**Solucionario Biología y Geología 4° ESO Oxford**

# Genética y transmisión de caracteres hereditarios

VOCABULARIO

**ADN:** molécula que porta toda la información genética de cada especie.

**Cromosomas:** estructuras extremadamente organizadas en las que se compacta el ADN.

¿Has oído la frase «lo lleva en los genes»? Piensa un momento en ella: ¿realmente tiene sentido? Lo tiene, considerando los caracteres hereditarios.

## 1.1. Los caracteres hereditarios

La **herencia genética** es el conjunto de mecanismos de transmisión de caracteres de un individuo a su descendencia regidos por las leyes del **código genético.**

Un **carácter hereditario** es una característica morfológica o fisiológica que se transmite a la descendencia, como el color de ojos, el color de pelo o la estatura.

Un gen es un fragmento de ADN que determina un **carácter hereditario.**

Las distintas variantes de un gen se denominan **genes alelos** o **alelos.**

Los **genes alelos** son las variantes de un gen que controlan las diversas expresiones para un determinado carácter.

Cada gen ocupa un lugar fijo en los cromosomas, denominado **locus.** Los genes alelos se sitúan en el **mismo locus** en los cromosomas homólogos.

Los **cromosomas homólogos** son aquellos que tienen los mismos genes, aunque pueden ser diferentes alelos.

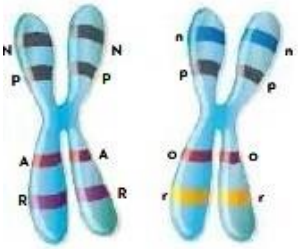


**Figura 2.1.** Locus y genes alelos.

### APRENDEMOS A SER CIENTÍFICOS 1. Lengua y genes

La capacidad de poner la lengua en forma de U es un carácter que poseen algunas personas. Te proponemos investigar cómo se hereda este carácter. ¿Cuántas personas en tu clase pueden poner la lengua así?

*a)* ¿Sois más los que tenéis la capacidad de colocar así la lengua?

*b)* Si esta capacidad es un carácter que se da con cierta frecuencia entre tus compañeros, ¿podemos suponer que hay una influencia de nuestros genes que determina que un carácter sea más o menos común en las personas?

Los árboles genealógicos o pedigrís permiten estudiar la transmisión de un carácter (o una enfermedad) en varias generaciones de individuos emparentados.

Construye el árbol genealógico de tu familia, señalando quién puede poner la lengua en forma de U y quién no. Asegúrate de que concuerde el carácter de cada persona con los que presentan sus padres. Puedes utilizar el siguiente programa para generar tu árbol: **http://goo.gl/HSh7Xo.**

# Genética: conceptos básicos

Los seres humanos somos organismos **diploides,** lo que significa que cada cromosoma tiene una pareja, su homólogo.

En nuestra especie, cada célula de nuestro cuerpo tiene 23 parejas de cromosomas, es decir, tenemos 46 cromosomas en total, de los cuales la mitad procede de la madre y la otra mitad del padre. Cada pareja de cromosomas está formada por dos cromosomas homólogos, que contienen información para los mismos caracteres o genes. Observa la ilustración de la derecha.

Nuestras células somáticas portan dos alelos para cada carácter, los cuales pueden ser iguales **(homocigosis: AA, aa)** o distintos **(heterocigosis: Aa, aA).** En la genética mendeliana o clásica, tener los dos caracteres iguales (es decir, en homocigosis), se denomina **raza pura.**

Un **individuo heterocigótico** o **híbrido** es aquel que tiene alelos distintos para un gen (Aa, aA). Un **individuo homocigótico** es aquel que tiene los alelos iguales para un gen (AA, aa).

Inicialmente, en la expresión de un gen determinado, Mendel consideró dos tipos de alelos:

El **alelo dominante** (A) es aquel que se manifiesta en el fenotipo siempre, tanto en homocigosis como en heterocigosis. El **alelo recesivo** (a) es el que se manifiesta en el fenotipo únicamente en homocigosis.

