

TEMA 9: GENÉTICA MENDELIANA

CONTENIDOS

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE HERENCIA BIOLÓGICA.
 - 1.1. Genotipo y fenotipo
2. LAS LEYES DE MENDEL.
 - 2.1. Primera ley de Mendel.
 - 2.2. Segunda ley de Mendel.
 - 2.3. Cruzamiento prueba y retrocruzamiento.
 - 2.4. Tercera ley de Mendel
3. EJEMPLOS DE HERENCIA MENDELIANA EN ANIMALES y PLANTAS.
 - 3.1. Mendelismo complejo.
 - 3.1.1. Codominancia y herencia intermedia.
 - 3.1.2. Genes letales.
 - 3.1.3. Alelismo múltiple.
4. TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA.
 - 4.1. Los genes y los cromosomas.
 - 4.2. La meiosis y su relación con las leyes de Mendel.
5. DETERMINISMO DEL SEXO.
 - 5.1. Transmisión del sexo en animales.
 - 5.1.1. Determinación cromosómica.
 - 5.2. Transmisión del sexo en plantas.
6. HERENCIA LIGADA AL SEXO.
 - 6.1. Ligamiento con el cromosoma X.
 - 6.2. Ligamiento con el cromosoma Y.
7. HERENCIA INFLUIDA POR EL SEXO
8. PROBLEMAS DE GENÉTICA.

OBJETIVOS

1. Utilizar el vocabulario básico: gen, alelo, locus, homocigótico, heterocigótico, herencia dominante, recesiva e intermedia (dominancia parcial o incompleta) y codominancia).
2. Conocer algunos mecanismos de la herencia a través del estudio de las clásicas leyes de Mendel, a través de cruzamientos monohíbridos y dihíbridos con genes autosómicos y ligados al sexo, mediante la realización de problemas sencillos.
3. Reconocer el proceso que siguen los cromosomas en la meiosis como fundamento citológico de la distribución de los factores hereditarios en los postulados de Mendel.

1.- CONCEPTOS BÁSICOS DE HERENCIA BIOLÓGICA.

Los mecanismos hereditarios precisan del conocimiento de los siguientes conceptos:

Carácter hereditario. Característica morfológica, estructural o fisiológica presente en un ser vivo y transmisible a la descendencia.

Gen. Unidad estructural y funcional de transmisión genética. Por tanto los genes son los factores que controlan la herencia de los caracteres. En la actualidad, se sabe que un gen es un fragmento de ADN que lleva codificada la información para la síntesis de una determinada proteína, la cual origina un determinado carácter hereditario. **Locus.** (en plural **loci**). Lugar determinado que ocupa un gen en un cromosoma concreto.

Genoma es la totalidad de la información genética que posee un organismo o una especie en particular. En los seres eucarióticos comprende el ADN contenido en el núcleo, organizado en cromosomas, y el genoma mitocondrial.

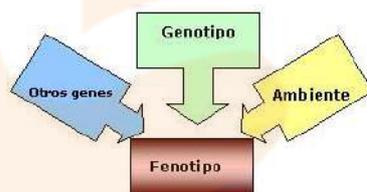
Genotipo. Conjunto de factores hereditarios, es decir, de genes que posee un individuo. (su genoma específico)

Fenotipo. Características que muestra un individuo, es decir, expresión externa del genotipo.

Es el resultado de la interacción de un genotipo con un determinado ambiente.

Se denomina ambiente al medio donde se encuentra un genotipo, incluidos el citoplasma celular, otros genes y las características del medio externo (nutrientes, hormonas, etcétera).

Por ejemplo, el genotipo de una persona joven es el mismo que tendrá cuando sea vieja, sin embargo, su aspecto (fenotipo) habrá variado mucho.



Alelos. Distintas formas que puede- presentar un determinado gen.

Homocigoto o Raza pura. Individuo que posee dos alelos idénticos para el mismo carácter. (AA o aa). Al cruzarse entre sí, siempre dan descendientes que presentan ese mismo carácter.

Heterocigoto o Híbrido. Individuo que tiene dos alelos distintos para el mismo carácter. (Aa). Al cruzarse entre sí, pueden dar descendientes con algún carácter no presente en los parentales.

Alelo dominante. Gen cuya presencia impide que se manifieste la acción de otro alelo distinto para el mismo carácter. Se escribe con una letra en mayúscula (A) por tanto un individuo para un carácter determinado puede ser AA ó Aa. Su transmisión origina la **Herencia dominante**.

Alelo recesivo. Gen que sólo manifiesta su acción en ausencia de un alelo dominante, es decir, únicamente aparece en el fenotipo si se encuentra en homocigosis. Se escribe con minúscula (a) por tanto un individuo para un carácter determinado es aa. Su transmisión origina la **Herencia recesiva**.

Genes o alelos codominantes. Alelos para el mismo carácter que poseen idéntica capacidad para expresarse, cuando se encuentran juntos en el mismo individuo, en este se manifiesta la acción de ambos por: separado (**Codominancia**) o juntos (**Herencia intermedia**). Se representa con letras mayúsculas A y B o minúsculas a y b.

Generación Parental (P). Es la constituida por los individuos que se reproducen (se cruzan) inicialmente.

Generaciones Filiales. Las constituyen los descendientes de la generación parental. Los hijos pertenecen a la primera generación filial (F₁), y los nietos, a la segunda (F₂).

2.- LAS LEYES DE MENDEL. Los descubrimientos de Mendel pueden resumirse en tres leyes, aunque fue otro investigador, Cari E. Correns (1864-1933), quien las estructuró. Estas leyes constituyen los fundamentos básicos de los mecanismos de transmisión genética. Son las siguientes:

2.1. Primera ley de Mendel: Llamada Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial (F₁)

Al cruzar dos individuos distintos, ambos homocigóticos (razas puras) para un carácter, todos los descendientes de la primera generación filial son idénticos entre sí, con el mismo genotipo y fenotipo. Su fenotipo es igual al de uno de los padres o intermedio entre ambos parentales, dependiendo de que exista un alelo dominante (herencia dominante) o no (herencia intermedia o codominancia).

A la luz de los conocimientos citológicos actuales, la explicación de esta ley resulta fácil. Cualquier individuo diploide tiene parejas de cromosomas en sus células somáticas, por lo que existirán dos alelos para cada carácter, uno en cada miembro de una determinada pareja cromosómica. Cuando se forman los gametos, cada uno de ellos recibe la mitad de cromosomas y, por tanto, un alelo del carácter en cuestión. Tras la fecundación se genera un cigoto que reúne los cromosomas de ambos gametos y, de esta forma, el individuo que se origina tendrá un alelo de cada progenitor. En el caso del cruzamiento entre dos individuos homocigóticos, cada uno de ellos produce un único tipo de gameto y, evidentemente, solo existirá un tipo de descendiente. Podemos resumir lo dicho de la siguiente manera:

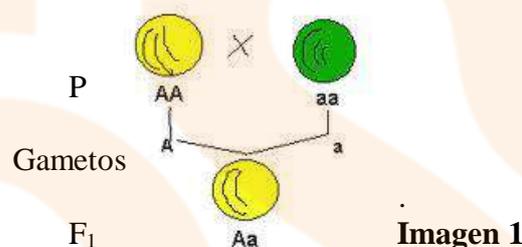


Imagen 1

Proporción genotípica: 100% de Aa
 Proporción fenotípica: 100% carácter dominante

2.2. Segunda ley de Mendel. Llamada Ley de la segregación de los caracteres antagónicos en la segunda generación filial (F₂)

Cuando se cruzan entre sí los individuos de la primera generación filial (o bien se autofecunda uno de ellos), se obtiene una descendencia no uniforme, debido a la separación (segregación) de los alelos implicados en el carácter estudiado, al formarse los gametos.

Efectivamente, como los individuos de la F₁ son heterocigóticos dan lugar a dos tipos de gametos distintos. Como consecuencia, al producirse la fecundación, se obtiene más de un genotipo. Reaparecen así el genotipo y el fenotipo del individuo de la generación P que había desaparecido en la F₁.

De forma esquemática quedaría como sigue:

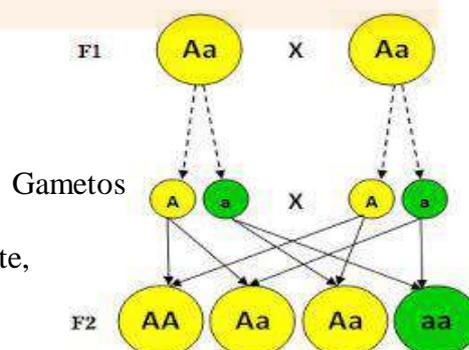


Imagen 2

Proporción genotípica: 25% de AA,
 50% de Aa, 25% de aa. Es decir **1:2:1**

Proporción fenotípica: 75% con carácter dominante,
 25% con carácter recesivo. Es decir **3:1**

la F_1 genera cuatro tipos de gametos diferentes: AB, Ab, aB, ab. Para obtener los genotipos de la F_2 de una forma cómoda, se hace un cuadro de doble entrada (denominado **de Punnett**) con estos gametos.

El resultado es el siguiente:

En la **imagen 3** se reflejan los diferentes individuos obtenidos. Como se puede observar, aparecen individuos con nuevas combinaciones: Aabb o aaBB, por ejemplo. Puede comprobarse que, si los alelos representados con mayúscula son dominantes, la segregación fenotípica es **9:3:3:1**, correspondiendo 9 al mismo fenotipo que el abuelo doble homocigótico dominante y 1 al abuelo doble homocigótico recesivo. Existen, además, 6 con nuevas combinaciones.

F_1		X			
		AaBb		AaBb	
		AB	Ab	aB	ab
AB		AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab		AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB		AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab		AaBb	Aabb	aaBb	aabb
F_2					
		9/16 AB	3/16 Ab	3/16 aB	1/16 ab

imagen 3

3. EJEMPLOS DE HERENCIA MENDELIANA EN ANIMALES Y PLANTAS.

En ANIMALES:

Cobayos: pelo negro domina sobre pelo blanco. Pelo rizado domina sobre pelo liso.

Moscas: cuerpo de color negro domina sobre blanco.

