



CICLO CELULAR

Nuestra vida comienza a partir de una única célula: el cigoto. Durante su desarrollo se divide sucesivamente y así finalmente se forma un ser humano listo para nacer. Luego, una vez nacemos, seguimos creciendo hasta llegar a la edad adulta, y para crecer se necesitan más células. Por lo tanto, nuestras células se siguen dividiendo. Pero la división celular no solamente está implicada en el crecimiento y desarrollo, también es el mecanismo que hace posible la renovación de los tejidos, el cierre de las heridas, etc.

Sabemos que la división celular es un fenómeno que ocurre constantemente en nuestro organismo y que es fundamental, pero ¿cómo se regula? Es lógico pensar que una célula no puede dividirse cuando quiera, pues sabemos que un proceso tan importante debe estar muy bien controlado.

Igual que los seres vivos, las células tienen un ciclo de vida, el **ciclo celular**. Una célula se forma a partir de otra célula que se ha dividido, y más tarde esa nueva célula se puede dividir y dar lugar a dos células hijas. A continuación, veremos las distintas fases que existen en el ciclo celular y las proteínas y factores de transcripción que regulan el paso de una fase a otra.

Fases del ciclo celular

- Fase G1. Durante esta fase la célula crece y sintetiza algunos componentes que va a necesitar más adelante, por ejemplo, más orgánulos.
- Fase S. Tiene lugar la duplicación del material genético de la célula. En la fase anterior la célula tenía dos copias de cada cromosoma (una de la madre y otra del padre), pero cuando pasa por la fase S se duplica todo el ADN, por tanto, pasa a tener cuatro copias de cada cromosoma (dotación 4n).
- Fase G2. Como se acaba de duplicar el ADN, la célula presenta el doble de material genético. Durante esta fase la célula se prepara para la división celular, continúa creciendo y sintetizando orgánulos. Además distribuye su contenido para que se separe equitativamente cuando la célula se divida.

Al conjunto de las fases mencionadas anteriormente se le denomina interfase. Una vez llega a G2, el siguiente paso para la célula es dividirse.

- Fase M. En esta fase tiene lugar la división celular. Para el crecimiento y desarrollo, así como para la renovación de los tejidos las células se dividen por mitosis. Es decir, a partir de una célula madre se obtienen dos células hijas con el mismo contenido genético. Sin embargo, la generación de los gametos ocurre por meiosis. Un precursor de gametos al dividirse da lugar a 4 células con la mitad de contenido genético, y diferentes entre sí.

Después de la fase M las células hijas pueden entrar en fase G1 y seguir preparándose para su división, o pueden entrar en la fase G0, en cuyo caso no se dividen. La fase G0 es como un estado de reposo en cuanto a la división, pero la célula sí que realiza sus funciones en el tejido en el que se encuentra. Una vez en G0, algunas células pueden volver a entrar en el ciclo y seguir dividiéndose, pero otras permanecen en G0 indefinidamente.

LA MITOSIS

La Mitosis es el proceso de formación de dos células idénticas (generalmente) por replicación y división de los cromosomas de la original que da como resultado una "copia" de la misma. Las células eucariotas poseen un mayor número de cromosomas que por otra parte son mucho más grandes que los de los procariotas. La estructura de los **CROMOSOMAS** replicados y condensados tiene varios aspectos de interés. El cinetocoro es el punto donde "anclan" los microtúbulos del huso. Los cromosomas replicados consisten en dos moléculas de ADN (junto con sus proteínas asociadas: las histonas) que se conocen con el nombre de cromátidas. El área donde ambas cromátidas se encuentran en contacto se conoce como centrómero, el cinetocoro se encuentra en la parte externa del centrómero. Se debe hacer hincapié en que los cromosomas son cromatina (ADN más histonas) y señalar la particularidad que en los extremos del cromosoma (que toman el nombre de telómero) se encuentran secuencias repetidas de ADN.

Dependiendo de la posición del centrómero los cromosomas se clasifican en:

- **Telocéntricos**, con el centrómero en un extremo
- **Acrocéntricos**, uno de sus brazos es muy corto
- **Submetacéntricos**, brazos de diferente longitud
- **Metacéntricos**, brazos de igual longitud

FASES DE LA MITOSIS

1. La Profase

La profase es el primer estadio de la mitosis. La cromatina se condensa (recordar que el ADN de la cromatina se replica en la interfase), por lo que en este punto existen dos cromátidas unidas. La membrana nuclear se disuelve, los centriolos (si se encuentran presentes) se dividen y los pares migran a los polos, se forma el huso mitótico. Los centrómeros (o constricciones primarias) se vuelven claramente visibles, debido a que se les han asociados placas proteicas a ambos lados: el cinetocoro. En el citoplasma el retículo endoplasmático y el complejo de Golgi se fragmentan en vesículas, se desorganiza el citoesqueleto por lo que la célula pierde su forma original y se hace esférica.

2. La Metafase

La Metafase sigue a la profase. Los cromosomas (que a este punto consisten en dos cromátidas mantenidas juntas por el centrómero) alcanzan su máxima condensación y migran al ecuador de la célula donde las fibras del huso se "pegan" a las fibras del cinetocoro.

3. La Anafase

La Anafase comienza con la separación de los centrómeros y el arrastre de las cromátidas (los llamamos cromosomas luego de la separación de los centrómeros) a los polos opuestos.

4. La Telofase

En la Telofase los cromosomas llegan a los polos de

sus respectivos husos, la membrana nuclear se reconstituye, los cromosomas se desenrollan y pasan a formar la cromatina y el nucléolo, que desapareció en la profase se vuelve a constituir. Donde antes había una célula ahora existen dos pequeñas con exactamente la misma información genética y número cromosómico. Estas células pueden luego diferenciarse en diferentes formas durante el desarrollo.

CITOCINESIS

La citocinesis es el proceso de separación de las células formadas. En tanto la mitosis es la división del núcleo en la citocinesis ocurre la división y la relocalización de los plastidios, Golgi y citoplasma en cada nueva célula. Se reestablece el citoesqueleto. Difiere en las células animales y vegetales. En las primeras, la membrana comienza a constreñirse alrededor de la circunferencia de la célula, formándose un anillo contráctil de miosina y actina. En las células vegetales una serie de vesículas producidas por los dictiosomas divide al citoplasma en la línea media formando una placa celular que crece en forma centrífuga y se fusiona a la membrana de la célula madre dividiendo la célula en dos.