Los alelos recesivos se transmiten y permanecen «ocultos» en el genotipo de los descendientes.

El **genotipo** es el conjunto de genes que un organismo hereda de sus progenitores. Por ejemplo, una persona puede heredar los genes para los ojos azules y verdes. El **fenotipo** es el conjunto de caracteres que manifiesta un organismo, es decir, la apariencia externa del genotipo, como el color de ojos que presentamos en nuestro aspecto externo.

El **genotipo** permanece constante, mientras que el **fenotipo** varía por la acción de distintos factores ambientales.

## ACTIVIDADES

1. **Contesta a las siguientes preguntas:**

   Cuando observamos el parecido de un recién nacido con sus familiares y se dicen frases como «es la viva imagen de su abuelo», ¿se está haciendo referencia a su genotipo o a su fenotipo?

   ¿Es posible que dos personas tengan el mismo fenotipo y distinto genotipo?

RECUERDA

Los cromosomas son estructuras de ADN y proteínas que se forman en el núcleo de las células durante los procesos de división celular: mitosis y meiosis. Transportan fragmentos de ADN desde las células progenitoras a las células hijas.

**Figura 2.2.** Cromosomas homólogos.

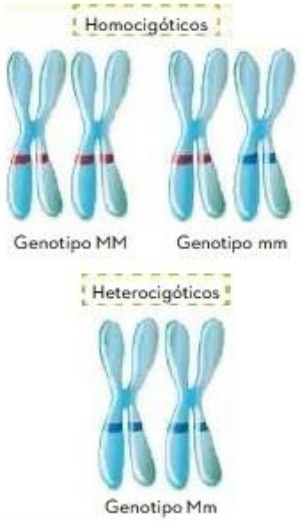


**Figura 2.3.** Homocigosis y heterocigosis

# Genética mendeliana

| | AB | Ab | aB | ab |
|---|---|---|---|---|
| AB | AABB | AABb | AaBB | AaBb |
| Ab | AABb | AAbb | AaBb | Aabb |
| aB | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb |
| ab | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |

**Figura 2.4.** Cuadro de Punnett.

Hace 150 años, el monje austriaco Gregor Mendel fue el primero en explicar las nociones básicas de la herencia genética. Mendel diseñó experimentos para descubrir cómo se transmitían los caracteres en unas plantas de guisante (*Pisum sativum*). A partir del análisis estadístico de sus resultados, enunció sus tres leyes:

## 2.1. Leyes de Mendel

### A. Primera ley de Mendel: uniformidad de los híbridos de la primera generación filial

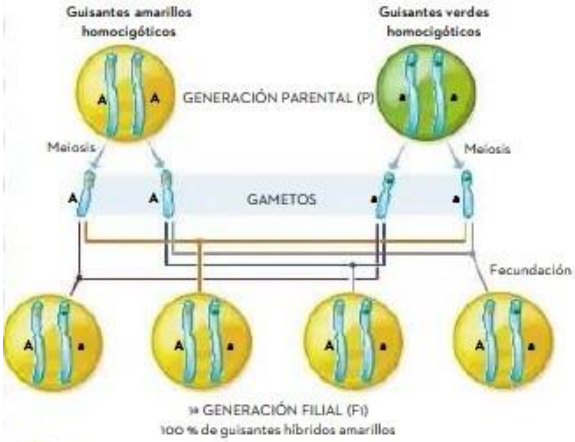


**Figura 2.5.** Primera ley de Mendel.

Primero, estudió la transmisión de un carácter, el color de la semilla. Para la primera generación, o **generación parental (P),** cruzó dos plantas de raza pura, una de semillas amarillas (AA) con otra de semillas verdes (aa). Las plantas de la **primera generación filial (F1)** presentaron todas las semillas amarillas. El color de semilla amarillo dominaba sobre el verde.

Al cruzar dos variantes puras se origina descendencia uniforme, en genotipo y fenotipo.

**ACTIVIDAD RESUELTA**

**1. En los perros de la raza pastor alemán, las orejas rectas son dominantes frente a las orejas caídas. Representa el cruzamiento de una hembra homocigótica de orejas rectas con un macho homocigótico de orejas caídas.**

*1)* Identificamos al carácter dominante (orejas rectas, «O») y al carácter recesivo (orejas caídas, «o»).