Gallinas: plumaje negro domina sobre blanco.

Perros: pelo rizado domina sobre liso.

Hombre: Pelo moreno domina sobre pelo rubio.

Ojos de color marrón domina sobre ojos de color azul.

Pelo rizado domina sobre pelo liso.

Lóbulo de la oreja separado de la cara domina sobre lóbulo de la oreja unido a la cara. Pigmentación de la piel de color morena domina sobre su ausencia (albinismo).

Labios gruesos domina sobre labios delgados.

Presencia de pecas domina sobre ausencia de pecas.

Lengua enrollable domina sobre no enrollar la lengua.

Ventanas de la nariz anchas domina sobre ventanas de la nariz estrechas, ect ...

Grupo sanguíneo Rh+ domina sobre grupo sanguíneo Rh-

En PLANTAS:

Guisante:

. Semillas y flores: Dominante: semilla lisa, semilla amarilla, flor roja.

Recesivo: semilla rugosa, semilla verde, flor blanca.

. Vainas: Dominante: vaina verde, vaina lisa.

Recesivo: vaina amarilla, vaina lobulada.

. Tallos: Dominante: tallo con flores axiales, tallo largo.

Recesivo: tallo con flores terminales, tallo corto.

Ejemplo: gen A (dominante) determina que el color de la semilla sea amarillo y el gen a (recesivo) determina que el color de la semilla sea verde.

Al cruzar dos Parentales P razas puras AA y aa todos los individuos de la F₁ son Aa iguales e híbridos con semilla de color amarillo. (1ª Ley de Mendel). (Ver imagen 1).

Al cruzar dos individuos de la F₁ (Aa) semilla de color amarillo para obtener la F₂ se obtiene una descendencia no uniforme, debido a la separación (segregación) de los alelos implicados en el carácter estudiado, al formarse los gametos.

Efectivamente, como los individuos de la F₁ son heterocigóticos dan lugar a dos tipos de gametos distintos A y a. Como consecuencia, al producirse la fecundación, se obtiene más de un genotipo (AA, Aa (duplicado) y aa). Reaparecen así el genotipo y el fenotipo del individuo de la generación P que había desaparecido en la F₁. (2ª ley de Mendel). (Ver imagen 2) En uno de sus experimentos, Mendel utilizó como parentales una planta con 2 caracteres (semillas amarillas y lisas es decir AABB), y otra planta de semillas verdes y rugosas (aabb). Según lo esperado, en la F₁ se obtuvieron todas las plantas de genotipo AaBb es decir con fenotipo (semillas amarillas y lisas). Al cruzar dos F₁ (AaBb x AaBb) en la F₂ se obtuvieron 9 plantas con semillas amarillas y lisas, 1 con semillas verdes y rugosas, 3 con semillas amarillas y rugosas, y 3 con semillas verdes y lisas (3ª ley de Mendel.) (Ver imagen 3).

Resultados similares se obtuvieron con otras parejas de caracteres, como el color de las flores y la posición que ocupa en el tallo, la forma y el color de las vainas o el color de las flores y el color de las semillas.

Sin embargo, esta tercera ley tiene excepciones, ya que en numerosos casos los caracteres no se transmiten independientemente unos de otros.

Además, si estudiáramos la transmisión de tres o más caracteres simultáneamente, aumentarían mucho los fenotipos y genotipos obtenidos. Mendel no planteó estos casos, y, aún hoy, resulta complicado llevar a cabo su estudio sin la ayuda de sistemas informáticos.

Las tres leyes de Mendel son, en definitiva, un instrumento muy importante para el estudio de la transmisión de las características biológicas de una generación a la siguiente y permiten prever los resultados de un determinado cruzamiento. Constituyen, pues, la base fundamental para abordar otros estudios genéticos más complejos.

3.1. El Mendelismo complejo

Existen algunos casos en los que las leyes de Mendel parecen no cumplirse.

En realidad, esto no es así, sino que las relaciones entre genes o el propio efecto génico alteran aparentemente los resultados.

Entre estos casos podemos citar los siguientes:

3.1.1. Codominancia y herencia intermedia.

En los caracteres estudiados por Mendel, siempre existía dominancia de un alelo sobre el otro; pero, como sabemos, esto no siempre es así y, cuando el gen a tiene la misma fuerza (expresividad) que el gen b se les llama **Genes codominantes**.

Cuando los heterocigóticos ab presentan distinto fenotipo que el homocigótico aa o el homocigótico bb, a la **herencia se le llama intermedia**, y el fenotipo del heterocigótico es intermedio entre el de los dos homocigóticos.

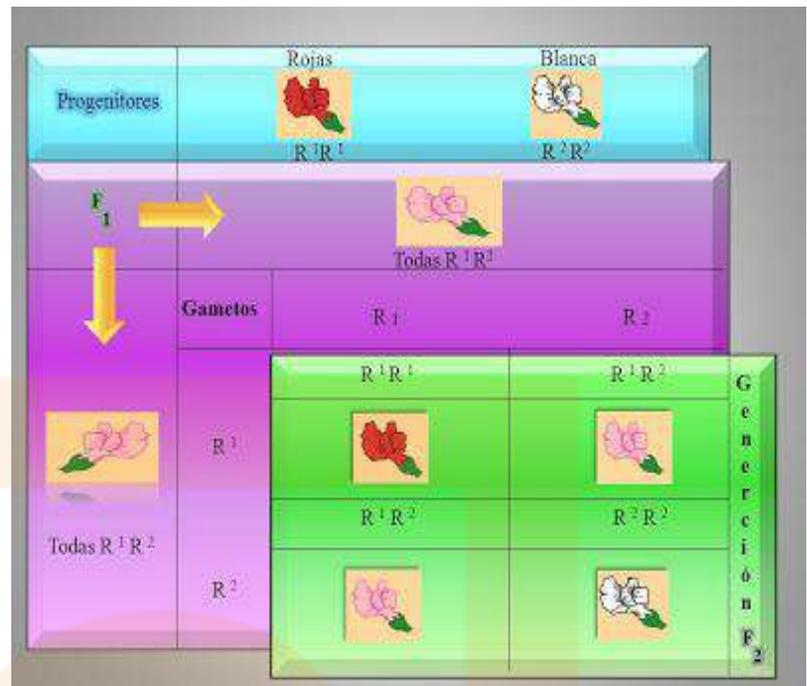
Cuando los heterocigóticos ab presentan un fenotipo con ambas características que los parentales se le llama **Codominancia**.

Ejemplo: herencia intermedia:

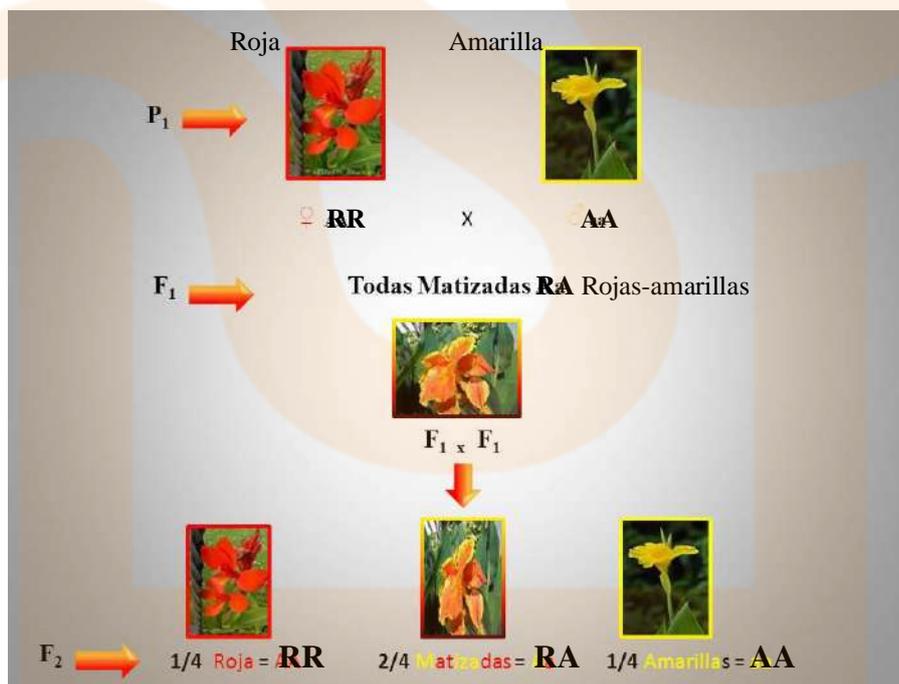
Planta Dondiego de noche: Existen plantas con el color de las flores rojas, debido gen R^1 y plantas con el color de las flores blancas debido también a un gen R^2 , al cruzar dos razas puras de flores rojas $R^1 R^1$ con flores blancas $R^2 R^2$, en la F_1 se obtuvieron todas de flores de color rosa ($R^1 R^2$)

Al cruzar dos F_1 ($R^1 R^2$) se obtuvieron en la F_2 : $R^1 R^1$, $R^1 R^2$ en proporción doble y $R^2 R^2$ como proporción genotípica

Proporción fenotípica: 1:2:1 (1 roja, 2 rosas y 1 blanca).



Ejemplo de Codominancia: En la flor Achira



3.1.2. Genes letales.

Un gen letal es aquel que dificulta el desarrollo normal de un individuo, provocando su muerte antes de que alcance la madurez sexual. Lógicamente, los individuos que mueren no son incluidos en la descendencia y, por tanto, las frecuencias de esta se verán alteradas.

3.1.3 Alelismo múltiple.

En algunos casos, no hay solo dos alternativas para un mismo carácter, sino que se encuentran varios alelos que constituyen una serie alélica. Estos múltiples alelos siguen las leyes mendelianas, pero al existir más de dos alternativas, los fenotipos que aparecen son más variados.

Hay que comprender que, aunque en la población existan más de dos alelos distintos para el mismo carácter, cada individuo no puede tener más que dos de ellos (uno en cada cromosoma de la pareja de homólogos).

Podemos encontrar muchos casos de alelismo múltiple (color de ojos en *Drosophila melanogaster*, proteínas plasmáticas humanas, etc.).