LA MEIOSIS

La Meiosis es un tipo especial de división celular que origina **gametos** o células germinales masculinas y femeninas (**espermatozoide y óvulos**, respectivamente) cada una de las cuales contienen la **mitad de la dotación cromosómica normal**. A esa media dotación de cromosomas de cada gameto se le conoce como **número haploide (n)**. Por tanto, esta división, también conocida como **gametogénesis**, termina produciendo cuatro células hijas (gametos) que más tarde se fusiona para formar **zigotos**, que ya tienen el número diploide de cromosomas. La reproducción sexual implica la producción de gametos (gameto génesis) y su unión (fecundación). La gametogénesis sólo ocurre en células especializadas (línea germinal) de los órganos reproductores. Los gametos contienen el número haploide (n) de cromosomas, pero se originan de células diploides (2n) de la línea germinal. Es obvio que el número de cromosomas debe reducirse a la mitad durante la gametogénesis. El proceso de reducción se da durante la Meiosis.

Definición:

División Celular en la que se forman células hijas con la mitad del número cromosómico del número original, o sea que de una célula diploide se forman células haploides.

Etapas:

La meiosis es un proceso que implica necesariamente dos divisiones. La primera división meiótica (meiosis I) es una división reductiva que produce 2 células haploides a partir de una sola célula diploide. La segunda división meiótica (meiosis II) es una división ecuacional que separa las cromátidas hermanas de las células haploides.

A. Meiosis I (División Reduccional)

De una célula (2n) se forma 2 células (n)

1. Profase I

Es la fase más compleja de la meiosis. En el hombre la meiosis puede durar 24 días y sólo la PROFASE I

dura 13 a 14 días. Se caracteriza por la formación de células hijas con la mitad del número de cromosomas. Esta fase es la más larga de la meiosis, así como también la más compleja, presenta las siguientes fases:

- **Leptonema (Lepto = delgado, Nema = filamento):** Comienza la condensación de la cromatina que presenta engrosamientos denominados cromómeros generalmente los cromosomas se polarizan adhiriéndose en una región de la envoltura nuclear adoptando la forma de un bouquet (ramillete).
- **Cigonema (Cigo = adjunto, unión):** Los cromosomas homólogos se aparecen en un proceso llamado sinapsis. Entre los cromosomas apareados se forma una estructura fibrosa proteica llamada complejo "sinaptonémico", que permite el apareamiento exacto de los cromosomas homólogos.
- **Paquinema (Paqui = grueso).** Los cromosomas homólogos constituyen tétradas. cada cromosoma se observa como un cuerpo doble (formado por dos cromátidas). Los ribosomas homólogos realizan el Crossing-over (recombinación genética). Es decir, intercambian pequeños segmentos de cromatina (genes). El Crossing-over es importante porque permite la variabilidad de los gametos.
- **Diplonema (diplo = doble).** Los cromosomas apareados empiezan a separarse manteniendo puntos de unión llamado Kiasmas = Cruz. desaparece el complejo sinaptonémico.
- **Diacinesis (día = a través de, cinesis = movimiento).** El número de quiasmas se reduce, los cromosomas se distribuyen uniformemente en el núcleo. Desaparece el núcleo y la envoltura nuclear.

2. Metafase I:

Las parejas de cromosomas homólogos se mueven hacia el centro de la célula y se alinean en la región central de la célula. Se encuentran unidos a las fibras del huso formando la placa ecuatorial.

3. Anafase I:

Los cromosomas homólogos migran hacia los polos celulares. Esta migración se debe al acortamiento de fibras del huso y se denomina disyunción.

4. Telofase I:

Los cromosomas llegan a los polos opuestos, se reorganiza la carioteca y los nucléolos. De esta manera se forman dos núcleos haploides. La división nuclear es acompañada por la división citoplasmática llamada CITOCINESIS I.

Luego de la citocinesis I las células formadas aumentan su volumen celular y duplican sus centriolos. A este periodo se llama "intercinesis", porque es un evento comprendido entre la meiosis I y la meiosis II.

B. Meiosis II (División Ecuacional).

Origina dos células haploides a partir de una célula también haploide formada durante la meiosis I:

1. Profase II:

Es muy corta, desaparecen la envoltura nuclear y los nucléolos, se condensan los cromosomas que constan de dos cromátidas unidas a nivel de sus centrómeros.

2. Metafase II:

Los cromosomas dobles se alinean en la región central de la célula formando la placa ecuatorial.

3. Anafase II:

Las cromátidas de cada cromosoma doble se separan y se desplazan hacia los polos opuestos de

la célula.

4. Telofase II:

Las cromátidas llegan a los polos celulares. Se reconstruye la envoltura nuclear y los núcleos.

GENÉTICA

La Genética es una de las ramas más modernas de las ciencias biológicas, con apenas un siglo de existencia, pero con un desarrollo vertiginoso que la ubica como la ciencia más destacada del siglo XX. Su objeto de estudio es la herencia y la variación, es decir, la forma en que se transmiten las características de una generación a otra y los aspectos que intervienen en este proceso. Debe su nombre al vocablo "gen", proveniente éste de la palabra griega γένος cuyo significado es "raza, generación". La Genética se divide en varias ramas, entre las que se encuentran la Genética Clásica (también denominada mendeliana) que se dedica al estudio general de los genes y la herencia; la Genética Molecular, cuyo campo es el ácido desoxirribonucleico (ADN) y la función de los genes desde el punto de vista molecular; la Genética Cuantitativa, que evalúa el impacto a pequeña escala de los genes sobre el fenotipo; la Genética de Poblaciones, que como su nombre lo indica, se encarga del comportamiento de los genes a nivel de grupos y poblaciones, aspectos claves en el proceso evolutivo de los organismos; así como la Ingeniería Genética, dedicada a la manipulación de los genes mediante la aplicación de la tecnología.