*2)* Identificamos al homocigótico dominante (orejas rectas, «OO») y al homocigótico recesivo (orejas caídas, «oo»).

*3)* Representamos el cruzamiento y las probabilidades en los genotipos resultantes en el cuadro de Punnett.

P: HEMBRA OO × MACHO oo

F1: Oo

| H \ M | O | O |
|---|---|---|
| o | Oo (1/4) | Oo (1/4) |
| o | Oo (1/4) | Oo (1/4) |

Todos los individuos de la F1, el 100 %, son heterocigóticos con el carácter dominante «orejas rectas». Este cruzamiento cumple la primera ley de Mendel, ya que de dos razas puras se ha obtenido descendencia uniforme.

## B. Segunda ley de Mendel: segregación de caracteres antagónicos de la segunda generación filial

Mendel dejó autofecundarse las plantas de la F1, ya que sus flores son hermafroditas, tienen estambre y pistilo. Obtuvo una **segunda generación filial (F2)** de plantas con semillas amarillas y verdes, en **proporción 3:1.**

El carácter desaparecido en el fenotipo de F1 volvía a aparecer en F2; debía de estar «oculto», por tanto, en el genotipo de F1. El descubrimiento reafirmó la idea de que un carácter domina (el carácter dominante) sobre el otro (el carácter recesivo).

Cada alelo se separa y se distribuye en los gametos de forma independiente.

**SABÍAS QUE...**

El cruzamiento prueba se realiza para conocer el genotipo de un individuo y saber si es heterocigoto u homocigoto y un homocigoto recesivo.
Si se trata de un heterocigo, la proporción fenotípica de la descendencia será 50% Si es homocigoto dominante la proporción fenotípica de la descendencia será 100% fenotipo dominante.
**http://goo.gl/7aQyda**

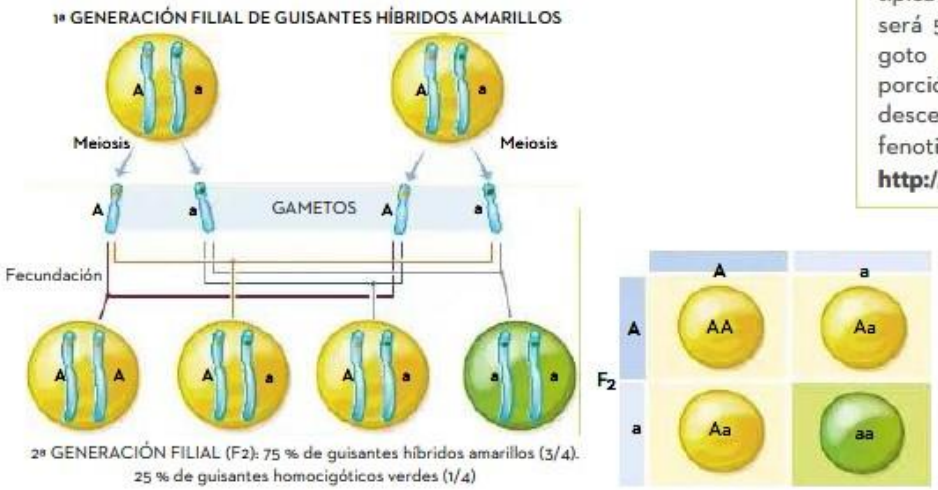


**Figura 2.6.** Segunda ley de Mendel.

### ACTIVIDAD RESUELTA

**2. En los perros, el carácter orejas rectas es dominante frente al carácter orejas caídas, recesivo. Se cruza una hembra y un macho heterocigóticos de orejas rectas. Representa el esquema de este cruzamiento, con las probabilidades y los porcentajes de los genotipos de la F2.**

1) Identificamos al carácter dominante (orejas rectas, «O») y al carácter recesivo (orejas caídas, «o»).

2) Identificamos al macho homocigótico recesivo como «oo».