Uno de los más conocidos es el sistema de grupos sanguíneos ABO en el ser humano.

La sangre humana puede ser clasificada en cuatro grupos distintos (A, B, AB y O) atendiendo a ciertas glucoproteínas de la membrana de los glóbulos rojos que se comportan como antígenos (aglutinógenos). La pertenencia a uno u otro grupo es una característica genética en la que intervienen tres alelos diferentes, Si llamamos a estos alelos I^A , I^B e i , podemos establecer la siguiente relación de dominancia entre ellos:

I^A : presencia del antígeno A con anticuerpos anti-B

I^B : presencia del antígeno B con anticuerpos anti-A

i : ausencia de los antígenos A y B con anticuerpos anti-A y anti-B

$I^A = I^B > i$

Es decir, $I^A = I^B$ son alelos codominantes y ambos dominan al i .

	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Sangre roja célula				
Anticuerpos	Anti-B	Anti-A	Ningunos	Anti-A y Anti-B
Antígenos	A antígeno	B antígeno	A y B antígeno	No antígeno

De esta forma podemos elaborar el siguiente cuadro:

Grupo sanguíneo (fenotipo)	A	B	AB	O
Genotipos posibles	$I^A I^A$ $I^A i$	$I^B I^B$ $I^B i$	$I^A I^B$	ii

4. TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA.

4.1. Genes y Cromosomas.

En la época que Mendel realizó sus experimentos, se desconocía lo que eran los genes, así como su localización en los cromosomas y el papel de la meiosis y de los gametos en la transmisión hereditaria. Ni Mendel ni los redescubridores de sus leyes pudieron encontrar un mecanismo citológico preciso que explicara correctamente los resultados obtenidos.

A finales del siglo XIX, Weismann, sugirió que, en la formación de los gametos, el número de unidades hereditarias se reduce a la mitad y se restaura en la fecundación.

Sutton y Boveri en 1902, propusieron que la separación de los cromosomas durante la meiosis era la base para explicar las leyes de Mendel.

En 1905, Morgan elaboró la denominada **Teoría cromosómica de la herencia**, que consta de los siguientes puntos:

*Los factores que determinan los caracteres hereditarios {genes} se localizan en los cromosomas.

*Cada gen ocupa un lugar determinado en un cromosoma concreto. Este lugar se denomina **locus** (en plural **loci**).

*Los loci para los distintos genes se encuentran situados linealmente a lo largo de los cromosomas.

*Los alelos se encuentran en los loci de los cromosomas homólogos; por esta razón existe un par para cada carácter.

La teoría cromosómica de la herencia aportó una explicación citológica a los resultados de los experimentos de Mendel.

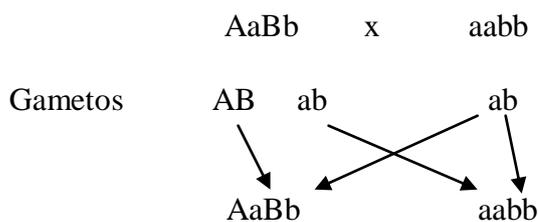
4.2. La meiosis y su relación con las leyes de Mendel.

Según la tercera ley de Mendel, los diferentes caracteres hereditarios se transmiten de forma independiente unos de otros.

En realidad, Mendel tuvo suerte al elegir caracteres en los que esto se cumple siempre, aunque también es posible que realizara otros experimentos en los que no fuera así.

En 1908 se descubrió una excepción clara a la tercera ley. El color de las flores y la forma del grano de polen del guisante de olor (*Lathyrus odoratus*) se transmitían de tal modo que las segregaciones fenotípicas de la F2 eran notablemente diferentes a las esperadas. Unas veces aparecían con mayor frecuencia las combinaciones de genes que poseían los parentales y otras sucedía lo contrario. Se pensó que había una atracción o una repulsión, respectivamente, entre los dos caracteres.

Fue Morgan quien, en 1910, encontró una explicación basada en su teoría cromosómica de la herencia. Al realizar el cruzamiento de moscas de cuerpo gris y alas normales (AABB) con moscas de cuerpo negro y alas vestigiales o rudimentarias (aabb) obtuvo moscas que presentaban el cuerpo gris y las alas normales (AaBb), como era de esperar, ya que el cuerpo gris y las alas normales son dominantes sobre el cuerpo negro y las alas vestigiales. Sin embargo, al cruzar un macho de estas con hembras de cuerpo negro y alas vestigiales (aabb), solo aparecían los fenotipos parentales (cuerpo gris con alas normales y cuerpo negro con alas vestigiales) y ninguna de cuerpo gris con alas vestigiales o de cuerpo negro con alas normales, como ocurriría si hubiera independencia de los caracteres. De ello dedujo que los loci de los dos alelos A y B se encontraban en el mismo cromosoma, al igual que los loci a y b.



De esta forma, en la gametogénesis solo se producen gametos AB y ab, y al no existir los Ab o aB, no aparecen tampoco individuos AAbb o aaBB.

Cuando dos genes se transmiten juntos por estar localizados en el mismo cromosoma, se dice que están o son **ligados**. En el caso descrito, los dos alelos dominantes (AB) se encontraban en el mismo cromosoma, y los recesivos (ab), en el cromosoma homólogo. Se dice entonces que se encuentran en **fase de acoplamiento** y se representa con la notación AB/ab.

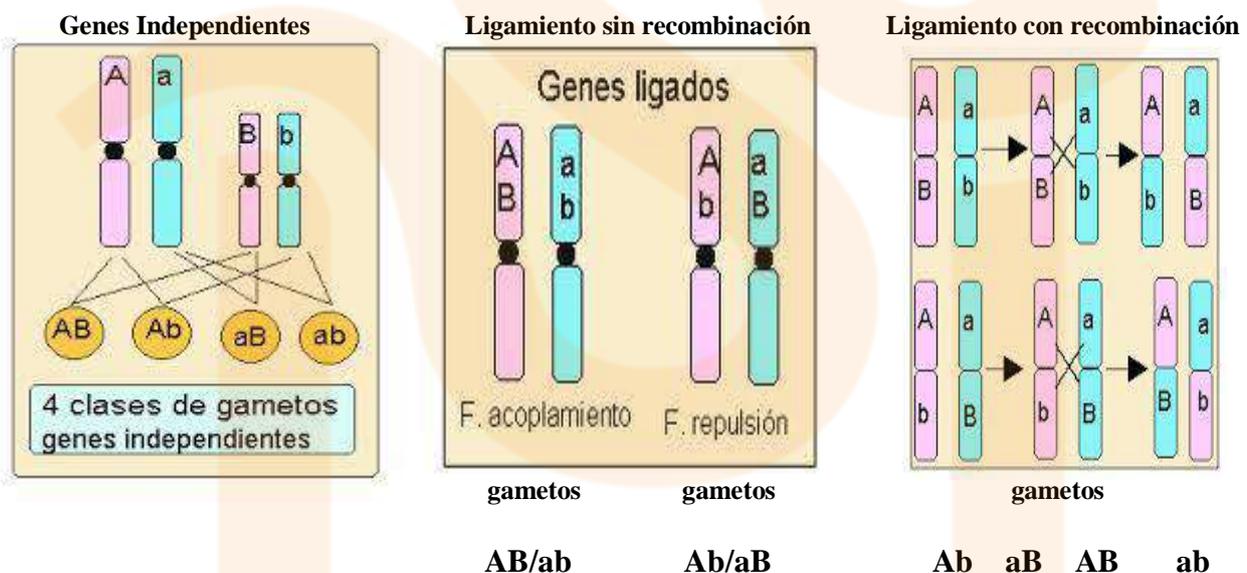
Puede darse el caso contrario, es decir, que el alelo dominante de una pareja alélica y el recesivo de la otra se encuentren en el mismo cromosoma. Se dice entonces que están en **fase de repulsión** y se representa como Ab/aB.

Todos los genes localizados en el mismo cromosoma son genes ligados entre sí. Existirán tantos grupos de genes ligados como parejas de cromosomas.

De la anterior podemos deducir que los genes ligados se transmiten juntos a la descendencia, sin que se produzca su separación en la gametogénesis.

Esto no siempre es cierto. Durante la profase I meiótica, los cromosomas homólogos se emparejan formando los bivalentes. En ellos se produce un intercambio de fragmentos de cromátidas homólogas, proceso denominado **sobrecruzamiento o crossing-over**. De esta forma, genes que se encuentran en el mismo cromosoma pueden pasar al cromosoma homólogo, consiguiéndose, por tanto, su separación, proceso conocido como recombinación génica. Se obtienen, así, gametos recombinados, y aparecerán los individuos que se esperaban según la tercera ley de Mendel, aunque en diferentes proporciones.

Los quiasmas observables al microscopio que aparecen en los bivalentes meióticos constituyen la expresión visible de la recombinación, pues representan los puntos de intercambio entre cromátidas. En el siguiente esquema se representan las tres posibilidades existentes en la formación de gametos por un individuo diheterocigótico.



La 3ª Ley de Mendel no se cumple cuando: los genes están ligados en el mismo cromosoma o están ligados al sexo.

5. DETERMINISMO DEL SEXO.

La capacidad de producir gametos masculinos o femeninos es lo que indica el sexo de un individuo. Desde los comienzos de la genética, se pensó que el sexo podría ser un carácter determinado genéticamente, pero se desconocían los mecanismos implicados. En la actualidad, se ha descubierto cómo se lleva a cabo la transmisión del sexo tanto en animales como en vegetales.

5.1. Transmisión del sexo en animales En los primeros años del siglo XX, se descubrió que en determinadas especies de insectos existían algunos cromosomas diferentes en machos y en hembras. A partir de ese momento, se fueron dilucidando los diferentes mecanismos que actúan en la determinación del sexo.