MENDEL Y EL NACIMIENTO DE LA GENÉTICA CLÁSICA

En el año 1865, un monje austríaco, Gregorio Mendel, publica el artículo "Experimentos en la hibridación de plantas", donde desarrolla los principios fundamentales de la genética y expone los resultados de sus estudios con guisantes. Mendel demostró que las características hereditarias están contenidas en unidades que se heredan por separado en cada generación (él las denominaría factores o elementos, hoy conocidos como genes) lo que constituye la Primera Ley de Mendel o Principio de Segregación. Sin embargo, estos trascendentales descubrimientos permanecieron en el olvido durante 4 décadas, hasta que fueron retomados en 1900 por los botánicos Hugo de Vries, Carl Correns y Eric Von Tschermak; tres años después Walter Sutton descubre la implicación de los cromosomas en la herencia y en 1906 el biólogo británico William Bateson propone el término "**Genética**" para denominar a la nueva ciencia que nacía. Al final de esa década Thomas Hunt Morgan demuestra que los genes residen en los cromosomas y más adelante, en 1923, se descubre la disposición lineal de los mismos gracias a los mapas genéticos. La década del 30 del siglo pasado comienza con la identificación del entrecruzamiento como la causa de la recombinación génica y en 1941 Edward Lawrie Tatum y George Wells Beadle demuestran que los genes codifican las proteínas.

LA ERA DEL ADN

No fue hasta el año 1944 que se logra aislar el ADN como material genético por los científicos Oswald Theodore Avery, Colin McLeod y Maclyn McCarty, los que lo denominaron entonces "principio transformante". Posteriormente, en 1952 el

experimento de Hershey y Chase demuestra que la información genética de los fagos (y de todos los organismos) reside en el ADN. Un año después, James D. Watson y Francis Crick (4) sorprenden al mundo con uno de los descubrimientos más trascendentales en el plano científico: la estructura en doble hélice del ADN. Más tarde, en 1958, el experimento Meselson-Stahl demuestra que el ADN se replica de modo semiconservador, y en 1961, se descubre su ordenamiento en tripletes denominadas codones. En esta época, Gross, Jacob y Monod explican el funcionamiento del ARN mensajero (5), lo que permitió formular el "dogma central de la Biología", que no es más que el mecanismo que permite la biosíntesis de proteínas a partir del ADN. Finalmente, en 1970 se descubren las enzimas de transcripción, lo que permitió a los científicos manipular el ADN.

LA ERA DE LA GENÓMICA

En 1972 Walter Fiers y su equipo del Laboratorio de biología molecular de la Universidad de Ghent en Bélgica (6-7) determinaron por primera vez la secuencia de un gen: el que codifica la proteína del pelo del bacteriófago MS2 y años después la secuencia completa del ARN de este virus. La primera secuenciación del ADN fue realizada por Fred Sanger, Walter Gilbert, y Allan Maxam en 1977 (8). Un descubrimiento significativo que permitió amplificar el ADN fue el de la reacción en cadena de la polimerasa, realizado por Kary Banks Mullis en 1983. Los procesos de secuenciación genómica continuaron durante los años 80 y 90. En 1989 Francis Collins y Lap-Chee Tsui secuencian por primera vez un gen humano, el que codifica la proteína CFTR; en 1995 se secuencian el genoma completo de un organismo vivo (*Haemophilus influenzae*); en 1996 se realiza la secuenciación del genoma de un eucariota (la levadura *Saccharomyces cerevisiae*); en 1998 la de un multicelular (el gusano *Caenorhabditis elegans*); y culmina con la primera secuenciación completa del genoma humano con un 99.99% de fidelidad realizada por el Proyecto Genoma Humano en el año 2003. Por otra parte, es en este período que se dan los primeros pasos en la clonación, hasta lograrse la del primer organismo superior, la oveja Dolly, en 1996, a partir de la cual se inician las investigaciones con Células Madres

CONCEPTOS BÁSICOS

FACTOR MENDELIANO: El concepto de factor mendeliano fue introducido en 1860 por Mendel, actualmente denominado gen, éste se puede definir como una unidad física y funcional que ocupa una posición específica en el genoma.

GEN: Es una región de DNA que codifica para RNA.

GENOTIPO: factores hereditarios internos de un organismo, sus genes y por extensión su genoma.

FENOTIPO: las cualidades físicas observables en un organismo, incluyendo su morfología, fisiología y conducta a todos los niveles de descripción.

ALELO: Es cada una de las variantes de un locus. Cada alelo aporta diferentes variaciones al carácter que afecta.

En organismos diploides (2n) los alelos de un mismo locus se ubican físicamente en los pares de cromosomas homólogos.

LOCUS: Ubicación del gen en un cromosoma. Para un locus puede haber varios alelos posibles. (Plural: LOCI)

CARIOTIPO: Composición fotográfica de los pares de cromosomas de una célula, ordenados según un patrón estándar. En un cariotipo encontramos el conjunto de características que permiten reconocer **la dotación cromosómica de una célula.**

LINEA PURA: Es la descendencia de uno o más individuos de constitución genética idéntica, obteniéndose por autofecundación o cruces endogámicos. Son individuos homocigotos para todos sus caracteres.

AUTOFECUNDACIÓN: Proceso de reproducción sexual donde los gametos masculinos de un individuo se fecundan con los óvulos del mismo individuo. Es indispensable que sean especies monoicas (característico de las plantas y algunos animales inferiores).

DOMINANCIA: Predominio de la acción en un factor de herencia (gen) sobre la de su alternativo (llamado recesivo), enmascarando u ocultando sus efectos. El carácter hereditario dominante es el que se manifiesta en el fenotipo (conjunto de las propiedades manifiestas en un individuo).

Según la terminología mendeliana se expresa como $A > a$ (el alelo A domina sobre el alelo a, el carácter que determina, es por tanto el que observaremos en el fenotipo).

RECESIVIDAD: Característica del alelo recesivo de un gen que no se manifiesta cuando está presente el alelo dominante. Para que este alelo se observe en el fenotipo, el organismo debe poseer dos copias del mismo alelo, es decir, debe ser homocigoto para ese gen (según la terminología mendeliana, se expresaría como "aa").

MEIOSIS: La meiosis es el proceso de división celular que permite a una célula diploide generar células haploides en eucariotas. En este proceso se produce una replicación del DNA (en la fase S) y dos segregaciones cromosómicas, de manera que de una célula inicial diploide se obtienen cuatro células haploides.