3) Representamos el cruzamiento y el cuadro de Punnett. ¡Pedimos ayuda a las matemáticas!

F1: HEMBRA Oo × MACHO Oo

F2: OO Oo oo

| H \ M | O | o |
|---|---|---|
| O | Oo (1/4) | Oo (1/4) |
| o | Oo (1/4) | oo (1/4) |

Los porcentajes de los genotipos de la descendencia serán 50 % de «Oo» y 25 % de «oo», lo que se reflejará fenotípicamente como el 75 % de la descendencia con las orejas rectas y el 25 % con las orejas caídas.

SABÍAS QUE...

Mendel tuvo mucha suerte, ya que los caracteres que eligió para sus experimentos eran caracteres independientes, es decir, no controlados por **genes ligados,** que no cumplen su tercera ley.

## C. Tercera ley de Mendel: independencia y libre combinación de factores hereditarios

Mendel investigó si sus conclusiones se cumplían también en la **transmisión de dos caracteres hereditarios.** Cruzó plantas de guisantes de líneas puras para dos caracteres de semilla, color y forma. Consideró lo siguiente: P, generación parental: plantas de semilla amarilla y lisa x plantas de semilla verde y rugosa, F1, generación filial: obtuvo todas las plantas con semillas amarillas y lisas. Dejó autofecundarse la F1, resultando las combinaciones indicadas en la F2 del cuadro.

Los alelos de un gen se heredan de forma independiente y se combinan al azar y de todas las formas posibles con otros alelos en la descendencia.

**Figura 2.7.** Tercera ley de Mendel.

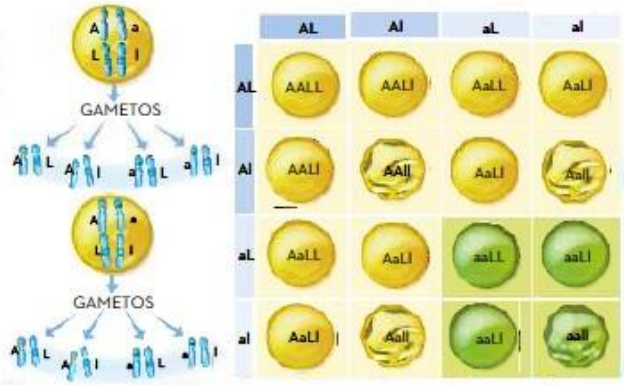


**Figura 2.8.** 2ª GENERACIÓN FILIAL, F2. Combinaciones en proporción 9:3:3:1.

### ACTIVIDAD RESUELTA

**3. Además de tener en cuenta el carácter «forma de las orejas» en la raza de perros pastor alemán, vamos a fijarnos en el pelaje, donde es dominante el pelo corto frente al pelo largo. Cruzamos la siguiente pareja: un macho y una hembra, ambos heterocigóticos dominantes de orejas rectas y pelo corto (OoPp), ¿qué probabilidades genotípicas y fenotípicas tendrá su descendencia?**

1) Identificamos los caracteres dominantes (orejas rectas, «O»; pelo corto, «P») y los caracteres recesivos (orejas caídas, «o»; pelo largo, «p»).

2) Identificamos al heterocigótico dominante (orejas rectas, «Oo»; pelo corto, «Pp»).

3) Representamos el esquema del cruzamiento y el cuadro de Punnett.

F1: HEMBRA OoPp ⊗ MACHO OoPp

F2: OOPP OOPp OoPP ooPP Oopp OoPp ooPp oopp OOpp

| H / M | OP | Op | oP | op |
|---|---|---|---|---|
| OP | OOPP (1/16) | OOPp (1/16) | OoPP (1/16) | OoPp (1/16) |
| Op | OOPp (1/16) | OOpp (1/16) | OoPp (1/16) | Oopp (1/16) |
| oP | OoPP (1/16) | OoPp (1/16) | ooPP (1/16) | ooPp (1/16) |
| op | OoPp (1/16) | Oopp (1/16) | ooPp (1/16) | oopp (1/16) |

La probabilidad de cada genotipo será: OOPP, 1/16; OOPp, 1/8; OoPP, 1/8; OoPp, 1/4; OOpp, 1/16; Oopp, 1/8; ooPP, 1/16; oopp, 1/16, ooPp, 1/8. Y de cada fenotipo: 9/16 orejas rectas y pelo corto; 3/16 orejas rectas y pelo largo; 3/16 orejas caídas y pelo corto; y 1/16 orejas caídas y pelo largo.