5.1.1 Determinación cromosómica

El macho y la hembra tienen algunos cromosomas distintos (**heterosomas** o **cromosomas sexuales**) que llevan información para la determinación del sexo. El resto de los cromosomas, comunes para ambos sexos, se denominan **autosomas**. Existen varios sistemas distintos de determinación cromosómica en los animales, El sistema que se da en equinodermos, moluscos, dípteros, peces, anfibios anuros y mamíferos (incluido el ser humano) es:

. **Sistema XX/XY.** El sexo femenino presenta dos cromosomas iguales a los que se denominan X, y el masculino posee uno solo de estos cromosomas, además de otro cromosoma distinto, llamado Y. Las hembras, que tienen dos cromosomas X, constituyen el **sexo homogamético**, pues todos sus gametos formados (óvulos) llevan un cromosoma X. Los machos, que poseen los cromosomas XY, constituyen el **sexo heterogamético**, ya que se forman dos tipos de gametos (espermatozoides), unos con cromosoma X y otros con cromosoma Y. Son estos los que marcarán el sexo de la descendencia, ya que si el óvulo (que siempre lleva cromosoma X) es fecundado por un espermatozoide poseedor de cromosoma X, originará una hembra XX, mientras que si es fecundado por un espermatozoide que lleve el cromosoma Y, dará lugar a un macho XY.

5.2. Transmisión del sexo en plantas

Normalmente, tanto en las plantas hermafroditas como en las monoicas no hay determinación genética del sexo, ya que existen en la misma planta las estructuras reproductoras masculina y femenina.

En las plantas unisexuales o dioicas, la determinación del sexo suele ser génica, aunque se ha encontrado en briofitas y en algunas angiospermas una determinación por cromosomas sexuales (tanto por el sistema XX/XY como por el XX/XO).

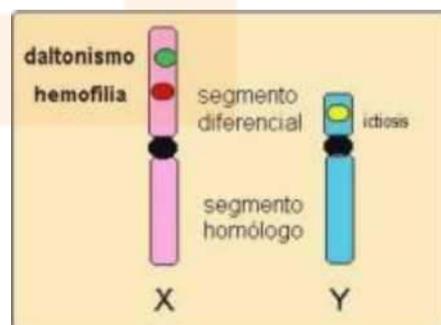
6. HERENCIA LIGADA AL SEXO.

Según la teoría cromosómica de la herencia, los genes se localizan linealmente a lo largo de los cromosomas. Además, como acabamos de ver, numerosas especies presentan unos cromosomas sexuales que difieren en el macho y en la hembra.

De esta forma, los genes situados en estos cromosomas se encontrarán en dosis diferentes en ambos sexos.

Los caracteres cuyos alelos tienen sus loci en los cromosomas sexuales están **ligados al sexo**.

Los demás caracteres cuyos alelos se sitúan en cromosomas no sexuales se denominan **autosómicos**. Hay que indicar que, aunque el cromosoma X y el cromosoma Y son distintos, ambos poseen una parte homóloga que permite su apareamiento en la profase I meiótica. Se dice entonces que los caracteres cuyos alelos se sitúan en la parte homóloga, denominada **segmento apareante**, están parcialmente ligados al sexo, mientras que los localizados en la parte no homóloga, conocida como **segmento diferencial**, están totalmente ligados al sexo (ver figura).



6.1. Ligamiento con el cromosoma X

En las especies con determinismo XX/XY, las hembras tendrán doble dosis de los genes cuyos loci se encuentran en el segmento diferencial del cromosoma X. Los machos, en cambio, solo poseerán una dosis de estos genes, pues presentan un único cromosoma X.

Así, una hembra podrá ser homocigótica o heterocigótica para estos caracteres, mientras que en un macho no tiene sentido emplear estos términos, ya que solo existe un alelo. Se dice entonces que estos son **hemicigóticos** para esos genes (no confundir con homocigótico).

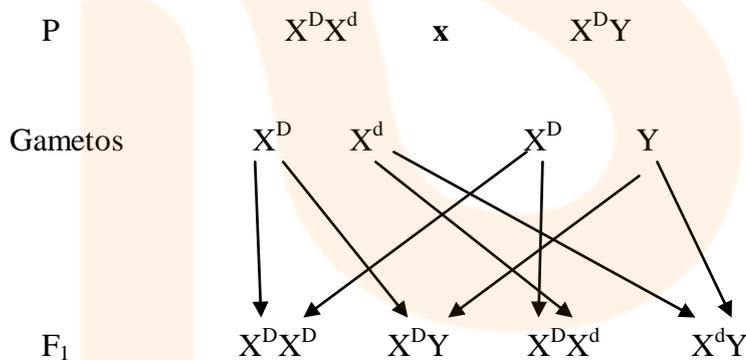
Como ejemplos tenemos enfermedades como el Daltonismo y la Hemofilia en el ser humano.

.Daltonismo. es un defecto genético que ocasiona dificultad para distinguir los colores. El grado de afectación es muy variable y oscila entre la falta de capacidad para discernir cualquier color (**acromatopsia**) y un ligero grado de dificultad para distinguir algunos matices de **rojo y verde**.

El defecto genético es hereditario y se transmite generalmente por un alelo recesivo (d) ligado al cromosoma X.

Mujer genotipos posibles:	$X^D X^D$	$X^D X^d$	$X^d X^d$
Fenotipos:	visión normal	visión normal Portadora	daltónica
Hombre genotipos posibles:	$X^D Y$	$X^d Y$	
Fenotipos:	Visión normal	daltónico	

Ejemplo: cruce entre mujer visión normal portadora y hombre de visión normal

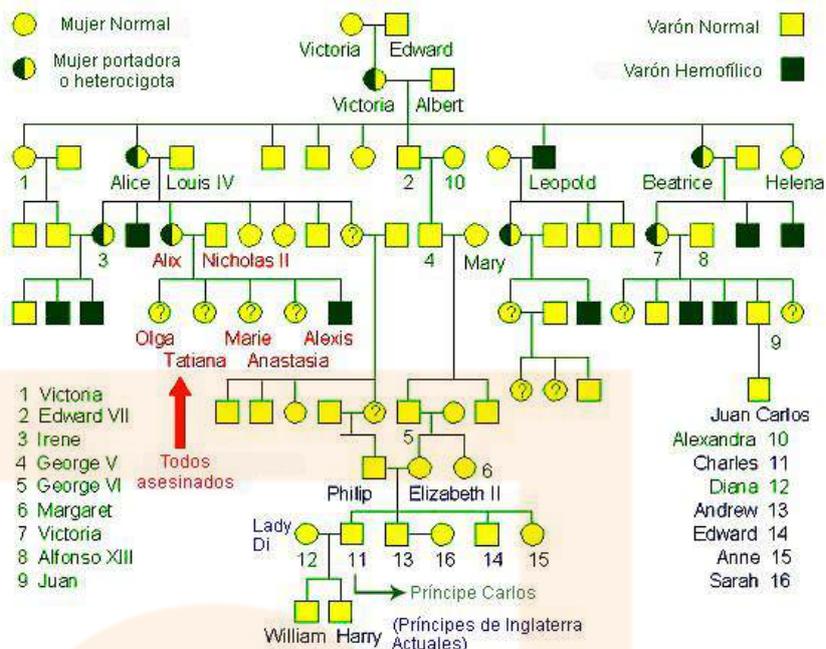


.Hemofilia. Es una enfermedad en la que existe una deficiencia de algunos factores que intervienen en la coagulación de la sangre; por lo tanto, la rotura de un vaso sanguíneo produce graves hemorragias. Su mecanismo de transmisión es idéntico al Daltonismo. Aunque en la población no existe ninguna mujer hemofílica, ya que parece ser que el gen (h) que la produce en estado homocigótico es letal y produce la muerte del embrión.

Mujer: genotipos	$X^H X^H$,	$X^H X^h$,	$X^h X^h$
Fenotipos :	normal	normal portadora	hemofílica. Muerte
Hombre: genotipos:	$X^H Y$	$X^h Y$	
Fenotipos:	normal	hemofílico	

La hemofilia ha sido muy estudiada y se han construido Árboles genealógicos muy completos, al estar presente en las casas reales europeas.

Ej: La reina Victoria de Inglaterra era portadora y, a partir de ella, la enfermedad se transmitió a diversos miembros de su familia.
(Imagen adjunta)



6.2. Ligamiento con el cromosoma Y

Los genes situados en el cromosoma Y solo los poseerá el macho, pero no la hembra, que no tiene dicho cromosoma. Así, el carácter determinado por estos genes únicamente se manifestará en los machos. Sin embargo, este cromosoma es muy pequeño y posee, en su mayor parte, genes relacionados directamente con la función reproductora masculina. A pesar de todo, existen algunos ejemplos de caracteres no reproductores ligados al cromosoma Y que nunca heredan las hembras, como, por ejemplo, la ictiosis (formación de una piel gruesa y con escamas) o la hipertrichosis auricular (aparición de pelos largos y abundantes en las orejas) en el ser humano.

Los genes ligados al sexo no cumplen las proporciones Mendelianas en los cruzamientos.

7. HERENCIA INFLUIDA POR EL SEXO

En ocasiones, un carácter autosómico presenta diferente dominancia dependiendo del sexo del individuo. Un ejemplo muy conocido es el de la calvicie. Las mujeres heterocigóticas no son calvas, pues en ellas el alelo para la calvicie es recesivo. Sin embargo, los varones heterocigóticos son calvos, ya que este alelo es dominante en ellos. En estos casos, la diferencia en la dominancia parece ser debida a las hormonas sexuales, que son distintas en ambos sexos.

8. PROBLEMAS DE GENÉTICA

1. Si una planta homocigótica de tallo alto se cruza con una homocigótica de tallo enano, sabiendo que el tallo alto es dominante sobre el tallo enano, ¿cómo serán los genotipos y fenotipos de la F_1 y de la F_2 ?

2. El color azul de los ojos en el hombre se debe a un gen recesivo respecto a su alelomorfo para el color pardo. Los padres de un niño de ojos azules tienen ambos los ojos pardos. ¿Cómo son sus genotipos ?

3. Existen variedades de lino con flores blancas y variedades con flores violetas. La F_1 de un cruzamiento entre plantas de las dos variedades fue de color violeta claro, y la F_2 dio: 1 violeta, 2 violeta claro y 1 blanca. Explíquese el tipo de herencia y realícese el cruzamiento.