HOMOCIGOTO: Individuo puro para uno o más caracteres, es decir, que en ambos loci posee el mismo alelo (representado como aa en el caso de ser recesivo o AA si es dominante).

HETEROCIGOTO: Individuo que, para un gen, tiene un alelo distinto en cada cromosoma homólogo. Su representación mendeliana es "Aa".

HÍBRIDO: Es el resultado del cruzamiento o apareamiento de dos individuos puros homocigotos (uno de ellos recesivo y el otro dominante) para uno o varios caracteres.

GAMETO: Célula sexual que procede de una estirpe celular llamada línea germinal, en los seres superiores tienen un número de cromosomas haploide (n) debido a un tipo de división celular llamado meiosis que permite reducir el número de cromosomas a la mitad.

El gameto femenino se denomina óvulo; el gameto masculino recibe el nombre de espermatozoide.

CIGOTO O HUEVO: Célula resultante de la unión de dos gametos haploides (es, por tanto, diploide, 2n). Generalmente, experimenta una serie de divisiones celulares hasta que se constituye en un organismo completo. Su citoplasma y sus orgánulos son siempre de origen materno al proceder del óvulo.

HAPLOIDE: Que posee un solo juego de cromosomas (n), característico de los gametos eucariotas y los gametofitos de las plantas.

DIPLOIDE: Que tiene doble juego de cromosomas (2n). Características de las células somáticas.

AUTOSOMA: Todo cromosoma que no sea sexual.

GENÉTICA MENDELIANA Y SUS LEYES

Mendel trabajó cultivando distintas variedades de guisante de jardín (*Pisum sativum*) en el jardín del monasterio agustino de Brünn. El hecho de que Mendel utilizara el guisante como material experimental fue el resultado de largas observaciones, en efecto, la elección de esta especie presentaba ciertas ventajas frente a otras: existían numerosas variedades, se podían autofecundar, podía controlarse su fecundación cruzada, requería tiempos de cultivo cortos en los que se obtenían muchos descendientes y presentaba caracteres hereditarios muy diferenciados.

Entre las diferentes variedades, Mendel escogió para sus experimentos siete "caracteres unitarios" distintos para seguir su herencia, caracteres que iban desde el tamaño del tallo hasta la forma de la semilla y para los que obtuvo siete líneas puras. Aunque ya con anterioridad otros experimentadores y cultivadores de plantas y animales habían remarcado la herencia de ciertos caracteres, la singularidad de Mendel consistió en que siguió el rastro de cada carácter por separado, en que contó los distintos aspectos de cada carácter para todos los individuos de cada generación y en que analizó sus resultados numéricos en forma de proporciones que expresaban las leyes de la herencia.

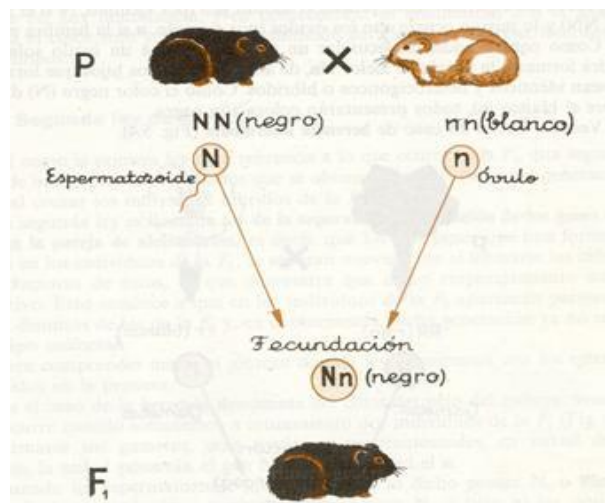
Principios y Leyes de Mendel

Mendel hizo público sus trabajos el 8 de febrero y 8 de marzo de 1865, en dos reuniones de la Sociedad de Historia Natural de Brünn. De acuerdo con datos muy recientes, también experimentó con ratones; sin embargo, sus trabajos no fueron publicados por cierto pudor religioso.

1. Primera Ley de Mendel:

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.*

En la actualidad esta ley expresa así: **"El cruce de dos razas puras da una descendencia híbrida uniforme tanto fenotípica como genotípicamente."**



1. Segunda Ley de Mendel

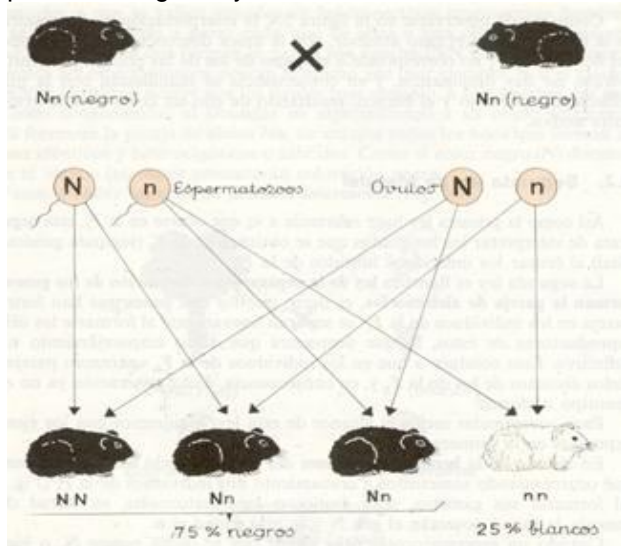
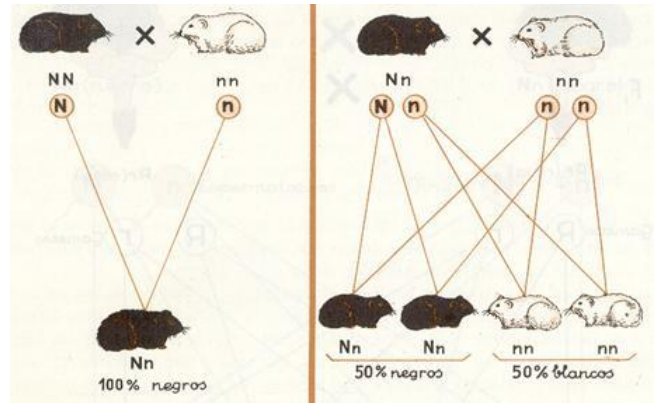
La segunda ley es llamada **ley de la separación o**

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 F_1 , se separan nuevamente al formarse las células reproductoras de éstos, lo que demuestra que dicho emparejamiento no es definitivo. Esto conduce a que en los individuos de la F_2 aparezcan parejas de alelos distintos de los de la F_1 , en consecuencia, dicha generación ya no es de genotipo uniforme.