Mendel no solo experimentó con dos caracteres de dos variantes opuestas en plantas de guisante. Estudió siete caracteres, además de la forma y el color de la semilla: el color de las flores (púrpura o blanca), su posición (axial o terminal), la forma y el color de la vaina (lisa o estrangulada y verde o amarilla), y la talla de las plantas (normal o enana).

Acertó al seleccionar la planta de guisante como su modelo de estudio, ya que al utilizar una especie autógama se aseguraba de que las variedades eran líneas puras, constituidas por individuos idénticos y homocigóticos. Inició sus experimentos fijándose en un solo carácter, con lo que obtuvo proporciones numéricas fáciles de analizar e identificar. Así, a partir del número de individuos obtenidos propuso proporciones sencillas y utilizó relaciones estadísticas en varias generaciones sucesivas.

CIENCIA 2.0

Para ampliar tus conocimientos sobre las leyes de Mendel, realiza los problemas propuestos, y comprueba tus resultados, en los siguientes enlaces:

**http://goo.gl/Htqdf**

**http://goo.gl/nbvJPc**

## ACTIVIDADES

**2. Imagina que trabajas en un invernadero y, por equivocación, has cruzado una planta homocigótica de tallo normal (TT) con una homocigótica de tallo enano (tt). Sabiendo que el tallo normal es un carácter dominante sobre el tallo enano, contesta a las siguientes preguntas:**

*a)* ¿Cómo prevés que sean los genotipos y fenotipos de la generación F1?

*b)* Si vuelves a cruzar los ejemplares de esa F1, ¿cómo serán los genotipos y fenotipos de la F2?

*c)* Representa tus resultados en cuadros de Punnett, indicando los porcentajes y probabilidades de las combinaciones.

**3. El carácter relativo al color de piel de una especie de rana está determinado por dos genes alelos, uno dominante para el color verde («A») y otro recesivo para el color gris («a»). ¿Cuáles son los genotipos y fenotipos de la descendencia de los siguientes cruces? Indica en un cuadro de Punnett sus porcentajes y probabilidades.**

*a)* Un macho homocigótico verde con una hembra homocigótica gris.

*b)* Un macho homocigótico gris con una hembra homocigótica verde.

*c)* ¿Te parece que el sexo tiene influencia en la transmisión de este carácter?

**4. En los humanos, el pelo oscuro («O») es dominante sobre el pelo rojo («o»). Una mujer y un hombre de pelo oscuro tuvieron dos hijos, uno de pelo oscuro y otro de pelo rojo.**

*a)* ¿Qué genotipos presentan los progenitores y su descendencia?

*b)* ¿Cuál es la probabilidad de que la descendencia de la pareja tenga el pelo oscuro o rojo?

Representa tus resultados en cuadros de Punnett, indicando los porcentajes y probabilidades de las combinaciones. ¡Pide ayuda a las matemáticas!

**5. El alelo de ojos oscuros («A») es dominante frente al alelo de ojos claros («a»), que es recesivo. Basándote en las leyes de Mendel, y pensando en una pareja que desea tener un bebé, contesta a las siguientes preguntas:**

*a)* ¿Existe la posibilidad de que el bebé tenga los ojos claros si ambos progenitores tienen los ojos oscuros? ¿Qué genotipos deberán presentar sus padres?

*b)* ¿Cuál es la probabilidad de que el bebé tenga los ojos claros si el padre los tiene oscuros y la madre también claros? ¿Y los ojos oscuros? Representa los porcentajes y probabilidades obtenidas en un cuadro de Punnett. ¡Pide ayuda a las matemáticas!