4. Al cruzar dos moscas negras se obtiene una descendencia formada por 216 moscas negras y 72 blancas; Razónese el cruzamiento y cuál será el genotipo de las moscas que se cruzan y de la descendencia obtenida.
5. Cruzando dos plantas con flores rosas entre sí, se obtiene una descendencia compuesta por 49 plantas con flores rojas, 98 con flores rosas y 49 con flores blancas. Explicar por qué y realizar un esquema del cruzamiento.
6. Sabiendo que en las gallinas el plumaje negro domina sobre el blanco. ¿Cómo se podrá averiguar que una gallina negra es homocigótica o heterocigótica para el carácter negro?
7. El pelo rizado en los perros domina sobre el pelo liso. Una pareja de pelo rizado, tuvo un cachorro de pelo también rizado y del que se quiere saber si es heterocigótico. ¿Con qué tipo de hembras tendrá que cruzarse? Razónese dicho cruzamiento.
8. Se cruzaron plantas de pimiento picante con plantas de pimiento dulce. La F_1 , fue de frutos picantes y en la F_2 se obtuvieron 42 plantas de pimientos picantes y 14 de pimientos dulces. ¿Cuántas de las plantas picantes se espera que sean homocigóticas y cuántas heterocigóticas? ¿Cómo averiguar cuáles de las 42 picantes son heterocigóticas?
9. En las gallinas de raza andaluza el plumaje azul es la combinación híbrida o heterocigótica de los genes negro y blanco. ¿Qué descendencia tendrá una gallina de plumaje azul si se cruza con aves de plumaje negro, de plumaje azul y de plumaje blanco?
10. Una mariposa de alas grises se cruza con una de alas negras y se obtiene una descendencia formada por 115 mariposas de alas negras y 115 mariposas de alas grises. Si la mariposa de alas grises se cruza con una de alas blancas se obtienen 94 mariposas de alas blancas y 94 de alas grises. Razonar ambos cruzamientos, indicando cómo son los genotipos de las mariposas que se cruzan y de la descendencia.
11. La forma de los rábanos puede ser alargada, redondeada y ovalada. Cruzando plantas alargadas con redondeadas se obtienen plantas ovales. Cruzando dos plantas ovales entre sí se obtienen 128 redondeadas, 128 alargadas y 256 ovales. Explicar cómo son los genotipos de las plantas alargadas redondeadas y ovales, y representar el cruzamiento de las dos ovales y de su descendencia.
12. Se cruzan dos ratones negros y se obtiene una descendencia formada por 9 ratones negros y 9 blancos. Cruzamos ahora uno de los negros obtenidos con uno de los blancos y nacen 4 ratones blancos y 4 negros. ¿Cómo son los genotipos de los dos cruzamientos?
13. Un cobayo de pelo blanco, cuyos padres son de pelo negro, se cruza con otro de pelo negro, cuyos padres son de pelo negro uno de ellos y blanco el otro. ¿Cómo serán los genotipos de los cobayos que se cruzan y de su descendencia?
14. En el cobayo el pelo rizado domina sobre el pelo liso y el pelo negro sobre el blanco. Si cruzamos un cobayo rizado y negro con otro blanco y liso, indicar:
 - a) ¿Cuáles serán los genotipos y fenotipos de la F_1 y de la F_2 ?
 - b) ¿Qué proporción de individuos rizados y negros cabe esperar que sean homocigóticos para ambos caracteres?. Los cobayos que se cruzan son puros para los caracteres citados.

PROBLEMAS DE GENÉTICA HUMANA

1º.- Como sabemos, los cromosomas sexuales en la especie humana son XX para la hembra y XY para el varón. Una mujer lleva en uno de sus cromosomas X un gen letal (que produce la muerte) recesivo y en el otro el dominante normal. ¿Cuál es la proporción de sexos en la descendencia de esta mujer si contrae matrimonio con un hombre normal?

2º.- Supongamos que el color rubio del pelo domina sobre el color negro y que los genes que rigen estos colores están en los cromosomas X. ¿Qué descendencia se obtendrá de un matrimonio cuyo padre es de pelo rubio y cuya madre es de pelo negro? Indicar no sólo cuántos hijos lo tendrán de cada color sino también su sexo.

3º.- Con los datos del problema anterior, ¿qué descendencia se obtendrá de un matrimonio cuyo padre es de pelo negro y la madre de pelo rubio heterocigótica?

4º.- En el hombre la ceguera para los colores rojo y verde es causada por un gen recesivo (d) ligado al sexo, cuyo alelo normal es dominante. Indicar los posibles genotipos y fenotipos en varones y hembras

5º.- Con los datos del problema anterior, responder las siguientes cuestiones:

- ¿Pueden dos progenitores ciegos para el color tener un hijo normal? ¿Y una hija ciega?
- ¿Un hijo normal puede tener una madre ciega? ¿Y un padre ciego?
- ¿Un hijo normal puede tener una madre normal? ¿Y un padre normal?
- ¿Puede una hija ciega tener un padre normal? ¿Y una madre normal?
- Una mujer ciega se casa con un hombre de visión normal. Tienen dos hijos, un niño y una niña. ¿Cuáles serán sus genotipos?
- Una mujer normal cuyo padre era ciego, se casa con un hombre de visión normal, cuyo padre también era ciego. ¿Qué tipo de visión cabe esperar en la descendencia?

6º.- En el hombre la hemofilia depende del alelo recesivo (h) ligado al sexo. Un hombre cuyo padre era hemofílico, pero él no lo es, se casa con una mujer normal sin antecedentes de hemofilia. ¿Qué probabilidad existe de que tenga un hijo/a hemofílicos?

7º.- Una mujer normal, cuyo padre es hemofílico, se casa con un hombre normal. ¿Puede tener un hijo hemofílico?

8º.- Una pareja cuyos dos miembros tienen visión normal, tienen un hijo daltónico. ¿Cuáles son los genotipos paternos y el sexo y el genotipo del hijo?

9º.- Un matrimonio ambos con visión normal, tienen un hijo varón daltónico. ¿Cuál es la probabilidad de que tengan una hija daltónica. Si el hijo daltónico se casa con una mujer normal no portadora ¿Podrían tener algún hijo varón o hembra daltónico?

10º.- Un hombre de ojos azules, cuyos padres son de ojos pardos, se casa con una mujer de ojos pardos, cuya madre es de ojos pardos y cuyo padre tiene los ojos azules. El matrimonio tuvo un hijo de ojos azules. Dar el genotipo de todos los individuos.

11º.- El albinismo lo produce un gen recesivo (a) frente al gen normal de color moreno. La hemofilia es producida por un gen recesivo (h) ligado al cromosoma X. Un hombre albino y sano se casa con una mujer morena cuyo padre es hemofílico y cuya madre es albina. ¿Qué clase de hijos pueden tener y en qué proporción?

12°.- La presencia de pecas es un carácter dominante (P) sobre su ausencia (p), mientras que tener el lóbulo de la oreja unido a la cara es recesivo (1), sobre el tenerlo separado (L).

¿Cómo puede ser la descendencia de una mujer con grupo sanguíneo 0, lóbulo unido y con pecas (cuyo padre no las tiene), con un hombre con grupo sanguíneo A sin pecas y con el lóbulo separado, (cuya madre tiene el grupo sanguíneo 0 y lóbulo unido)?

13°.- En la especie humana, la forma del pelo (rizado o liso) está determinada por dos genes codominantes. Un gen (R) produce pelo rizado, mientras que otro, el gen (L), es responsable del pelo liso. Sabiendo que la presencia de ambos genes genera un pelo ondulado, razona:

¿Cómo será la descendencia teórica de dos personas con el pelo ondulado? ¿Y la de una persona con el pelo liso y otra con el pelo ondulado?

14°.- La aniridia (ceguera) en el hombre se debe a un gen dominante (A). La jaqueca es debida a otro gen también dominante (J). Un hombre que padecía de aniridia y cuya madre no era ciega, se casó con una mujer que sufría jaqueca pero cuyo padre no la sufría. ¿Qué proporción de sus hijos sufrirán ambos males?

15°.- La abuela materna de un varón tiene visión normal; su abuelo materno era daltónico; su madre es daltónica y su padre es de visión normal. Razonar que tipo de visión tendrá este varón. Si él se casara con una mujer genotípicamente igual a sus hermanas. ¿Qué tipo de visión debería esperarse en la descendencia?

16°.- Sabiendo que la sordomudez es recesiva, hallar la posible descendencia de un matrimonio entre un sordomudo y una persona normal heterocigótica.

17°.- El color del pelo en un individuo es castaño en su juventud, negro en su madurez y blanco en su vejez. ¿Qué explicación darías a este hecho desde el punto de vista genético?

18°.- El matrimonio entre dos enanos produjo una descendencia formada por dos hijos enanos y otro normal. Dar el genotipo de todos los individuos, sabiendo que el carácter del enanismo es dominante.

19°.- Supón que en la especie humana caracteres como ojos pardos y pelo rizado sean dominantes frente a ojos azules y pelo liso. Indica los fenotipos que se obtendrán de un cruzamiento entre dos individuos cuyo genotipo sea PpRr.

20°.- Un hombre daltónico cuyos padres no lo eran se casa con una mujer normal cuyo padre era daltónico. ¿Qué proporción de sus hijos padecerá de daltonismo si es una enfermedad recesiva ligada al sexo?

21°.- Existe una enfermedad humana caracterizada por tener la piel gruesa, rugosa y cornificada. Se transmite siempre del padre que presenta esta condición a sus hijos varones; nunca a sus hijas. Formula una hipótesis que explique este tipo de herencia.

22°.- Se conoce un gen holoándrico (en el cromosoma Y) en los seres humanos que codifica para el crecimiento del vello largo en la oreja. Un hombre con orejas velludas se casa con una mujer normal. Indicar el porcentaje de hijos que pueden tener orejas velludas y el porcentaje de hijas que se espera manifiesten este carácter.

23°.- En la especie humana la Ictiosis es una enfermedad debida a un gen situado en el segmento diferencial del cromosoma Y. Un hombre con ictiosis, ¿podrá tener hijos varones que no posean esta enfermedad?