Así, puede formularse esta ley actualmente: **“Al cruzar entre sí los híbridos obtenidos en la primera generación, los caracteres antagónicos que poseen se separan y se reparten entre los distintos gametos, apareciendo así varios fenotipos en la descendencia”**

Para comprender mejor el alcance de esta ley, seguiremos con los ejemplos expuestos en la primera.

En el caso de la **herencia dominante** del color del pelo del cobaya, veamos qué ocurre cuando sometemos a cruzamiento dos individuos de la F_1 . Al formarse sus gametos, sean óvulos o espermatozoides, en virtud de la meiosis, la mitad poseerán el gen **N** y la otra mitad el **n**.



Cruzamiento prueba y retrocruzamiento.

Recibe el nombre de **retrocruzamiento** el cruzamiento entre un individuo y uno de sus parentales. Cuando el parental utilizado es el homocigótico recesivo, se denomina **cruzamiento prueba**, ya que con este método se puede averiguar si un individuo es homocigótico dominante o heterocigótico. (Muchos autores no distinguen entre retrocruzamiento y cruzamiento prueba)

Si todos los descendientes del cruzamiento prueba son del fenotipo dominante; el individuo problema debe ser, necesariamente, homocigótico.

Por el contrario, si la mitad de la descendencia presenta el fenotipo dominante y la otra mitad es recesivo, el individuo problema es heterocigótico.

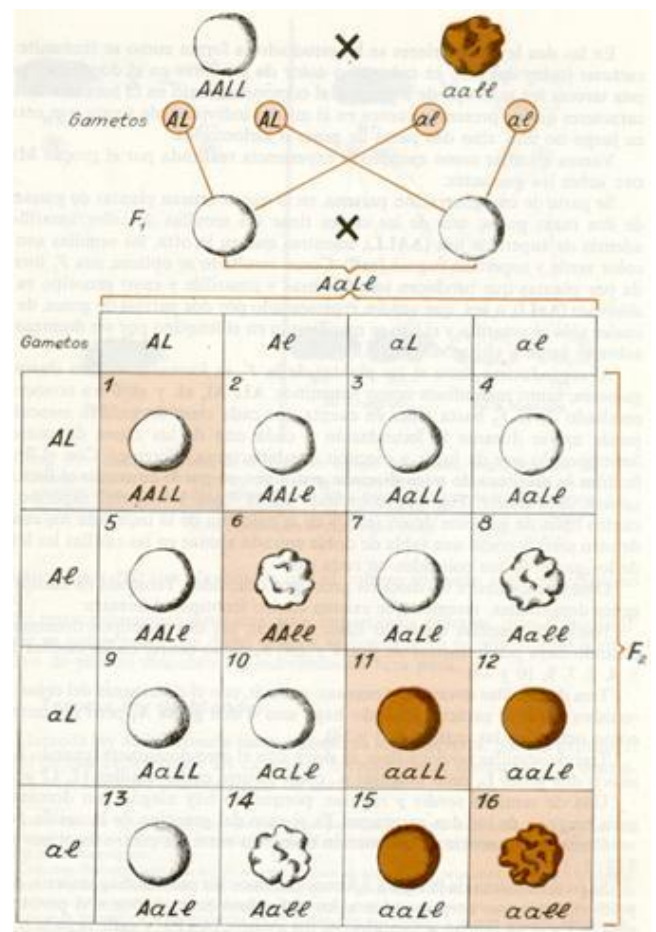
2. Tercera Ley de Mendel:

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.

Hoy se enuncia esta ley así: **“Los distintos caracteres no antagónicos se heredan independientemente unos de otros, combinándose al azar en la descendencia”**

En las dos leyes anteriores se ha estudiado la forma como se transmite un carácter (color del pelo en cobayas o color de las flores en el dondiego); pero esta tercera ley se ocupa de averiguar el comportamiento en la herencia de dos caracteres que se presentan juntos en el mismo individuo, de suerte que entran en juego no uno, sino dos pares de genes o alelomorfos (**dihibridismo**).

Vamos a tomar como ejemplo la experiencia realizada por el propio Mendel sobre los guisantes:



