tétradas, con un total de 92 cromátides. Los centrómeros no se han dividido y hay solamente dos para los cuatro cromátides.

En tanto ocurre lo anterior, se divide el centriolo dirigiéndose cada uno de los restantes a polos opuestos de la célula; se forma un huso entre los centriolos y se disuelve la membrana nuclear. Las tétradas se acomodan alrededor del

ecuador del huso, y se dice que la célula está en metafase. En la anafase de la primera división meiótica los cromátides hijos formados a partir de cada cromosoma; todavía unidos por su centrómero, se separan y desplazan hacia los polos opuestos.

Así los cromosomas homólogos de cada par, pero no los cromátides hijos de cada cromosoma, se separan en la anafase primera.

Este proceso difiere del correspondiente a la anafase mitótica en la cual los centrómeros se dividen y los cromátides hijos pasan a polos opuestos.

En la telofase de la primera división meiótica en el hombre hay 23 cromosomas dobles en cada polo. Los cromosomas no forman filamentos cromatínicos; lo que ocurre es que el centriolo se divide de nuevo, se forma un nuevo huso en cada célula y el número haploide de los cromosomas dobles se dispone en el ecuador del huso.

La telofase de la primera división y la profase de la segunda, suelen ser de duración corta. La alineación de los cromosomas dobles en el ecuador del huso constituye la metafase de la segunda división meiótica. Las metafases de cada una de las divisiones pueden distinguirse porque en la primera los cromosomas se disponen en grupos de cuatro y en la segunda de dos. No hay anterior segmentación o desdoblamiento de cromosomas en la segunda división meiótica; los centrómeros se dividen y los desplazan a polos opuestos. Así pues, en la telofase de la segunda división meiótica en el hombre llegan a cada polo 23 cromosomas, uno de cada tipo. A continuación se divide el citoplasma, los cromosomas se alargan gradualmente y se convierten en filamentos de cromatina, se forma una membrana nuclear.

Las dos divisiones meióticas sucesivas dan lugar a cuatro núcleos cada uno, de los cuales posee uno, y solamente uno de cada tipo de cromosomas; una serie haploide. Los miembros homólogos de los pares de cromosomas se separan en células hijas. Las cuatro células resultantes de las dos divisiones

meióticas son ahora gametos maduros y no experimentan ninguna división más mitótica ni meiótica.

¿Cómo se asegura la constancia en el número de cromosomas en las generaciones de individuos?

24-5 ESPERMATOGÉNESIS.

El testículo está formado por miles de túbulos espermáticos cilíndricos, en cada uno de los cuales se forman millones de espermatozoos.

Las paredes de estos túbulos están tapizadas de células germinales primitivas, todavía sin especialización, llamadas *espermatogonios*. En el embrión y, más adelante durante la infancia, los espermatogonios se dividen por mitosis, lo que permite que estos elementos se multipliquen y den lugar al crecimiento del testículo; llegada la madurez sexual, algunos de los espermatogonios experimentan el proceso de la *espermatogénesis*, modificaciones en serie de las que termine por salir al espermatozoo maduro; el resto sigue dividiéndose por mitosis, lo que da lugar a nuevas células de esta clase que, en el momento oportuno, no podrán derivar a la espermatogénesis. En el hombre la espermatogénesis es constante todo el año una vez alcanzada la madurez sexual.

La espermatogénesis comienza con el paso de los espermatogonios a unas células mayores llamadas *espermaticitos primarios*, éstos se dividen (primera división meiótica) en dos cé-