24°.- La calvicie es provocada por un gen que se comporta como dominante en los varones y, sin embargo, es recesivo en las mujeres. Un varón no calvo se casa con una mujer calva, Razónese cómo será la descendencia del matrimonio.

25°.- En la especie humana, la aparición de vello en los pabellones auriculares es debida a la existencia de un gen situado en el segmento no homólogo del cromosoma Y. De la descendencia de un hombre con pelo en las orejas y una mujer sin pelos: ¿qué porcentaje de descendientes varones poseerán pelos en los pabellones auriculares? ¿Con qué frecuencia las hijas tendrán pelos en los pabellones auriculares?

26°.- La miopía es debida a un gen dominante; su alelo recesivo produce visión normal. ¿Un hombre y una mujer miopes podrán tener un hijo de visión normal?

27°.- En la especie humana hay un tipo de mechón canoso que es debido a un gen que se comporta como dominante en los varones y como recesivo en las mujeres. Una mujer de mechón canoso procrea con un varón normal.

- ¿Qué porcentaje de hijos varones se espera que tengan el mechón blanco?
- ¿Y de mujeres?

28°.- Conociendo las relaciones de dominancia que controlan los grupos sanguíneos en la especie humana, calcular los posibles fenotipos y genotipos de un hombre y una mujer que han tenido dos hijos, uno del grupo sanguíneo O y otro del grupo A.

29°.- Un hombre es demandado a los tribunales por una mujer alegando que es el padre de su hija. El varón tiene el grupo sanguíneo AB, la mujer es del grupo B y la niña tiene el grupo sanguíneo O. ¿Cual debe ser el dictamen de la justicia?

30°.- Un hombre acusa a su esposa de infidelidad alegando que el cuarto de sus hijos no es suyo. Los dos primeros hijos tienen el grupo sanguíneo AB y el tercero es del grupo A. El hijo motivo de la demanda es del grupo B y los esposos son de los grupos sanguíneos A y AB. Con estos datos, ¿Se puede probar la infidelidad de la esposa?

31°.- Una feliz pareja acaba de salir del hospital con su bebé recién nacido. La tarjeta médica indica que su grupo sanguíneo es O. El padre muy orgulloso exclama: ¡Heredó mi tipo de sangre! Si la madre es del grupo AB ¿tiene motivos el padre para estar orgulloso?

32°.- Una mujer con grupo sanguíneo A, tiene un hijo con grupo sanguíneo O. El padre tiene también grupo sanguíneo A. ¿Puede ser su padre o no?

33°.- Un hombre es sometido a juicio de paternidad por una mujer de grupo sanguíneo A. El hijo de la mujer es de grupo sanguíneo O:

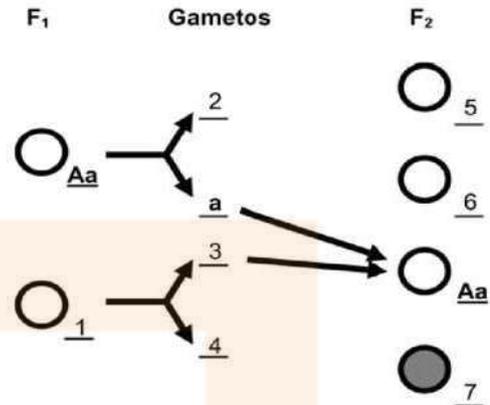
- ¿Es éste hombre el padre de éste niño?
- Si éste hombre es el padre de éste niño especifica los genotipos de ambos progenitores.
- Si es imposible que éste hombre con grupo sanguíneo B sea el padre de un niño con grupo sanguíneo O: independiente del genotipo de la madre, especifica su genotipo.
- Si el hombre fuera grupo sanguíneo AB, ¿Podría ser el padre?

34°.- En el hombre el factor Rh es regulado por dos alelos, uno dominante que determina el fenotipo Rh + y otro recesivo, responsable del fenotipo Rh-. Una mujer Rh+, hija de un hombre Rh-, procrea con un varón Rh-. ¿Qué porcentaje de descendientes se espera que sean Rh+?

Selectividad: TEMA 9

2007

- **Mod. 3 B-6.-** La imagen representa un experimento de Mendel y en ella se muestran guisantes de de color amarillo (O) y verde (●). Copie el esquema y responda las siguientes cuestiones:



a) Sustituya cada número por la letra o las letras correspondientes [0,7]. Complete el esquema dibujando las flechas que faltan y que relacionan los gametos con los individuos de la F₂ [0,3].

- b) ¿En qué proporción se presentan los genotipos la F₂? [0,3]. ¿Y los fenotipos? [0,2]. ¿Qué prueba podría realizar para averiguar si un guisante amarillo es homocigótico o heterocigótico? Explíquela [0,5].

- **Mod. 4 B-5.-** En el ganado vacuno la ausencia de cuernos (H) es dominante sobre la presencia de cuernos (h). Un toro sin cuernos se cruzó con dos vacas. Con la vaca A, que tenía cuernos, tuvo un ternero sin cuernos; con la vaca B, que no tenía cuernos, tuvo un ternero con cuernos. ¿Cuáles son los genotipos del toro y de las vacas A y B? [0,3]. Indique las proporciones de los genotipos y fenotipos que cabría esperar en la descendencia de los dos cruzamientos [0,7].
- **Mod. 6 A-2.-** Defina los siguientes conceptos: genoma, gen, alelo, heterocigótico y herencia intermedia
- **Mod. 6 B-5.-** En humanos la presencia de una fisura en el iris está regulada por un gen recesivo ligado al sexo (X_f). De un matrimonio entre dos personas normales nació una hija con el carácter mencionado. El marido solicita el divorcio alegando infidelidad de la esposa. Explique el modo de herencia del carácter indicando los genotipos del matrimonio y a qué conclusión debe llegar el juez en relación a la posible infidelidad de la esposa teniendo en cuenta el nacimiento de la hija que presenta la fisura [1].

2008

- **Mod. 2 B-4.-** Una pareja de fenotipo normal para la pigmentación tiene un hijo albino. Explique el modo de herencia del albinismo e indique los genotipos de los padres y del hijo. (0,5). ¿Qué proporción de hijos no albinos se puede esperar en la descendencia (0,25). ¿Y de hijos albinos? (0,25). Razone las respuestas.
- **Mod. 3 A-5.-** Según el sistema ABO de los grupos sanguíneos humanos, los individuos con sangre del grupo AB presentan en la superficie de sus eritrocitos antígenos de tipo A y antígenos de tipo B, mientras que los individuos con sangre del grupo 0 no presentan estos antígenos. ¿Por qué en el caso de transfusiones sanguíneas a los individuos con sangre del grupo AB se les considera receptores universales y a los del tipo 0 donantes universales?. Razone la respuesta.

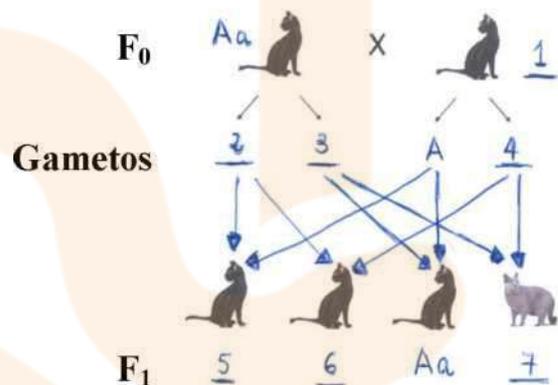
- **Mod. 4 B-5.-** En una determinada especie de roedores, el pelo negro está determinado por un alelo dominante (A) y el pelo de color marrón por un alelo recesivo (a). ¿Qué tipo de cruzamiento se debería realizar con un ejemplar de pelo negro para poder averiguar su genotipo? Razone la respuesta.
- **Mod. 6 B-5.-** El color de la flor de un tipo de violetas está determinado por un gen con dos alelos con herencia intermedia. El alelo R determina el color rojo y el alelo r determina el color blanco. Las plantas heterocigóticas tienen flores rosas. En los cruzamientos Rr x RR; rr x Rr; Rr x Rr indique qué gametos se formarán en cada parental y cuál será el fenotipo de las flores en la siguiente generación (1).

2009

- **Mod. 2 B-5.-** Ni Luís ni María tienen distrofia muscular de Duchenne (enfermedad ligada al sexo), pero su hijo primogénito sí. Indique si el alelo responsable es dominante o recesivo [0,3] y los genotipos de los padres y del hijo [0,3]. Si tienen otro hijo varón, ¿cuál es la probabilidad de que padezca esta enfermedad? [0,2], ¿Y si es una hija? [0,2], Razone la respuestas.
- **Mod. 3 B-5.-** Un investigador encuentra que entre los ratones de su laboratorio se ha producido una mutación espontánea en un macho. Tras cruzarlo con una hembra normal, comprueba que en la descendencia ningún macho presenta la mutación, pero en cambio sí la presentan todas las hembras. Indique qué tipo de mutación ha podido producirse [0,5]. ¿Qué porcentaje de individuos mutantes cabría esperar en la descendencia si se cruza una hembra mutante (del cruce anterior) con un macho normal? [0,5]. Razone las respuestas.
- **Mod. 4 B-4.-** En la especie humana, el color de los ojos es un carácter autosómico donde el alelo del color marrón "A" domina sobre el del color azul "a". Un hombre de ojos marrones, cuya madre tiene ojos azules, tiene dos descendientes con una mujer de ojos azules. ¿Cuáles son los genotipos del hombre y la mujer? [0,25]. ¿Y los de los descendientes? [0,25]. ¿Cuál es la probabilidad de que esta pareja tenga descendientes con ojos de color azul? [0,25]. ¿Y la probabilidad de tener descendientes con ojos marrones? [0,25]. Razone las respuestas.
- **Mod. 5 B-5.-** En el guisante [*Pisum sativum*], el tallo largo (planta alta) es dominante sobre el tallo corto (planta enana). Si una planta homocigótica para el carácter dominante se cruza con una planta enana, indique los genotipos de los progenitores y el genotipo y el fenotipo de la F₁ [0,25], Indique los genotipos, fenotipos y proporciones de la descendencia del cruce de una planta de la F₁ con el progenitor de tallo largo [0,25], Indique los genotipos, fenotipos y proporciones de la descendencia del cruce de una planta de la F₁ con una planta enana [0,25]. Indique los genotipos, fenotipos y proporciones de la descendencia de dos plantas heterocigóticas [0,25], Razone las respuestas.
- **Mod. 6 B-5.-** La tercera ley de Mendel no se cumple en determinados casos. ¿En cuáles? Razone la respuesta [1]

- **Mod. 1 B-5.-** Una planta que tiene hojas compuestas y aserradas se cruza con otra planta que tiene hojas simples y lobuladas. Cada progenitor es homocigótico para una de las características dominantes y para una de las características recesivas. ¿Cuál es el genotipo de la generación F_1 ? [0,2]. ¿Cuál es su fenotipo? [0,2]. Si se cruzan individuos de la F_1 , ¿qué fenotipos tendrá la generación F_2 y en qué proporción? [0,6]. (Utilice los símbolos C: compuestas, c: simple, A: lobuladas; a: aserrada). Razone las respuestas.
- **Mod. 2 B-6.-** La imagen representa un experimento basado en las Leyes de Mendel. En ella se muestra el cruce entre gatos, ambos con pelo de color negro, que da lugar a tres gatitos de color negro y un gatito de color gris. Con los datos que se indican, conteste las siguientes cuestiones:

- a) Deduzca qué gametos corresponderán con los números 2, 3 y 4. Indique los genotipos para el color del pelo de los gatos 1, 5, 6 y 7. ¿En qué proporción se presentan los genotipos de la descendencia?.