PREGUNTAS PROPUESTAS

1. El ciclo celular se divide en:
 - a) 4 fases: G1, S, G2 y mitosis.
 - b) 2 fases: metafase e interfase.
 - c) 3 fases: G, G1 y G2.
 - d) 4 fases: S, G1, G2 y G0.
 - e) 4 fases: profase, metafase, anafase y telofase
2. Las células que no se dividen nuevamente (como las nerviosas o del músculo esquelético) pasan toda su vida en este período:
 - a) Período G1
 - b) Período G2
 - c) Período S
 - d) Período G0
 - e) Telofase
3. Durante la interfase, la célula se prepara para la duplicación de su material genético en la etapa conocida como
 - a) G0
 - b) G1
 - c) G2
 - d) S
 - e) S1
4. Respecto al ciclo celular, coloque dentro de los paréntesis V (verdad) o F (falso) según convenga y marque la respuesta correcta.
 - En G2 las células tienen el doble de DNA que en G1 ()
 - La replicación del DNA se realiza en la mitosis ()
 - En G2 las células tienen la mitad de DNA que en G0 ()
 - La síntesis de DNA se realiza en G2 ()
 - a) VFFF
 - b) VVFF
 - c) FVFF
 - d) VFVF
 - e) FVVF
5. En la fase "S" de la se duplica
 - a) Interfase – el número de cromosomas.
 - b) División – el número de células.
 - c) Interfase – la cantidad de ADN.
 - d) Cariocinesis – los núcleos.
 - e) Interfase – el número de cromatinas.
6. Identifica en qué fase del ciclo celular se observa el mayor grado de condensación del ADN y en qué fase ocurre la duplicación del material genético respectivamente.
 - a) Fase S y fase M
 - b) Fase G2 y fase G1
 - c) Fase G0 y fase S
 - d) Fase M y fase S
 - e) Fase M y fase G2
7. Una célula humana al término de la mitosis posee
 - a) 23 cromosomas dobles.
 - b) 46 cromosomas simples.
 - c) 92 cromosomas dobles.
 - d) 92 cromosomas simples.
 - e) 23 cromosomas simples.
8. Sobre la mitosis son correctas, excepto:
 - a) Una célula madre da origen a dos células.
 - b) Se da en las células somáticas fundamentalmente.
 - c) Se mantienen el número de cromosomas constante.
 - d) Por cada ciclo celular una división.
 - e) Duplica el número de cromosomas en las células hijas.
9. No corresponde a las fases de la Mitosis:
 - a) Profase: condensación de la cromatina
 - b) Metafase: alineamiento de cromosomas
 - c) Anafase: separación de cromátides
 - d) Telofase: formación de nuevos núcleos
 - e) Citocinesis: división equitativa del DNA
10. La _____ es la etapa de la mitosis en la que la cromatina se condensa y forma los cromosomas, mientras que en la _____ los cromosomas ubicados en cada polo de la célula comienzan a descondensarse y se forma una nueva membrana nuclear alrededor de estos.
 - a) anafase - profase
 - b) profase – telofase
 - c) telofase - anafase
 - d) metafase – telofase
 - e) profase – citocinesis
11. La Profase de la Mitosis se caracteriza por, excepto:
 - a) La cromatina se condensa
 - b) Desaparece la envoltura nuclear
 - c) Los centriolos migran a los polos
 - d) Se forma el huso acromático
 - e) Las cromátides se separan
12. Espacio de tiempo entre la fase S y la mitosis (la célula tiene 4n). Es la segunda fase de crecimiento, hay un ligero aumento de tamaño.
 - a) G1
 - b) G0
 - c) G2
 - d) S
 - e) M
13. La formación de la placa celular de los vegetales en la telofase se debe a la actividad de:
 - a) Ribosomas
 - b) Golgisoma
 - c) Retículo endoplasmático
 - d) Carioteca
 - e) Nucleolo
14. En la telofase de la mitosis, la membrana nuclear se reconstituye a partir de las membranas de:
 - a) Envoltura citoplasmática
 - b) A. de Golgi
 - c) Retículo Endoplasmático
 - d) Ribosomas
 - e) Mitocondrias
15. El huso acromático se forma durante la división celular mediante acciones de:
 - a) Los cromosomas
 - b) Los genes
 - c) Los centriolos
 - d) Los nucleolos
 - e) Los centrosomas
16. En las células vegetales, las estructuras que tiene una función similar a los centriolos y ásteres, se llaman:
 - a) Diplosomas
 - b) Centrosomas
 - c) Casquetes polares

- d) Huso acromático
e) Nucléolo
17. La diferencia entre la mitosis y meiosis es que esta última es:
a) Tiene como resultado dos células haploides
b) Tiene como resultado dos células diploides con ADN recombinado
c) No existe diferencia ya que ambas tienen como producto células diploides
d) Tiene como resultado cuatro células haploides con ADN recombinado
e) Tiene como resultado cuatro células diploides
18. "Proceso de división celular en donde una célula diploide genera 4 células haploides", esta definición corresponde a:
a) Ciclo celular
b) Meiosis
c) Mitosis
d) División celular
e) Citodieresis
19. Son características de la meiosis, excepto:
a) La meiosis I es reduccional
b) Los cromosomas entran en sinapsis y forman quiasmas
c) Da lugar a 4 productos celulares
d) El número de cromosomas en la división se reduce.
e) Se presenta sólo en células somáticas.
20. Fase de la Meiosis, en la cual los cromosomas homólogos se alinean en el plano ecuatorial de la célula:
a) Profase I
b) Metafase I
c) Anafase I
d) Telofase II
e) Metafase II
21. Período de la Meiosis donde se produce la alineación y apareamiento de cromosomas homólogos:
a) Leptonema
b) Cigonema
c) Paquinema
d) Diplonema
e) Diacinesis
22. Es una característica del proceso de Meiosis:
a) Reducción del material genético
b) Tiene lugar en las células somáticas
c) Posee solo una división
d) Forma 2 células hijas idénticas
e) Genera células diploides
23. En la Meiosis se separan:
a) Cromosomas hermanos y cromátidas.
b) Cromosomas homólogos y cromátidas.
c) Únicamente cromosomas.
d) 4 Únicamente cromátidas.
e) Bivalentes.
24. La formación del complejo sinaptonémico (sinapsis de cromosomas) homólogos se produce a nivel de:
a) Paquinema- profase I
b) Cigonema- profase II
c) Diacinesis- meiosis I
d) Diploteno-metafase I
- e) Cigonema-profase I
25. La recombinación del material genético o crossing-over ocurre durante elde la profase I de la primera división meiótica
a) Leptonema
b) Cigoteno
c) Paquinema
d) Diploteno
e) Diacinesis
26. En la Meiosis, los quiasmas son característicos de:
a) Leptonema
b) Cigonema
c) Paquinema
d) Diplonema
e) Diacinesis
27. Es falso de las etapas de la Profase I de la Meiosis:
a) Leptonema: cromosomas filamentosos
b) Cigonema: sinapsis de homólogos
c) Paquinema: recombinación génica
d) Diplonema: es característico los quiasmas
e) Diacinesis: alineamiento de homólogos
28. Un quiasma es:
a) El lugar donde se ha producido un sobrecruzamiento.
b) La expresión citológica del sobrecruzamiento.
c) La terminalización del sobrecruzamiento.
d) Un bivalente orientado hacia los lados de la placa ecuatorial.
e) La expresión citológica de la sinapsis
29. Fase de reposo que sucede en la gametogénesis de tipo ovogénesis tras la profase I (entre el diplonema y la diacinesis) de la meiosis I, y retarda la entrada a la metafase I.
a) Intercinesis
b) Paquinema
c) Dictioteno
d) Quiescencia
e) Cigoteno
30. Las proposiciones son correctas, excepto:
a) Al final de la meiosis los cromosomas se reducen.
b) El óvulo antes de ser fecundado tiene "2n" de DNA
c) La unión del óvulo con el espermatozoide restablece el número diploide.
d) Los espermatozoides son células flageladas
e) El cigote tiene número diploide de cromosomas.
31. La separación de cromátidas hermanas durante la meiosis ocurre en:
a) Profase I
b) Telofase I
c) Telofase II
d) Anafase I
e) Anafase II
32. Un ser diploide se caracteriza por:
a) Un carácter: 1 gen
b) Un carácter: dos genes
c) Un carácter: tres genes
d) Un carácter: múltiples genes
e) Un carácter: cuatro genes
33. Cromosomas que tienen los mismos loci:
a) Heterocromosomas

- b) Cromátidas hermanas
 c) Cromosomas homólogos
 d) Cromosomas sexuales
 e) Cromosomas somáticos
34. Teoría que propone que los genes se encuentran en lugares específicos:
 a) Celular.
 b) Herencia.
 c) Mendeliana.
 d) Cromosómica.
 e) Mutagénica
35. Lugar específico del cromosoma donde está localizado un gen u otra secuencia de DNA.
 a) Loci
 b) Banda
 c) Telómero
 d) Centrómero
 e) Cariotipo
36. Se refiere a la información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN.:
 a) El Cariotipo
 b) El Fenotipo
 c) El Genotipo
 d) El Homotipo
 e) El Heterotipo
37. Individuo que para un carácter presenta el siguiente genotipo AA, se trata de un:
 a) Homocigoto recesivo
 b) Heterocigoto recesivo
 c) Homocigoto dominante
 d) Heterocigoto dominante
 e) Homocigoto intermedio
38. Fenotipo que se expresa únicamente en estado homocigoto.
 a) Recesivo
 b) Intermedio
 c) Dominante
 d) Codominante
 e) Dominancia incompleta
39. Es falso de las leyes de Mendel:
 a) 1^{ra}: Uniformidad de caracteres
 b) 2^{da}: Segregación de caracteres
 c) 3^{ra}: Independencia de caracteres
 d) 1^{ra}: Cruce de razas puras
 e) 2^{da}: Cruce de raza pura con raza híbrida
40. Son cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen y que se puede manifestar en modificaciones concretas de la función de éste:
 a) Alosoma
 b) Aberración cromosómica
 c) Alelos
 d) Autosomas
 e) Genes recesivos
41. Apareamiento donde el genotipo del progenitor masculino en una cruce, se usa como progenitor femenino en otra.
 a) Cruza especial
 b) Cruza de prueba
 c) Cruza recíproca
 d) Cruza diploide
 e) Cruza haploide
42. Este principio indica que cada par de caracteres heredables se separa durante la formación de los gametos de manera tal que cada gameto recibe solo uno de ellos
 a) Son las tres leyes de Mendel
 b) Principio de Distribución independiente
 c) Principio de la conservación de la materia
 d) Principio de Segregación independiente
 e) Principio de Uniformidad
43. Si una mujer lleva en uno de sus cromosomas X un alelo letal recesivo y en el otro cromosoma X el alelo normal dominante. ¿Qué tanto por ciento de su descendencia, tanto hijos como hijas, sobrevivirá si se casa con un hombre no afectado por ese alelo?
 a) 25%
 b) 50%
 c) 0%
 d) 100 %
 e) Ninguna respuesta es correcta.
44. Un hombre grupo A (homocigoto) se casa con una mujer grupo O. Luego su hija se casa con un hombre O, sus nietos de la familia serán:
 a) 100% OO
 b) 50% OO y 50% AO
 c) 75% AO y 25% OO
 d) 100% AO
 e) 50% OO y 50% AA
45. Si en el genotipo de una generación, el 75% de los hijos presentan rasgos dominantes; el genotipo de los padres es:
 a) AA y aa
 b) Aa y Aa
 c) AA y Aa
 d) aa y aa
 e) AA y AA
46. Qué resultado se obtendría del cruce de dos individuos de genotipos Aa x aa?
 a) 50% AA y 50% aa
 b) 50 % Aa y 50 % aa
 c) 25% AA, 50% Aa y 25% aa
 d) 100% Aa
 e) 75 % Aa y 25 % aa
47. El albinismo se caracteriza por la falta de pigmentación de la piel debida a la presencia en homocigosis de un alelo recesivo para este carácter. Se cruzan dos individuos no albinos, cuyas madres eran albinas y cuyos padres eran no albinos homocigóticos. Cuál es la probabilidad de que un hijo de ambos sea albino?
 a) 75%
 b) 100%
 c) 25%
 d) 50%
 e) 0 %
48. El daltonismo es una alteración en la capacidad para diferenciar el verde y el rojo que se debe a la presencia de un alelo recesivo en el cromosoma X. Un hombre daltónico, espera un hijo con una mujer sana pero portadora. Desearían saber qué probabilidad existe de que el hijo varón que esperan (cuyo sexo conocen por una ecografía) padezca daltonismo:
 a) 25 %
 b) 50 %
 c) 100 %
 d) 75%