- b) ¿Cuáles serían las proporciones de los genotipos y los fenotipos de la F_1 si el cruce se hubiera producido entre los gatos 1 y 7?. ¿Y si el cruce se hubiera producido entre los gatos 5 y 7?.

- **Mod. 3 B-4.-** Una pareja sólo puede tener descendientes del grupo sanguíneo B heterocigóticos o del grupo 0. Indique el genotipo [0,25] y el fenotipo [0,25] de la pareja. Explique cuál es la probabilidad en esa pareja de tener descendientes del grupo sanguíneo 0 [0,25] y cuál la de tener descendientes del grupo B [0,25]. Razone las respuestas.
- **Mod. 4 B-5.-** En las vacas, el color negro del pelo está determinado por un alelo recesivo (n) mientras que el blanco lo está por el alelo dominante (N). La producción de leche de las vacas blancas es mucho mayor que la de las vacas negras. Para evitar tener más vacas negras el ganadero necesita conocer cuáles de las vacas blancas son portadoras del alelo recesivo. Proponga y explique un cruzamiento que permita al ganadero saber qué vacas blancas son portadoras del alelo recesivo. Razone la respuesta [1]
- **Mod. 5 A-3.-** Defina cruzamiento prueba [0,5] y herencia intermedia [0,5]. Explíquelos mediante cruzamientos utilizando los símbolos A y a [1].
- **Mod. 5 B-5.-** Un incendio ha producido grandes cambios en el fenotipo, aunque no en el genotipo, de los individuos de una población de ratones. ¿Serán esos cambios heredados por los descendientes? [0,4]. Un agente químico ha producido cambios en el genotipo, aunque no en el fenotipo, de los individuos de una población. ¿Serán esos cambios heredados por los descendientes? [0,6]. Razone las respuestas.
- **Mod. 6 A-2.-** Enuncie las Leyes de Mendel realizando un esquema [1,2]. Explique en qué consiste el cruzamiento prueba y realice un esquema del mismo [0,8].

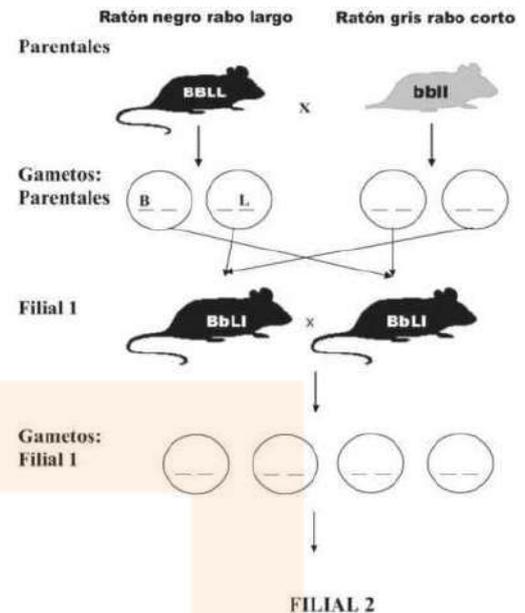
2011

- **Mod 1 A-3.-** Defina: recombinación y segregación cromosómica.
- **Mod 2 B-5.-** Una mujer daltónica se hace la siguiente pregunta: ¿cómo es posible que yo sea daltónica si mi madre y mi abuela no lo son? Proponga una explicación a este caso [0,5]. El marido de esta mujer tiene visión normal, ¿puede la pareja tener hijas daltónicas? [0,5]. Razone la respuesta.
- **Mod 3 A-2.-** Enuncie la primera ley de Mendel [0,5] e indique en qué consiste el retrocruzamiento [0,5]. Explique la diferencia entre genes autosómicos y genes ligados al sexo [0,5]. ¿Cumplen las proporciones mendelianas los cruzamientos para genes ligados al sexo? Razone la respuesta [0,5].
- **Mod 4 B-5.-** El color negro del pelo de una especie de ratón depende del alelo dominante (B), y el color blanco de su alelo recesivo (b). Si una hembra de color negro tiene descendientes de pelo blanco, ¿cuál es el genotipo de la hembra? [0,5]. ¿Qué genotipos y fenotipos podría tener el macho que se cruzó con ella? [0,5]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.
- **Mod 5 B-5.-** ¿Cuáles serán los posibles genotipos de los descendientes de una pareja formada por un individuo heterocigótico del grupo sanguíneo A y otro del grupo AB? [0,25]. ¿En qué proporción se dará cada uno de esos genotipos? [0,25]. ¿Y cuáles serán los fenotipos y en qué proporción se darán? [0,5]. Razone las respuestas realizando los cruces necesarios.

2012

- **Mod. 1 A-3.-** Enuncie [0,5] y realice un esquema de la segunda ley de Mendel [0,5]. Explique en qué consiste el cruzamiento prueba [0,5] y realice un esquema del mismo [0,5].
- **Mod 2 A-3.-** Defina qué es un cruzamiento prueba [0,5] y realice un esquema del mismo utilizando símbolos genéticos [0,5]. Defina herencia intermedia [0,5] y realice un esquema de la misma usando símbolos genéticos [0,5]. Utilice para la realización de los esquemas los símbolos A y a.
- **Mod 2 A-5.-** Según el sistema AB0 de los grupos sanguíneos humanos, los individuos con sangre del grupo AB presentan en la superficie de sus eritrocitos antígenos de tipo A y antígenos de tipo B, mientras que los individuos con sangre del grupo 0 no presentan estos antígenos. ¿Por qué en el caso de transfusiones sanguíneas a los individuos con sangre del grupo AB se les considera receptores universales [0,5] y a los del tipo 0 donantes universales [0,5]? Razone las respuestas.

- **Mod 2 B-6.-** A la vista del esquema, que corresponde a un cruce de ratones que se diferencian para dos caracteres representados por las letras “be” para el color del pelo (negro o gris) y “le” para la longitud del rabo (largo o corto), responda razonadamente las siguientes cuestiones:



- ¿Qué tipo de gametos desde el punto de vista genético pueden dar los ratones parentales? [0,4]. En función de la F₁ resultante, ¿cuáles son los alelos dominantes para cada uno de los dos caracteres? [0,2]. ¿Qué tipo de gametos pueden producir los individuos de la F₁? [0,4].

- Indique todos los posibles genotipos que aparecerán en la F₂ [0,45]. Indique los fenotipos y sus proporciones de la F₂ [0,55].

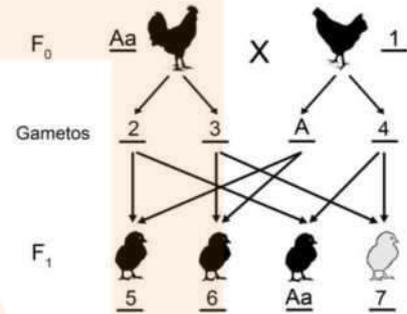
- **Junio B-5.-** Una mujer daltónica se hace la siguiente pregunta: ¿cómo es posible que yo sea daltónica si mi madre y mi abuela no lo son? Proponga una explicación a este caso [0,5]. El marido de esta mujer tiene visión normal, ¿puede la pareja tener hijas daltónicas? [0,5]. Realice el/los cruzamiento(s) correspondiente(s) y razone las respuestas.

2013

- **Ex 1 B-5.-** En una pareja uno de los miembros es del grupo sanguíneo AB y factor Rh negativo y el otro es del grupo A y factor Rh positivo, siendo uno de los progenitores de este último del grupo 0 y factor Rh negativo. Indique los genotipos de la pareja [0,4], los gametos producidos por cada uno [0,3] y la frecuencia fenotípica de la descendencia [0,3]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.
- **Ex. 3 A-2.-** Defina: genotipo, fenotipo, alelo, homocigoto y código genético [2].
- **Ex. 4 B-5.-** El albinismo es un carácter autosómico recesivo (a) con respecto a la pigmentación normal (A). Indique cómo serían los descendientes que tendría un hombre albino en los siguientes casos: a) con una mujer de pigmentación normal homocigótica [0,25]; b) con una mujer de pigmentación normal cuya madre era albina [0,25]; c) con una mujer de pigmentación normal uno de cuyos abuelos era heterocigótico [0,5]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.
- **Ex. 5 A-3.-** Enuncie la primera ley de Mendel [0,5] e indique en qué consiste el retrocruzamiento [0,5]. Explique la diferencia entre genes autosómicos y genes ligados al sexo [0,5]. ¿Cumplen las proporciones mendelianas los cruzamientos para genes ligados al sexo? Razone la respuesta [0,5].