- e) 0 %
49. Ley de Mendel en el cual, el cruce de dos razas puras da una descendencia híbrida uniforme tanto fenotípica como genotípicamente:
- Ley de la Disyunción
 - Ley de la Segregación
 - Ley de la Uniformidad
 - Ley de la Independencia
 - Ley de la Dominancia
50. El color azul de los ojos en la especie humana se debe a un gen recesivo (a) respecto de su alelo (A) para el color pardo. Los padres de un varón de ojos azules tienen ambos los ojos pardos. ¿Cuáles son los genotipos de los padres para este carácter?
- AA / aa
 - Aa / Aa
 - AA / Aa
 - aa / aa
 - AA / AA
51. Una pareja tiene dos hijos, uno de ellos pertenece al grupo sanguíneo AB, mientras que el otro pertenece al grupo sanguíneo O. Indique qué grupo sanguíneo tienen los padres:
- Ambos son del grupo AB
 - O y A
 - A y B heterocigotos
 - O y B
 - O y AB
52. En una pareja de esposos, la madre de la mujer es portadora de hemofilia y la madre del varón es hemofílica y sus padres son sanos. Si la mujer no presenta la enfermedad, ¿Cuál es la probabilidad de tener descendencia con hemofilia?:
- 25%
 - 50%
 - 75%
 - 100%
 - 0%
53. En la herencia mendeliana la proporción 9:3:3:1 se da en:
- Cruzamiento monohíbrido heterocigótico.
 - Cruzamiento dihíbrido homocigótico.
 - Cruzamiento monohíbrido homocigótico.
 - Cruzamiento dihíbrido heterocigótico
 - Cruzamiento trihíbrido heterocigótico
54. ¿Qué grupos sanguíneos pueden aparecer en los hijos de un padre de grupo O y una madre AB?
- Sólo AB y O
 - Únicamente A y B
 - Todos los grupos
 - Solamente A, B y AB
 - Sólo AB
55. En la tecnología del ADN recombinante, la enzima de restricción tiene por función:
- Sintetizar el ADN
 - Degradar el ADN nuclear
 - Sintetizar proteínas
 - Realizar transcripción
 - Cortar el ADN en secuencias palindrómicas
56. Es una técnica en la que se emplean uno o más genes para tratar, prevenir o curar una enfermedad o trastorno médico.:
- Rehabilitación física
 - Terapia genética
 - Acupuntura
 - Hidroterapia
 - Sueroterapia
57. La utilización de organismos genéticamente modificados para degradar los residuos sólidos se denomina:
- Transgenia
 - Biorremediación
 - Clonación
 - PCR
 - Hibridación
58. Un transgénico, es:
- Un organismo cuyos genes mutan constantemente
 - Un organismo que se origina como consecuencia de una Translocación
 - Un organismo que lleva genes de otra especie
 - Un organismo que se ha obtenido por clonación
 - Un ser vivo con reproducción para sexual
59. La primera clonación en el mundo animal fue realizada en 1952, a partir del óvulo de _____, por científicos de la Universidad de Pennsylvania:
- un ratón
 - una vaca
 - un ternero
 - una rana
 - una oveja
60. La primera clonación de mamíferos a partir de células diferenciadas se realizó con:
- Ratones
 - Ovejas
 - Cabras
 - Cerdos
 - Humanos
61. La ... consiste en el uso de bacterias para la solubilización de minerales:
- Clonación
 - Lixiviación
 - Transformación
 - Transgenia
 - Transducción
62. Los gametos humanos masculinos, los espermios, poseen una carga genética de:
- 23 pares de cromátidas
 - 46 cromosomas
 - 23 cromosomas
 - 23 cromosomas sexuales
 - 46 pares de cromosomas
63. Células haploides del testículo, procedentes de espermatocitos secundarios, que sufrirá el proceso de espermiogénesis para transformarse en espermatozoide:
- Espermatogonias
 - Espermatozoides
 - Espermatocitos secundarios
 - Espermátidas
 - Espermatocitos primarios
64. La última etapa de la espermatogénesis es el paso de espermátidas a espermatozoides; y consiste en un proceso de diferenciación y maduración celular, conocida como:
- Espermatocitosis
 - Espermatogonia

- c) Espermiogénesis
d) Espermatoцитos primarios
e) Meiosis
65. Parte del espermatozoide que contiene enzimas proteolíticas, cuya función es deshacer la zona pelúcida del óvulo para poder penetrar en su interior:
a) Cuerpo
b) Zona intermedia
c) Flagelo
d) Acrosoma
e) Zona distal
66. Enzima que permite que el espermatozoide se abra paso entre las células de la corona radiante:
a) Acrosima
b) Hialuronidasa
c) ATPasa
d) Catalasa
e) Peroxidasa
67. Al ocurrir la ovulación el ovocito II inicia la segunda división meiótica, pero sólo progresa hasta:
a) Profase II
b) Metafase II
c) Anafase II
d) Telofase II
e) Citocinesis
68. Al final de la primera semana después de la fecundación ya se puede hablar de embarazo porque:
a) El blastocisto se ha implantado en el endometrio uterino
b) El espermatozoide ya ha fecundado al ovocito
c) El cigoto se ha dividido varias veces por mitosis
d) Recién se ha fusionado los pronúcleos masculino y femenino
e) Se manifiestan los primeros síntomas del embarazo
69. La implantación anormal, que se produce fuera del cuerpo uterino, se denomina:
a) Cervicitis
b) Endometriosis
c) Ovario poliquístico
d) Embarazo ectópico
e) Embarazo de riesgo
70. Indique cual es la frecuencia correcta en el desarrollo embrionario humano:
a) Mórula – cigoto – blástula – gástrula
b) Cigoto – blastocele – mórula – gástrula
c) Cigoto – mórula – blástula – gástrula
d) Blástula – gástrula – mórula – embrión
e) Mórula – cigoto – gástrula – feto
71. La reunión de los pronúcleos, dando origen ha llamado huevo o cigoto, se denomina:
a) Reacción cortical
b) Fecundación
c) Anfimixis
d) Reacción acrosómica
e) Capacitación espermática
72. Después de la fecundación, el cigoto sufre divisiones celulares, proceso denominado:
a) Reacción de zona
b) Segmentación
c) Anfimixis
- d) Fecundación
e) Capacitación
73. Capa celular interna derivado trofoblasto. Esencial para la formación de la placenta:
a) Embrioblasto
b) Citotrofoblasto
c) Sincitiotrofoblasto
d) Blastocele
e) Epiblasto
74. Es responsable de la producción de hormonas entre ellas la gonadotrofina coriónica humana (hCG):
a) Embrioblasto
b) Citotrofoblasto
c) Sincitiotrofoblasto
d) Blastocele
e) Epiblasto
75. Capas de células cilíndricas del blastocisto que dará origen al ectodermo embrionario:
a) Citotrofoblasto
b) Blastocele
c) Epiblasto
d) Hipoblasto
e) Mesodermo embrionario
76. Capas de células cúbicas del blastocisto que dará origen al endodermo embrionario:
a) Citotrofoblasto
b) Blastocele
c) Epiblasto
d) Hipoblasto
e) Mesodermo embrionario
77. La cavidad que aparece al noveno día, a nivel del hipoblasto, se denomina:
a) Saco vitelino
b) Cavidad amniótica
c) Blastocele
d) Trofoblasto
e) Mesodermo extraembrionario
78. Se caracteriza por la formación de las capas germinales (epiblasto e hipoblasto), a partir de las cuales se van a diferenciar las tres hojas fundamentales precursoras de los diferentes tejidos del embrión: ectodermo, mesodermo y endodermo.:
a) Feto
b) Embrión
c) Blástula
d) Blastocele
e) Gástrula

V.F.CH. Q.
CEPU 2023-I