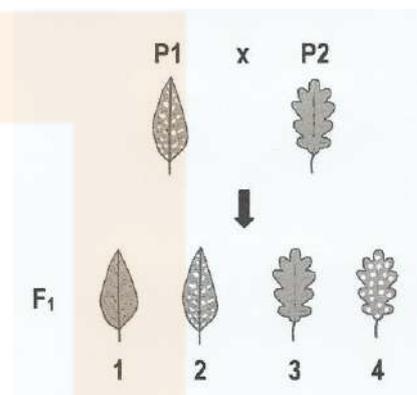
- **Junio B-5.-** El gen de la hemofilia (X^h) es recesivo respecto al gen normal (X^H). Indique el genotipo y el fenotipo de la posible descendencia entre una mujer portadora y un hombre no hemofílico [0,8]. ¿Qué proporción de los hijos varones serán hemofílicos? [0,2]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.
- **Sep B-6.-** La imagen adjunta representa un experimento basado en las Leyes de Mendel. En ella se muestra el cruce entre un gallo y una gallina, ambos con plumas de color negro, que da lugar a tres pollitos de color negro y un pollito de color gris. Con los datos que se indican, conteste las siguientes cuestiones:

- a) Deduzca qué alelos corresponderán a los números 2, 3 y 4 [0,3].
Indique los genotipos para el color de las plumas de los animales 1, 5, 6 y 7 [0,4]. ¿En qué proporción se presentan los genotipos de los descendientes? [0,3].
- b) ¿Cuáles serían las proporciones de los genotipos y los fenotipos de la F_1 si el cruce se hubiera producido entre los pollos 1 y 7? [0,6].
¿Y si el cruce se hubiera producido entre los ejemplares 5 y 7? [0,4]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces



- **Modelo 2 B-5.-** Un ganadero compró una pareja de borregos con lana blanca que suponía de raza pura. Todos los cruces entre estos dos borregos dieron lugar a borregos blancos. Sin embargo, en algunos cruces entre estos descendientes aparecieron borregos negros. Explique cómo es posible que haya habido descendencia de borregos negros [0,5]. ¿Qué haría usted para demostrar si los borregos que compró el ganadero eran de raza pura? [0,5]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.

- **Modelo3 B-6.-** Una planta de jardín presenta dos variedades (P1 y P2). La variedad P1 tiene hojas de borde liso y moteadas (manchas distribuidas al azar) y la variedad P2 tiene hojas de borde lobulado y sin motear. El carácter borde liso (B) es dominante sobre el carácter lobulado (b) y el carácter no moteado (M) es dominante sobre el carácter moteado (m). Se cruza una planta P1 con una P2 y los resultados obtenidos se indican en el esquema. A la vista de los mismos, conteste las siguientes cuestiones:



- a).- Deduzca los genotipos de P1 y P2 [0,6] e indique los gametos que formarán cada una de ellas [0,2]. ¿Cuál es el genotipo de las plantas 1 y 4 de la F1? [0,2].
- b).- Indique el genotipo de la planta número 2 de la F1 y explique cuáles serían los genotipos de la F2 resultante del cruce de esta planta con la número 4 [0,8]. ¿Cuáles serían las proporciones fenotípicas esperadas de cada uno de ellos? [0,2]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.
- **Modelo 5 A-3.-** Explique la diferencia entre los siguientes pares de conceptos: gen-alelo [0,5], homocigoto-heterocigoto [0,5], herencia dominante-herencia intermedia [0,5], gen autosómico-gen ligado al sexo [0,5].
 - **Modelo 6 B-5.-** ¿Cuáles serán los genotipos posibles de los descendientes de una mujer portadora del gen del daltonismo y un hombre de visión normal? [0,25]. ¿Cuál es la probabilidad de que alguno de sus descendientes sea daltónico? [0,25]. Si tienen hijas, ¿cuál es la probabilidad de que sean daltónicas? [0,25]. ¿Cuál es la probabilidad de tener un descendiente portador del daltonismo? [0,25]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.
 - **Junio A-3.-** Defina los siguientes conceptos: genoma, gen, alelo, heterocigótico y herencia intermedia
 - **Junio B-5.-** Tras un accidente nuclear, se examinó a los habitantes de una población cercana, observándose que su genotipo había sufrido algunas alteraciones. ¿Herederán sus descendientes dichas alteraciones? [0,6]. En una industria química se produjo un incendio que afectó a miles de personas produciéndoles graves quemaduras y alteraciones en la piel. ¿Herederán sus descendientes dichas alteraciones? [0,4]. Razone las respuestas.
 - **Sep A-3.-** Defina cruzamiento prueba [0,5] y realice un esquema del mismo utilizando los símbolos genéticos A y a [0,5]. Defina herencia intermedia [0,5] y realice un esquema de la misma usando los símbolos genéticos A y a [0,5].
 - **Sep B-5.-** La descendencia de una pareja está constituida únicamente por mujeres portadoras de la hemofilia y por hombres sanos. Indique el genotipo y el fenotipo de ambos progenitores. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces [1].

2015

Modelo 1

B-5.- ¿Cómo es posible que una persona manifieste una enfermedad hereditaria que ninguno de sus padres muestra? [0,5]. ¿Sería posible que los descendientes de esta persona no padecieran la enfermedad? [0,5]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces.

Modelo 2

B-5.- En los gatos, el pelo corto (A) es dominante sobre el pelo largo (a). La tabla adjunta recoge los resultados de una serie de cruzamientos en los que se indican los fenotipos de los parentales y de la progenie. Indique los genotipos de los parentales y los descendientes de cada cruzamiento [1]. Razone las respuestas representando los esquemas de los cruces que confirman los resultados.

Cruce	Parentales	Descendientes
1	corto x largo	½ cortos y ½ largos
2	corto x corto	Todos cortos
3	corto x largo	Todos cortos
4	largo x largo	Todos largos
5	corto x corto	¾ cortos y ¼ largos

Modelo 3

B-5.- En un hospital han nacido tres niños prematuros. Debido a un conato de incendio, las incubadoras fueron trasladadas a otra zona del hospital perdiéndose la identificación de los mismos. Teniendo en cuenta que los grupos sanguíneos de las tres parejas de padres y de los recién nacidos son los indicados en las tablas adjunta, indique qué niño corresponde a cada pareja [1]. Razone las respuestas representando los esquemas de los posibles cruces (utilice para representar los alelos la siguiente notación: alelo A: IA, alelo B: IB; alelo O: i).

Pareja	Grupo sanguíneo
1	A x O
2	AB x O
3	A x AB

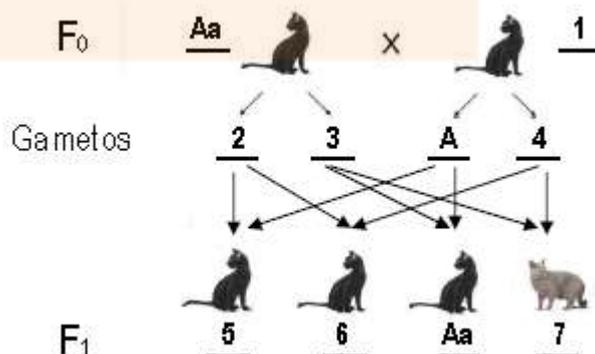
Recién nacidos	Grupo sanguíneo
Manuel	B
Miguel	AB
Antonio	O

2016

Sep B-6. La imagen representa un experimento basado en las Leyes de Mendel. En ella se muestra el cruce entre gatos, ambos con pelo de color negro, que da lugar a tres gatitos de color negro y un gatito de color gris. Con los datos que se indican, conteste las siguientes cuestiones:

a) Deduzca qué gametos corresponderán con los números 2, 3 y 4 [0,3]. Indique los genotipos para el color del pelo de los gatos 1, 5, 6 y 7 [0,4]. ¿En qué proporción se presentan los genotipos de la descendencia? [0,3].

b) ¿Cuáles serían las proporciones de los genotipos y de los fenotipos de la F1 si el cruce se hubiera producido entre los gatos 1 y 7? [0,5]. ¿Y si el cruce se hubiera producido entre los gatos 5 y 7? [0,5]. Realice los cruces correspondientes.



Modelo 4 A-3. Enuncie [0,5] y realice un esquema de la segunda ley de Mendel [0,5]. Explique en qué consiste el cruzamiento prueba [0,5] y realice un esquema del mismo [0,5].

Modelo 6 B-5. Antonio, Andrés y Juan reclaman en un juzgado la paternidad de un niño, cuyo grupo sanguíneo es AB. La madre es del grupo B, mientras que Antonio es del A, Andrés del B y Juan del O. Proponga de forma razonada (realizando los posibles cruzamientos) los genotipos para el niño, la madre y cada uno de los hombres [0,5] y explique si eso ayudaría a determinar quién es el padre [0,5]. Utilice la denominación “A, B, O” para designar a los alelos.

2017

Examen 2 Junio A-2. Explique la diferencia entre los siguientes pares de conceptos:

- Gen-alelo (0,5).
- Homocigótico-heterocigótico (0,5).
- Herencia dominante-herencia intermedia (0,5).
- Gen autosómico-gen ligado al sexo (0,5).

Examen 2 Junio B-5. Una mariposa negra se cruza con una mariposa gris y se obtienen 36 mariposas negras y 36 mariposas grises. Posteriormente, se cruza una mariposa gris con una blanca y se obtienen 36 mariposas blancas y 36 grises.

- Explique si se trata de un caso de herencia intermedia o dominante (0,5).
- Realice los dos cruzamientos anteriormente señalados, indicando cuales son los genotipos de las mariposas que se cruzan y los de la descendencia obtenida (0,5). Utilice los símbolos N (alelo color negro) y n (alelo color blanco).

Sep B-5.

Un agricultor cruzó plantas de rábanos largos con plantas de rábanos redondos y observó que toda la descendencia estaba formada por plantas de rábanos ovales. a) Explique razonadamente qué tipo de herencia controla la forma de los rábanos [0,3]. b) Indique los genotipos que poseen los tres tipos de plantas [0,3]. c) Si el agricultor cruzara plantas de rábanos ovales con plantas de rábanos largos ¿qué porcentaje de la descendencia cabría esperar que fuera de rábanos redondos? Razone la respuesta representando el esquema del posible cruce [0,4].